Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia, člen ZSVTS, REHVA
Stavebná fakulta STU Bratislava, Katedra TZB
Slovenská komora stavebných inžinierov

27. medzinárodná vedecko-odborná konferencia

VYKUROVANIE 2019

Smart technológie a inovácie pri zásobovaní teplom

1. - 5. apríl 2019
Podbanské, Vysoké Tatry

ISBN 978-80-89878-41-3

PRÍHOVOR

27. medzinárodná vedecko-odborná konferencia VYKUROVANIE 2019

Vážení odborníci,
kolegovia, priatelia a sympatizanti konferencie Vykurovanie 2019,

sme veľmi radi a tešíme sa, že sa zase môžeme po roku s Vami stretnúť, tento krát na 27. ročníku, tejto najvýznamnejšej konferencie so zahraničnou účasťou v oblasti zásobovanie budov teplom, ktorá bude zameraná na nosnú tému, a to:

"Smart technológie a inovácie pri zásobovaní budov teplom"

V rámci konferencie sa podľa už osvedčeného scenára uskutoční 13 samostatných monotematických seminárov a 4 diskusné fóra, súčasne sa udelia ocenenia za celoživotný prínos v oblasti vykurovania, ale i cena pre mladého odborníka.

Odborný program pozostáva z 5 samostatných celkov prislúchajúcich jednotlivým dňom:

- Energetika budov
- Progresívna výroba tepla
- Obnoviteľné zdroje energie
- Automatizácia vo vykurovaní
- Energetické služby

Popri uvedených odborných aktivitách sú pripravené i viaceré spoločenské podujatia a firemné koktailové prezentácie, tak generálnych ako i hlavných partnerov konferencie, súčasne sa uskutoční výstavka popredných firiem v predmetnej oblasti, v neposlednom rade môžeme diskutovať za účasti mediálnych partnerov počas kávových prestávok.

S prednáškou vystúpi okolo 100 odborníkov, z toho pätina zo zahraničia, pričom ich príspevky budú publikované v takmer 500 stránkovom zborníku, zároveň 30 popredných firiem bude prezentovať svoje smart - výrobky, zariadenia a technológie.

Konferencia je určená odborníkom z oblasti vykurovania a energetiky budov, projektantom, prevádzkovateľom, investorom, zástupcom bytových družstiev a podnikov, spoločenstvám vlastníkov bytov, predstaviteľov štátnej správy, školstva, vedy a výskumu.

Tešíme sa na príjemné chvíle počas 27. ročníka konferencie VYKUROVANIE 2019.

Dušan Petráš
odborný garant

I. SEKCIA

ENERGETICKÁ LEGISLATÍVA

vedie: RNDr. Milan Dubnička, CSc.

- ***Milan Dubnička***
- ***Miloš Grajcar***
- ***Miroslav Mariaš***
- ***Stanislav Janiš***
- ***Juraj Novák***
- ***Kvetoslava Šoltésová***
- ***Ján Klepáč***

KĽÚČOVÉ ÚLOHY NÁVRHU NOVÉHO ZÁKONA O TEPELNEJ ENERGETIKE

RNDr. Milan Dubnička, CSc.
Ministerstvo hospodárstva SR
Mlynské nivy 44/a
827 15 Bratislava 212
e-mail: milan.dubnicka@mhsr.sk

Abstrakt
Návrh nového zákona o tepelnej energetike si vyžaduje okrem iného dôsledne aplikovať princíp poznania, t. j. verifikovať teoretický návrh ustanovení zákona praxou. Ak sú praxou prijaté jednotlivé ustanovenia, zákon je právnym dokumentom, ktorý vytvorí v rámci svojich ustanovení pre všetkých účastníkov pôsobiacich v tepelnej energetike nediskriminačné prostredie, ktorých práva a právom chránené záujmy alebo povinnosti môžu byť dotknuté výkonom práv a povinností účastníkov v tepelnej energetike.

1. ÚVOD

V zmysle kompetenčného zákona Ministerstvo hospodárstva SR nesie zodpovednosť za rozvoj tepelnej energetiky a v súlade s úlohami vlády SR vypracovalo v roku 2016 materiál „Analýza skúseností a poznatkov z doterajšej aplikácie zákona č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike za obdobie rokov 2004 až 2015 vrátane návrhu hlavných téz jeho novelizácie“. Vzhľadom na rozsah, komplexnosť a dopad navrhovaných zmien a doplnení zákona o tepelnej energetike bolo vedením ministerstva prijaté rozhodnutie o vypracovaní návrhu nového znenia zákona o tepelnej energetike a predloženie na rokovanie vedenia MH SR do 30.5.2018. Nakoľko revízia smerníc EU v energetike bola ukončená koncom roka 2018, bol vedením ministerstva prijatý nový termín predloženia do 30.5.2020.

2. KĽÚČOVÉ ÚLOHY NÁVRHU ZÁKONA O TEPELNEJ ENERGETIKE A O VYUŽÍVANÍ TEPLA A CHLADU

a) Pre praktickú aplikáciu zákona o tepelnej energetike v praxi je dôležité zosúladiť ustanovenia zákona k iným relevantným predpisom, ktoré sa aplikujú v energetike**,** najmä zákonom č. 251/2012 Z. z. o energetike a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov, zákonom č. 250/2012 Z. z. o regulácii v sieťových odvetviach v znení neskorších predpisov, zákonom č. 309/2009 Z. z.

o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby, zákonom č. 314/2012 Z. z. o pravidelnej kontrole vykurovacích systémov a klimatizačných systémov a najmä zákonom č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti v znení neskorších predpisov. Došlo aj k zmenám a doplneniam smerníc EU v oblasti energetickej efektívnosti budov, obnoviteľných zdrojov energie, resp. životného prostredia. Transpozícia dotknutých ustanovení týchto smerníc bude vyžadovať dôslednú analýzu tepelného zákona v súvislostiach s ostatnými zákonmi energetiky.

b) V súvislosti s predmetom zákona je nevyhnutné jednoznačne určiť, či sa zákon o tepelnej energetike bude zaoberať výlučne trhom s teplom alebo bude riešiť aj problematiku energetickej efektívnosti na trhu s teplom, ako aj pri výrobe a využívaní tepla a chladu zo zariadení na premenu energie v budovách, ktorá je v súčasnosti čiastočne riešená aj v zákone č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti. Okrem uvedeného je z dôvodu transpozície EÚ – predpisov potrebné prediskutovať a zapracovať aj problematiku výroby a dodávky chladu, ktorá doteraz nebola explicitne riešená.

c) V súlade s terminológiou iných všeobecne záväzných predpisov je nevyhnutné dopracovať definície zákona v tepelnej energetike a pri využívaní tepla a chladu v súvislostiach s terminológiou iných všeobecne záväzných predpisov To bude mať za následok rad technicko-legislatívnych zmien ustanovení takmer celého zákona. Na účely tohto zákona sa rozumie novelizovať definície procesov a osôb (účastníkov) na trhu s teplom. V súčasnom znení zákona sú kompetencie v oblasti výroby, distribúcie a využitia tepla rozdelené medzi dva subjekty, a to Úrad pre reguláciu sieťových odvetví a Ministerstvo hospodárstva SR, pričom úrad okrem cenovej regulácie vykonáva aj činnosti súvisiace s podnikaním v tepelnej energetike, ako napr. vydávanie povolení na podnikanie, ale za výstavbu zariadení na výrobu a distribúciu tepla zodpovedá MH SR. Uvedené je potrebné zosúladiť s kompetenčným zákonom.

d) Zákonným ustanovením jednoznačne určiť rozpočítavanie tepla do kompetencie MHSR v súvislostiach so zákonom o vlastníctve bytov a nebytových priestorov v súlade s dotknutou legislatívou prijať ustanovenia, ktoré vytvoria kompetencie pre účinnejšie pôsobenie obce pri výstavbe alebo rekonštrukcii sústavy tepelných zariadení.

e) Osobitú pozornosť venovať pri návrhu zákona aplikácii smart technológiám a inováciám pri zásobovaní tepla, hlavne pri transpozícii ustanovení dotknutých smerníc EU.

f) Nečakane sa objavili v tepelnej energetike BYTOVÉ ODOVZDÁVACIE STANICE (BOS). Legislatíva v tepelnej energetike tento pojem nepozná, v §2 definície zákona č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike v znení neskorších predpisov neexistuje. Jeho aplikovanie v tepelnej energetike je hrubé porušenie zákona o tepelnej energetike, resp. dotknutých vyhlášok. Tento problém si vyžaduje hĺbkovú komplexnú analýzu v spolupráci s dotknutými inštitúciami, platnou legislatívou EÚ a SR.

3. ODBORNÁ SPÔSOBILOSŤ A AKTUALIZAČNÁ ODBORNÁ SPÔSOBILOSŤ

Odborná spôsobilosť je zárukou profesionálneho pôsobenia právnických a fyzických osôb v tepelnej energetike a energetike (elektrina a plyn). Zodpovednosť za školenie a náplň

školenia musí niesť ústredný orgán štátnej správy (ministerstvo) v zmysle kompetenčného zákona, ktoré navrhuje a predkladá zákony, vyhlášky a iné legislatívne dokumenty (v spolupráci s profesijnými združeniami) do legislatívneho procesu schvaľovania až do NR SR. Cieľom je zabezpečiť profesionálne podnikateľské prostredie v tepelnej energetike a energetike.

Návrh zákona vo svojich ustanoveniach musí jednoznačne obhájiť odbornú spôsobilosť pod dikciu Ministerstva hospodárstva SR ako zodpovedného subjektu v zmysle kompetenčného zákona (ako doposiaľ) a zabrániť komerčným záujmom nekompetentným subjektom vstupovať do procesu školenia.

Osvedčenie odbornej spôsobilosti a potvrdenie o účasti na aktualizačnom odbornom školení žiadajú podnikatelia pre svojich zodpovedných zástupcov, ktorých náhrady za školenie si uplatňujú do nákladov, t. j. školenie majú zadarmo. To platí aj pre činnosti v inom podnikaní, aj živnostenskom. Uhrádzanie nákladov školenia iným inštitútom je duplicitné.

4. GARANT ODBORNEJ SPÔSOBILOSTI V TEPELNEJ ENERGETIKE A ENERGETIKE

Podľa tohto zákona je držiteľ osvedčenia o odbornej spôsobilosti ustanovený žiadateľom o vydanie povolenia alebo držiteľom povolenia, ktorý zodpovedá za odborné vykonávanie povolených činností podľa tohto zákona, najmä za kvalitné, včasné a správne plnenie povinností výrobcu a distribútora tepla uvedených v § 15, § 16 ods. 1, § 17 ods. 1, § 18 ods. 1 a 2 doterajšieho zákona a ktorý s určením do funkcie garanta vyslovil písomný súhlas, ak garantom nie je sám žiadateľ o vydanie povolenia. Garant musí byť v pracovnoprávnom alebo inom právnom vzťahu so žiadateľom o vydanie povolenia alebo s držiteľom povolenia, v ktorom je upravená jeho osobná zodpovednosť za odborné vykonávanie povolenej činnosti voči žiadateľovi o vydanie povolenia alebo držiteľovi povolenia. Súčasný stav zaradenia a pracovného ohodnotenia garanta odbornej spôsobilosti si vyžaduje tento problém nevyhnutne riešiť zákonným ustanovením.

5. OPRÁVNENIA POŽADOVAŤ ZA AKTUALIZAČNÉ ODBORNÉ ŠKOLENIE OPRÁVNENÉ NÁKLADY A PRIMERANÝ ZISK

Požadovať za školenie odbornej spôsobilosti a aktualizačnej odbornej spôsobilosti v tepelnej energetike a energetike oprávnené náklady (napr. za miestnosť školenia, audiovizuálnu a ozvučovaciu techniku, honorár lektorom, zabezpečenie ubytovania a stravovania, resp. občerstvenia, zabezpečenie študijných materiálov a iné + primeraný zisk) má právo každý subjekt, ktorý robí takúto činnosť. Ide o aktivity, ktoré sú hybnou odbornou silou trhového systému.

6. POROVNANIE CENTRALIZOVANÉHO A DECENTRALIZOVANÉHO ZÁSOBOVANIA TEPLOM Z HĽADISKA ENERGETICKEJ, EKONOMICKEJ EFEKTÍVNOSTI A DOPADOV NA ŽIVOTNÉ PROSTREDIE V LOKALITE ZÁSOBOVANIA TEPLOM (výskumná správa STU Bratislava – 2018)

Výskumná správa je dôležitým materiálom pre vypracovanie Energetickej politiky SR v tepelnej energetike a vypracovanie nového zákona o tepelnej energetike. Svojím obsahom

je dôležitým študijným materiálom pre všetkých účastníkov na trhu s teplom (výrobca, dodávateľ, odberateľ, konečný spotrebiteľ, koncový odberateľ) a správcov bytových domov. Výsledky štúdie sú neoddeliteľnou súčasťou pri riešení návrhov zásobovania teplom a politiky budov a bytových domov a príslušnej legislatívy t. j. zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a zákona č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Výskumná správa je zverejnená na webovej stránke Ministerstva hospodárstva SR.

7. ZÁVER

Cieľom Ministerstva hospodárstva SR je vypracovať návrh nového zákona o tepelnej energetike a dotknutej legislatívy, ktoré objektívne a transparentne vo svojich ustanoveniach zabezpečia všetkým účastníkom na trhu s teplom ich práva a právom chránené záujmy. Zaradenie nových systémov pre dodávku a rozpočítavania tepla musí byť v súlade s ustanoveniami dotknutej legislatívy (smernice a nariadenia, technické normy EÚ, zákony a vyhlášky, nariadenia, technické normy SR). Zvlášť musí splniť tento súlad každý projekt v rámci podporných programov.

Novela zákona č. 414/2012 Z. z. o obchodovaní s emisnými kvótami a sekundárna legislatíva EÚ k revidovanej smernici o EU ETS

Ing. Miloš Grajcar
Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
Sekcia zmeny klímy a ochrany ovzdušia
Obor obchodovania s emisnými kvótami
Nám. Ľ. Štúra 1, 812 35 Bratislava
e-mail: milos.grajcar@enviro.gov.sk

Abstrakt
Základným nástrojom na nákladovo efektívne znižovanie emisií skleníkových plynov v priemysle, energetike a v leteckej doprave je systém obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov v Európskej únii (EU ETS), ktorá na Slovensku pokrýva okolo 50 % celkových ročných antropogénnych emisií skleníkových plynov. EU ETS je založený na systéme „cap-and-trade" s nastaveným priebežne znižovaným ročným stropom objemu vypustených emisií. V súčasnosti prebieha už jeho 3. obchodovateľné obdobie (2013-2020). Na základe prijatého rámca politík a opatrení v oblasti zmeny klímy a energetiky na obdobie do roku 2030 bola dňa 15. júla 2015 predstavená revízia smernice o EU ETS, ktorej cieľom je nastavenie 4. obchodovateľného obdobia (2021-2030). Jej hlavným cieľom je znížiť emisie skleníkových plynov do roku 2030 v sektoroch EU ETS o 43 % oproti roku 2005. S tým sú spojené nové pravidlá pre bezodplatné prideľovanie emisných kvót a úprava zoznamu odvetví ohrozených únikom uhlíka.

1. ÚVOD

Hlavným nástrojom na znižovanie emisií skleníkových plynov vo veľkých priemyselných zariadeniach je systém obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov v Európskej únii (EU ETS). Európska únia (EÚ) a jej členské štáty sa v záveroch Európskej Rady z októbra 2014 zaviazali, že do roku 2030 znížia úroveň emisií skleníkových plynov najmenej o 40 % oproti referenčnému roku 1990, pričom v rámci EU ETS má dôjsť k zníženiu o 43 % oproti roku 2005.

Dňa 8. apríla 2018 nadobudla účinnosť smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/410 zo 14. marca 2018, ktorou sa mení smernica 2003/87/ES s cieľom zlepšiť nákladovo efektívne znižovanie emisií a investície do nízkouhlíkových technológií a rozhodnutie (EÚ) 2015/1814 (ďalej len „revidovaná smernica o EU ETS"). Cieľom je prispôsobiť doterajšie nastavenie EU ETS pre štvrté obchodovateľné obdobie (2021 - 2030).
EU ETS je v podmienkach Slovenskej republiky transponovaný prostredníctvom zákona č. 414/2012 Z. z. o obchodovaní s emisnými kvótami a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov.

Cieľom príspevku je oboznámiť s podstatnými zmenami v EU ETS oproti tretiemu obchodovateľnému obdobiu, s transpozíciou revidovanej smernice o EU ETS a o prijatých a pripravovaných sekundárnych legislatívnych aktoch, ktoré majú za úlohu implementovať revidovanú smernicu o EU ETS.

1.1 Hlavné zmeny v EU ETS pre 4. obchodovateľné obdobie

Dňa 14. marca 2018 bola zverejnená v Úradnom vestníku EÚ revidovaná smernica o EU ETS, ktorá nadobudla účinnosť 8. apríla 2018.
Revidovaná smernica o EU ETS stanovuje podmienky pre štvrté obchodovateľné obdobie EU ETS, ktoré bude prebiehať od 1. januára 2021 do 31. decembra 2030. Aj v 4. obchodovateľnom období bude pokračovať bezodplatná alokácia emisných kvót skleníkových plynov pre podniky zahrnuté v EU ETS s cieľom zabezpečiť ochranu európskeho priemyslu. Zvyšné emisné kvóty budú môcť podniky získať na aukcii, ktorá sa stane hlavným zdrojom týchto emisných kvót.
V tabuľke 1 sú uvedené hlavné rozdiely oproti tretiemu obchodovateľnému obdobiu.

Tabuľka 1 Hlavné zmeny v EU ETS

	3. fáza (2013 - 2020)	**4. fáza (2021 - 2030)**
Doba	8 ročné obdobie	10 ročné obdobie
Ročné zníženie CO_2	Lineárny koeficient = 1,74 %	Lineárny koeficient = 2,2 %
Alokačné obdobie	1 alokačné obdobie	2 alokačné obdobia (2021 - 2025, 2026 - 2030)
Alokácia pre non-CL	Prechodná bezodplatná alokácia klesá z 80 % na začiatku obdobia na 30 % v 2020	Prechodná bezodplatná alokácia klesá z 30 % na začiatku obdobia na 0 % po 2026 do 2030
Zmeny v alokácií	Zmena alokácie = významná zmena kapacity	Zmena alokácie = zmena úrovne činnosti
Aukcie	Aukčný podiel neurčený	Aukčný podiel = 57 % s podmienečným znížením
Zoznam CL	CL = náklady na uhlík a/alebo intenzita obchodu	CL = intenzita obchodu * intenzita emisií
Bezodplatná alokácia	Rozhodnutie o bezodplatnej alokácií 2011/278/EÚ Rozhodnutie o zozname odvetví ohrozených únikom uhlíka 2010/2/EÚ	Nariadenie o bezodplatnej alokácii 2019/331 Rozhodnutie zozname odvetví ohrozených únikom uhlíka – v schvaľovaní Nariadenie o zmenách v alokácií– v príprave 3Q Nariadenie o úprave referenčných úrovní - 2020

Podporné mechanizmy	Program NER 300 Derogácie pod článkom 10c	Inovačný fond Modernizačný fond Derogácie pod článkom 10c

1.2 Transpozičná novela

Členské štáty majú povinnosť transponovať do svojich národných legislatív revidovanú smernicu o EU ETS v termíne do 9. októbra 2019. Návrh zákona, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 414/2012 Z. z. o obchodovaní s emisnými kvótami a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov upravuje niektoré základné pojmy (povinný účastník systému obchodovania, prevádzkovateľ lietadla, prevádzkovateľ komerčnej leteckej dopravy, nový účastník systému obchodovania, výrobca elektrickej energie), medzinárodné kredity, využitie výnosov z aukcií, modernizačný fond, ustanovuje povinnosť Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky zverejňovať informácie a podávať správy v súvislosti s kompenzáciami nákladov súvisiacich s emisiami skleníkových plynov do cien elektrickej energie a odstraňuje neplatné ustanovenia a povinnosť pre okresné úrady raz za päť rokov prehodnocovať vydané povolenia na vypúšťanie emisií skleníkových plynov.

Účinnosť návrhu zákona sa navrhuje 1. januára 2021 vzhľadom na začiatok štvrtého obchodovateľného obdobia, ktorý je stanovený na 1. januára 2021. Účinnosť plnenia povinností súvisiacich s uverejňovaním a podávaním správ uvedeným v článku 1 bode 14 písm. f) revidovanej smernice o EU ETS sa navrhuje dňom vyhlásenia (čl. I body 11, 12, 22 a 26) z dôvodu povinnosti transpozície do 31. decembra 2018. Účinnosť čl. I bodu 15 sa navrhuje dňom vyhlásenia z dôvodu, aby mohli byť výnosy z predaja emisných kvót plnohodnotne využívané na programy a projekty znižovania emisií skleníkových plynov už aj v aktuálnom treťom obchodovateľnom období. Účinnosť vypustenia používania jednotiek certifikovaného zníženia emisií a jednotiek zníženia emisií z projektových aktivít v schéme obchodovania (čl. I bod 6) sa navrhuje 1. júla 2021, aby bolo umožnené splnenie povinností za rok 2020.

1.3 Nariadenie o bezodplatnej alokácií 2019/331

Hoci sa v revidovanej smernici o EU ETS stanovujú hlavné kritériá na stanovenie bezodplatného prideľovania emisných kvót, pravidlá prideľovania a pravidlá úpravy bezodplatného prideľovania podľa zmien produkcie, je potrebné určiť podrobnejšie. K týmto prvkom patrí aj pridanie alebo vypustenie vymedzení, možné úpravy pravidiel monitorovania údajov získavaných členskými štátmi a údajov na úrovni produkcie, ako aj stanovovanie historických úrovní činnosti.

V revidovanej smernici o EU ETS sa stanovuje, že Európska komisia má právomoc prijať delegovaný akt o plne harmonizovaných pravidlách bezodplatného prideľovania emisných kvót platných v celej Únii. Táto možnosť sa bude využívať na aktualizovanie súčasného súboru pravidiel bezodplatného prideľovania emisných kvót.

Delegované nariadenie Komisie (EÚ) 2019/331 z 19.12.2018, ktorým sa ustanovujú prechodné pravidlá bezodplatného prideľovania emisných kvót podľa článku 10a smernice Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, platné v celej Únii bolo zverejnené v marci 2019 a na základe neho bude do 30. mája 2019 prebiehať zber údajov o produkcii, spotrebe palív a vyrobenej elektrickej energii cez tzv. „NIMs“ formuláre, ktoré budú musieť vyplniť

prevádzkovatelia a ktoré budú musieť byť overené akreditovanými overovateľmi. Popri NIMs formulároch budú musieť prevádzkovatelia vypracovať aj Metodologické monitorovacie plány, ktoré tiež budú musieť byť overené. Tieto údaje budú musieť byť členskými štátmi skontrolované a do 30. septembra 2019 predložené Európskej komisii.

1.3 Zoznam odvetví ohrozených únikom uhlíka

V revidovanej smernici o EU ETS sú stanovené pravidlá systému bezodplatného prideľovania kvót na roky 2021 – 2030. Zároveň ňou Európska komisia získava právomoc prijímať delegované akty na jej doplnenie, pokiaľ ide o zoznam odvetví a pododvetví, ktoré čelia riziku úniku uhlíka. Zoznam odvetví a pododvetví vystavených riziku úniku uhlíka bude platiť v priebehu celého 4. obchodovateľného obdobia, t. j. v období rokov 2021 až 2030. Priemyselné odvetvia tak získajú vysokú úroveň bezpečnosti a istoty systému primeranú času potrebnému na dlhodobé investovanie.

Zaradením odvetvia alebo pododvetvia do zoznamu odvetví vystavených riziku úniku uhlíka sa každému zariadeniu v danom (pod)odvetví bezodplatne pridelí množstvo kvót zodpovedajúce 100 % jeho príslušnej referenčnej úrovne. Tým (pod)odvetviam, ktoré v tomto zozname nefigurujú, bude do roku 2026 pridelených len 30 % množstva kvót, pričom do roku 2030 sa bude bezodplatné prideľovanie postupne ukončovať. Tým vzrastie hospodársky význam zoznamu odvetví vystavených riziku úniku uhlíka, keďže bezodplatné kvóty majú veľkú finančnú hodnotu.

V článku 10b smernice o EU ETS sa stanovujú kritériá, na základe ktorých možno určiť, či sa dané odvetvie považuje alebo nepovažuje za odvetvie vystavené vysokému riziku úniku uhlíka. Zároveň sa v ňom uvádza vzorec na výpočet úniku uhlíka.

Metodika použitá na uplatňovanie kritérií súvisiacich s druhostupňovými posudzovaniami bola zahrnutá do posúdenia vplyvu vypracovaného Európskou komisiou. Posúdenie rizika úniku uhlíka bolo vykonané dvojfázovo. V prvostupňovom kvantitatívnom posudzovaní na úrovni NACE-4 štatistickej klasifikácie ekonomických činností sa odvetvie považuje za odvetvie vystavené riziku úniku uhlíka, ak „ukazovateľ úniku uhlíka“ presahuje limitnú hodnotu 0,2 stanovenú v článku 10b ods. 1 smernice o EU ETS. V obmedzenom počte prípadov spĺňajúcich jasne stanovené kritériá oprávnenosti uvedené v článku 10b ods. 2 a 3 smernice o EU ETS bolo vykonané „druhostupňové posúdenie“. To malo podobu buď kvalitatívneho posúdenia podľa špecifických kritérií, alebo kvantitatívneho posúdenia na podrobnejšej úrovni.

Zoznam odvetví vystavených riziku úniku uhlíka je predpokladom pre ďalšie právne akty na reformu systému EU ETS po roku 2020, vďaka ktorým bude možné určiť bezodplatné prideľovanie kvót pre priemyselné odvetvia ako ochranu proti riziku úniku uhlíka.

Nový zoznam odvetví ohrozených únikom uhlíka obsahuje 66 odvetví a pododvetví, čo je významný pokles oproti 3. obchodovateľnému obdobiu, kde bolo až 175 odvetví a pododvetví, ktoré boli vyhodnotené ako tie, ktoré sú ohrozené únikom uhlíka.

Delegované rozhodnutie Komisie z 15.2.2019, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, pokiaľ ide o určenie zoznamu odvetví a pododvetví, ktoré sa v období 2021 až 2030 považujú za odvetvia a pododvetvia s rizikom úniku uhlíka by malo byť prijaté v apríli 2019, pokiaľ si ku nemu Rada a Európsky parlament neuplatnia námietky.

1.4 Ďalšia legislatíva súvisiaca s bezodplatnou alokáciou

Prijatím nariadenia o bezodplatnej alokácií 2019/331 a prijatím rozhodnutia o zozname odvetví ohrozených únikom uhlíka výpočet bezodplatnej alokácie nekončí. Po zaslaní údajov získaných z NIMs formulárov bude nasledovať príprava vykonávacieho nariadenia, ktorým sa stanovia nové prepočítané hodnoty referenčných úrovní.

Metodológia, akou sa budú tieto referenčné úrovne prepočítavať je uvedená v revidovanej smernici o EU ETS. Prijímanie tejto legislatívy sa očakáva v roku 2020.

Okrem prepočítania referenčných úrovní bude potrebné pripraviť a prijať aj vykonávacie nariadenie o zmenách v alokácií. Toto nariadenie bude upravovať podmienky zvyšovania alebo znižovania bezodplatnej alokácie v závislosti od zmien v úrovni činnosti, t. j. v prípade, pokaľ dôjde k zmenám vo výrobe. Prijatie tejto legislatívy sa očakáva v treťom kvartáli roka 2019.

1.5 Nariadenie o registri

Register Únie predstavuje elektronický systém, kde sú evidované emisné kvóty skleníkových plynov pre členské štáty a štáty Európskeho hospodárskeho priestoru, ktoré sú zapojené do systému EU ETS. Register Únie bol zriadení od 1. januára 2013 a nahradil jednotlivé národné registre emisných kvót.

V súvislosti zo zmenami v revidovanej smernici o EU ETS, ale aj s inými zmenami, ako napríklad v súvislosti s predĺžením obmedzeného režimu fungovania EU ETS pre leteckú dopravu, ako aj so zmeny právnych predpisov v oblasti boja proti praniu špinavých peňazí, ochrany údajov a finančných nástrojov, je potrebné vykonať aj zmeny v nariadení Komisie (EÚ) 389/2013 z 2. mája 2013, ktorým sa zriaďuje register Únie podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES a rozhodnutí Európskeho parlamentu a Rady č. 280/2004/ES a č. 406/2009/ES a ktorým sa zrušujú nariadenia Komisie (EÚ) č. 920/2010 a č. 1193/2011.

Rozsah zmien je však na toľko značný, že Európska komisia pripravila nové delegované nariadenie, ktorým sa určuje fungovanie registra Únie. V danom nariadení sú zohľadnené praktické skúsenosti nadobudnuté počas prevádzky registra Únie v 3. obchodovateľnom období umožňujú zjednodušenie určitých postupov a zároveň zachovanie integrity a bezpečnosti systému.

Vzhľadom na rozdielne právne základy, bude musieť byť toto nové delegované nariadenie zmenené a doplnené samostatnými delegovanými nariadeniami. Ide hlavne o upravenie plnenia požiadaviek v rámci druhého záväzného obdobia Kjótskeho protokolu a upravenie započítania transakcií pod nariadením Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/842 z 30. mája 2018 o záväznom ročnom znižovaní emisií skleníkových plynov členskými štátmi v rokoch 2021 až 2030, ktorým sa prispieva k opatreniam v oblasti klímy zameraným na splnenie záväzkov podľa Parížskej dohody, a o zmene nariadenia (EÚ) č. 525/2013 a pod nariadením Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/841 z 30. mája 2018 o začlenení emisií a odstraňovania skleníkových plynov z využívania pôdy, zo zmien vo využívaní pôdy a z lesného hospodárstva do rámca politík v oblasti klímy a energetiky na rok 2030, ktorým sa mení nariadenie (EÚ) č. 525/2013 a rozhodnutie č. 529/2013/EÚ.

1.6 Nariadenia o monitorovaní, nahlasovaní, overovaní a akreditácií

Na zaistenie správnych údajov o vyprodukovaných emisiách skleníkových plynov v EU ETS slúžia nariadenie o monitorovaní a nahlasovaní emisií skleníkových plynov a nariadenie o overovaní údajov a akreditácií. Týmito nariadeniami sa zabezpečuje úplné, jednotné, transparentné a presné monitorovanie a nahlasovanie emisií skleníkových plynov a systém overovania a akreditácie má za úlohu zabezpečiť kvalitu a integritu údajov.

Nové vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) 2018/2066 z 19. decembra 2018 o monitorovaní a nahlasovaní emisií skleníkových plynov podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, ktorým sa mení nariadenie Komisie (EÚ) č. 601/2012 a vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) 2018/2067 z 19. decembra 2018 o overovaní údajov a o akreditácii overovateľov podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES prinášajú hlavne vylepšenia v systéme monitorovania, nahlasovania, overovania a akreditácie, zjednodušenia a zvýšenie efektívnosti. Okrem toho upravujú podmienky pre pravidlá bezodplatnej alokácie v súvislosti s overovaním údajov a zavádzajú nové ustanovenia týkajúce sa monitorovania, nahlasovania a overovania údajov pre leteckú dopravu, ktorá sa týka nového jednotného globálneho systému, tzv. CORSIA.

1.7 Nariadenie o Inovačnom fonde

Inovačný fond sa zriaďuje článkom 10a ods. 8 smernice 2003/87/ES na podporu inovácie v nízkouhlíkových technológiách a procesoch v odvetviach uvedených v prílohe I vrátane environmentálne bezpečného zachytávania a využívania oxidu uhličitého (carbon capture and utilisation – CCU), ktoré výrazne prispieva k zmierňovaniu zmeny klímy, ako aj výrobkov, ktoré nahrádzajú výrobky spôsobujúce vysoké emisie CO_2 a, v odvetviach uvedených v prílohe I a na podporu stimulovania budovania a prevádzky projektov, ktorých cieľom je environmentálne bezpečné zachytávanie a geologické ukladanie CO_2 (capture and geological storage – CCS), ako aj inovačných technológií výroby energie z obnoviteľných zdrojov a uskladňovania energie vo všetkých členských štátoch. Fond, ktorý má k dispozícii prinajmenšom 450 miliónov kvót, je nástupcom programu NER 300.

Inovačný fond bude nástrojom na predvedenie technológií s nízkymi a nulovými emisiami skleníkových plynov, čo umožní prechod na bezuhlíkové hospodárstvo. Zvýši sa aj konkurencieschopnosť spoločností z EÚ, pretože im pomôže stať sa globálnym lídrami v týchto technológiách.

Cieľom inovačného fondu je realizácia úspešných demonštračných projektov v záujme dosiahnutia prelomových inovácií v nízkouhlíkových technológiách. Účelom fondu je vybrať inovačné a životaschopné demonštračné projekty a prispieť k preklenutiu medzier v ich financovaní. Očakáva sa, že do roku 2030 bude mať portfólio inovačného fondu široký technologický a geografický záber. Inovačný fond bude mať efektívnu, účinnú a jednoduchú štruktúru riadenia, ktorou sa zabezpečí zodpovednosť, transparentnosť a výmena poznatkov.

Potenciálny objem investícií určený pre demonštračné projekty sa odhaduje na 55 až 68 mld. EUR v rámci oprávnených odvetví. Napriek tomu, že objem inovačného fondu by mal byť značný (od 6 mld. EUR (pri cene oxidu uhličitého 15 EUR/tCO_2) až do 11 mld. EUR (pri cene 25 EUR/tCO_2)), dopyt po financovaní výrazne presahuje očakávané dostupné zdroje.

1.8 Nariadenie o Modernizačnom fonde

Úplne novým prvkom v EU ETS je modernizačný fond, ktorý sa zriadi na podporu investícií, ktoré navrhnú prijímajúce členské štáty, na modernizáciu energetických systémov a zlepšenie energetickej efektívnosti. Fond sú oprávnené využívať členské štáty s HDP na obyvateľa nižším ako 60 % priemeru EÚ (v roku 2013).

Modernizačný fond bude financovaný prostredníctvom obchodovania s kvótami formou aukcie a sú naň vyčlenené 2 % z celkového množstva kvót.

Finančné prostriedky z modernizačného fondu sa budú môcť použiť na podporu investícií do výroby a využívania elektrickej energie z obnoviteľných zdrojov, zlepšenia energetickej efektívnosti okrem energetickej efektívnosti súvisiacej s výrobou energie pomocou tuhých fosílnych palív, do uskladňovania energie a modernizácie energetických sietí vrátane vedení diaľkového vykurovania, do prenosových sietí elektrickej energie a zvýšenia prepojení medzi členskými štátmi, ako aj na podporu spravodlivého prechodu v regiónoch závislých od uhlíka v prijímajúcich členských štátoch s cieľom podporiť v rámci dialógu so sociálnymi partnermi opätovné zaradenie pracovníkov, ich rekvalifikáciu a zvyšovanie kvalifikácie, vzdelávanie, iniciatívy zamerané na hľadanie zamestnania a začínajúce podniky. Oprávnené budú aj investície do energetickej efektívnosti v doprave, stavebníctve, poľnohospodárstve a odpadovom hospodárstve.

Za prevádzku modernizačného fondu budú zodpovedať prijímajúce členské štáty, pričom za hospodárenie s výnosmi bude zodpovedať EIB.

Modernizačný fond sa môže dodatočne navýšiť o aukčný podiel určený pre derogácie pod článkom 10c smernice až do výšky 40% aukčného podielu členského štátu.

2. ZÁVER

Revidovaná smernica o EU ETS, ktorá sa bude uplatňovať v štvrtom obchodovateľnom období nadobudla účinnosť 8. apríla 2018. Aktuálne prebieha príprava sekundárnej legislatívy - delegovaných a vykonávacích právnych aktov, ktoré vyplývajú zo smernice.

Smernica stanovuje pravidlá bezodplatnej alokácie na obdobie rokov 2021 - 2030 a splnomocňuje Európsku komisiu prijať delegovaný akt týkajúci plne harmonizovaných pravidiel pre bezodplatnú alokáciu, delegovaný akt týkajúcu sa odvetví a pododvetví, ktoré sú vystavené riziku úniku uhlíka, delegovaný akt týkajúci sa zmien v alokácií a vykonávajúci akt týkajúci sa úpravy referenčných úrovní.

Do konca roka 2018 boli schválené aj nariadenie o monitorovaní nahlasovaní emisií skleníkových plynov a nariadenie o overovaní a akreditácii. V roku 2019 bude prebiehať aj schvaľovanie delegovaných aktov týkajúcich sa registra Únie.

Následne budú pripravené aj právne predpisy týkajúce sa finančných mechanizmov - inovačný fond (2019) a modernizačný fond (2020).

Členské štáty majú povinnosť dosiahnuť súlad s revidovanou smernicou do 9. októbra 2019.

Literatúra

[1] Európska rada (23. a 24. októbra 2014) – závery

[2] Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/410 zo 14. marca 2018, ktorou sa mení smernica 2003/87/ES s cieľom zlepšiť nákladovo efektívne znižovanie emisií a investície do nízkouhlíkových technológií a rozhodnutie (EÚ) 2015/1814

[3] Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES z 13. októbra 2003, o vytvorení systému obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov v Únii, a ktorou sa mení a dopĺňa smernica Rady 96/61/ES

[4] Návrh ZÁKON z ..... 2019, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 414/2012 Z. z. o obchodovaní s emisnými kvótami a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

[5] Delegované nariadenie Komisie (EÚ) 2019/331 z 19.12.2018, ktorým sa ustanovujú prechodné pravidlá bezodplatného prideľovania emisných kvót podľa článku 10a smernice Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, platné v celej Únii

[6] Delegované rozhodnutie Komisie (EÚ) .../... z 15.2.2019, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, pokiaľ ide o určenie zoznamu odvetví a pododvetví, ktoré sa v období 2021 až 2030 považujú za odvetvia a pododvetvia s rizikom úniku uhlíka

[7] Delegované nariadenie Komisie (EÚ) .../... z 12.3.2019, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, pokiaľ ide o fungovanie registra Únie

[8] Delegované nariadenie Komisie (EÚ) .../... z 12.3.2019, ktorým sa mení nariadenie (EÚ) č. 389/2013, pokiaľ ide o technické vykonávanie druhého záväzného obdobia Kjótskeho protokolu

[9] Delegované nariadenie Komisie (EÚ) .../... z 13.3.2019, ktorým sa mení delegované nariadenie Komisie [C(2019) 1841 z 12.3.2019], ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, pokiaľ ide o fungovanie registra Únie podľa nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2018/842

[10] Vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) 2018/2066 z 19. decembra 2018 o monitorovaní a nahlasovaní emisií skleníkových plynov podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, ktorým sa mení nariadenie Komisie (EÚ) č. 601/2012

[11] Vykonávacie nariadenie Komisie (EÚ) 2018/2067 z 19. decembra 2018 o overovaní údajov a o akreditácii overovateľov podľa smernice Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES

[12] Delegované nariadenie Komisie (EÚ) .../... z 26.2.2019, ktorým sa dopĺňa smernica Európskeho parlamentu a Rady 2003/87/ES, pokiaľ ide o prevádzkovanie inovačného fondu

NOVÉ POŽIADAVKY NA TEPLO A CHLAD V NOVELE SMERNICE O ENERGETICKEJ EFEKTÍVNOSTI

Ing. Miroslav Mariaš
Hlavný štátny radca
Sekcia energetiky
Ministerstvo hospodárstva SR Bratislava
e-mail: Miroslav.Marias@mhsr.sk

Abstrakt
Smernica 2018/2002, novela smernice 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti, Smernica 2018/844, nariadenie 2018/1999, novela smernice 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov, povinnosti pre kontrolu vykurovacích a klimatizačných systémov, povinnosti merania a rozpočítania, nová legislatíva pre chlad

1. ÚVOD

Nový energetický balíček predstavený Európskou komisiou v novembri 2016 počas slovenského predsedníctva v Európskej únii priniesol návrh nových legislatívnych predpisov v energetike s cieľom posunúť požiadavky na energetickú legislatívu do roku 2030 a ďalej. Stanovuje požiadavky na ciele a ich implementáciu do roku 2030.

Balíček obsahuje návrhy legislatívnych predpisov týkajúcich sa energetickej efektívnosti, energetickej hospodárnosti budov, riadenia energetickej únie, vnútorného trhu s elektrinou a obnoviteľných zdrojov energie. V rámci balíčka boli v roku 2018 schválené nasledovné legislatívne predpisy:

- Smernica 2018/844, ktorou sa mení smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti,
- Smernica 2018/2002, ktorou sa mení smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti,
- Smernica 2018/2001 o podpore využívania obnoviteľných zdrojoch energie a
- Nariadenie 2018/1999 o riadení energetickej únie a opatrení v oblasti klímy, ktorým sa menia nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 663/2009 a (ES) č. 715/2009, smernice Európskeho parlamentu a Rady 94/22/ES, 98/70/ES, 2009/31/ES, 2009/73/ES, 2010/31/EÚ, 2012/27/EÚ a 2013/30/EÚ, smernice Rady 2009/119/ES a (EÚ) 2015/652 a ktorým sa zrušuje nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 525/2013

Ďalšie štyri predpisy týkajúce sa vnútorného trhu s elektrinou sú v súčasnosti v konečnom štádiu schvaľovania.

2. NOVELY SMERNICE 2012/27/EÚ O ENERGETICKEJ EFEKTÍVNOSTI

Ako vidno zo zoznamu schválených predpisov, tento legislatívny balíček štyri krát novelizuje smernicu o energetickej efektívnosti, pretože ďalšia novela je v rámci návrhu smernice o vnútornom trhu s elektrinou. Dôvodom týchto noviel je prierezová úloha energetickej efektívnosti vo všetkých oblastiach energetiky. Preto sa aj stalo, že smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti pokrývala v jej jednotlivých častiach všetky oblasti, v ktorých je energetická efektívnosť dôležitá. Podrobnejšie plnenie týchto požiadaviek však ukázalo, že je lepšie jednotlivé špecifické časti smernice presunúť a upraviť do sektorovo orientovaných smerníc, kde lepšie zapadnú. Zachová sa však jednoznačný vplyv daný smernicou o energetickej efektívnosti a vnímanie daného opatrenia ako opatrenia na zlepšenie energetickej efektívnosti. Preto bola a je prvotné úloha smernice 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti významná. Nastavil sa tak trend presahu energetickej efektívnosti vo všetkých oblastiach energetiky a národného hospodárstva.

2.1 Smernica 2018/2002, ktorou sa mení smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti

Základná novela smernice, ktorá mení a rozširuje požiadavky smernice po roku 2020 s hlavný zameraním stanovenia a plnenia cieľa energetickej efektívnosti v roku 2030. Upravuje sa požiadavka na stanovenie a plnenie cieľa energetickej efektívnosti primárne v roku 2030.

Zmeny sa týkajú požiadaviek na ciele energetickej efektívnosti spojené so zmenou pravidiel pre plnenie cieľa úspor energie u konečného spotrebiteľa podľa článku 7 smernice. V článku 7 je zmenená výška cieľa, ktorý sa vypočíta jednoduchým nápočtom 0,8% z priemeru konečnej energetickej spotreby v posledných troch rokoch pred stanovením tohto cieľa, t.j. v rokoch 2016, 2017, 2018. Výsledná hodnota úspor energie, ktorá sa sleduje je kumulácia tohto cieľa v roku 2030 vypočítaná na základe roku opatrenia a životnosti opatrenia.

Článok 7 ďalej umožňuje určiť výnimky, ktoré upravujú konečnú výšku cieľa započítaním alebo nezapočítaním niektorých oblastí pri dosahovaní úspor energie. Je možné započítať úspory energie, ktoré sa dosiahnu ako nové úspory energie v období rokov 2021 až 2030, avšak iba vo výške 35% z celkového cieľa. Úspory energie dosiahnuté do roku 2020 sa do nového cieľa nezapočítavajú. Môžu sa započítavať nové úspory energie na strane výroby, prenosu, dodávky energie, úspory energie z ETS, úspory energie z dopravy a pod. Problematická časť, ktorá sa ešte stále diskutuje s Európskou komisiou je možnosť započítania úspory energie vzniknutých pri inštalácii obnoviteľných zdrojov energie inštalovaných na budovách, alebo v ich blízkosti. Všetky ďalšie úspory energie, ktoré sa dosiahnu nad rámec povolených úspor energie sa dajú započítavať iba nad rámec tohto cieľa.

Cieľ je možné dosiahnuť dvoma spôsobmi – povinnou schémou energetickej efektívnosti s dopadom na ceny energie konečného spotrebiteľa, alebo alternatívnymi opatreniami na úrovni štátu s jasnou úlohou štátu pri preukazovaní týchto úspor. Taktiež je možné urobiť aj kombináciu oboch schém.

Požiadavky na meranie a rozpočítavanie tepla, teplej vody a chladu sú v smernici rozpracované oveľa podrobnejšie,, ako doposiaľ. Snahou je zlepšenie poskytovania informácií o spotrebe energie na vykurovanie a chladenie a inštalácia čo najväčšieho počtu rôznych foriem inteligentných meračov v teplárenstve. Systematicky sa doplnila požiadavka na vytvorenie legislatívy v otázke chladu a chladenia.

Povinná je inštalácia meračov tepla, chladu a teplej vody pre koncového odberateľa z CZT, CH a teplej body zobrazujúce spotrebu energie. Určené meradlo má byť umiestnené na výmenníku alebo na odbernom mieste. Inštalácia individuálnych meračov tepla, chladu a teplej vody, ak je to ekonomicky možné a technicky opodstatnené, a primerané v súlade s možnými úsporami energie. Ak to nie je možné, je možné inštalovať pomerové rozdeľovače vykurovacích nákladov a ak ani toto nie je možné, je možné využiť rozpočítanie, napr. na plochu. Ako nové je požadované stanovenie pravidiel, kritérií a postupov pre stanovenie ekonomického a technického nesúladu.

Pre nové bytové domy a obytné časti viacúčelových budov sa majú inštalovať individuálne meradlá na teplú vodu, ak sú tieto budovy napojené na CZT alebo vybavené centrálnym zdrojom na teplú vodu.

Transparentné pravidlá a metódy rozpočítania nákladov na teplo, teplú vodu a chlad obsahujú aj rozdeľovanie nákladov na energiu na teplo, na vykurovanie spoločných priestorov a vyžarované zo zariadení budov, na teplú vodu a na vykurovanie a chladenie bytov.

Meradlá a pomerové rozdeľovače vykurovacích nákladov majú mať od 25. októbra 2020 možnosť diaľkového odpočtu, ak je to nákladovo efektívne alebo technicky uskutočniteľné vzhľadom na úspory energie. Kritéria, metodiky a postupy na stanovenie nákladovej efektívnosti a technickej uskutočniteľnosti sa zverejnia.

Do 1.1.2027 sa má uskutočniť výmena existujúcich meračov a pomerových rozdeľovačov vykurovacích nákladov na zariadenia vybavené funkciou s diaľkovým odpočtom, alebo umožňujúce diaľkový odpočet. Štát môže preukázať, kedy je to neefektívne.

Informácie o vyúčtovaní a spotrebe majú byť spoľahlivé, presné a založené na skutočnej spotrebe alebo odpočtoch PRVN a v súlade s prílohou VIIa pre všetkých konečných spotrebiteľov, ktorí nemajú zmluvný vzťah s dodávateľom energie. Možnosť pravidelného odpočtu meradla má byť umožnená konečnému spotrebiteľovi alebo koncovému odberateľovi. Vyúčtovanie na základe paušálnej sadzby alebo na odhade je možné iba v prípade nenahlásenia údajov konečným spotrebiteľom alebo koncovým odberateľom.

Je stanovená povinnosť sprístupniť údaje na požiadanie poskytovateľovi energetickej služby. Povinnosť ponúknuť možnosť elektronickej informácie a vyúčtovania. Spolu s vyúčtovaním sa má poskytnúť jasná a transparentná informácia o spotrebe a o tom, ako bolo vyúčtovanie urobené. Možnosť zavedenia, aby vyúčtovanie nebolo spojené s faktúrou, na žiadosť KO a je možnosť iných spôsobov úhrady. Podpora elektronickej bezpečnosti a ochrany súkromia a údajov konečného spotrebiteľa. Možnosť stanoviť kto poskytne konečnému spotrebiteľovi údaje, lebo je bez priameho vzťahu s dodávateľom.

Prístup k histórii spotreby, starším faktúram a informáciam o vyúčtovaní, tiež k aktuálnym meraným údajom, najlepšie na webovom sídle. Rozpočítanie nákladov na báze neziskovosti s možnosťou započítania primeraných nákladov na rozpočítanie. Konečný spotrebiteľ má dostať vyúčtovania a informácie o vyúčtovaní bezplatne a primeraný a bezplatný prístup k údajom o spotrebe. Možnosť podpory hospodárskej súťaže poskytovania služieb rozpočítavania.

Požiadavky na vyúčtovanie. Vyúčtovanie na základe skutočnej spotreby tepla alebo odpočtov pomerového rozdeľovača vykurovacích nákladov Aby mohli koneční spotrebitelia regulovať

svoju spotrebu energie, musí sa vyúčtovanie vykonávať na základe skutočnej spotreby alebo odpočtov pomerového rozdeľovača vykurovacích nákladov najmenej raz za rok.

Od 25. októbra 2020 sa v prípade, že sú nainštalované meradlá alebo pomerové rozdeľovače vykurovacích nákladov umožňujúce diaľkový odpočet, informácie o vyúčtovaní alebo spotrebe, ktoré sa zakladajú na skutočnej spotrebe alebo hodnotách odčítaných z pomerových rozdeľovačov vykurovacích nákladov, poskytujú konečným spotrebiteľom najmenej štvrťročne na požiadanie alebo ak sa koncoví odberatelia rozhodli pre elektronické vyúčtovanie, inak dvakrát ročne.

Od 1. januára 2022 sa v prípade, že sú nainštalované meradlá alebo pomerové rozdeľovače vykurovacích nákladov umožňujúce diaľkový odpočet, informácie o vyúčtovaní alebo spotrebe, ktoré sa zakladajú na skutočnej spotrebe alebo hodnotách odčítaných z pomerových rozdeľovačov vykurovacích nákladov, poskytujú konečným spotrebiteľom aspoň raz mesačne. Tieto informácie môžu byť sprístupnené aj na internete a aktualizované tak často, ako to umožňujú použité meracie zariadenia a systémy. Vykurovanie a chladenie možno mimo obdobia vykurovania/chladenia z uvedenej požiadavky vyňať.

Členské štáty zabezpečia, aby sa konečným spotrebiteľom v rámci vyúčtovania alebo spolu s ním jasne a zrozumiteľne sprístupnili nasledujúce informácie, ak sa zakladajú na skutočnej spotrebe alebo hodnotách odčítaných z pomerových rozdeľovačov vykurovacích nákladov:

a) skutočné súčasné ceny a skutočná spotreba energie alebo celkové náklady na vykurovanie a hodnoty odčítané z pomerových rozdeľovačov vykurovacích nákladov;

b) informácie o použitom palivovom mixe a súvisiacich ročných emisiách skleníkových plynov, a to aj pre konečných spotrebiteľov napojených na centralizované zásobovanie teplom alebo chladom, a vysvetlenie jednotlivých daní, odvodov a sadzieb. Členské štáty môžu obmedziť rozsah požiadavky na poskytovanie informácií o emisiách skleníkových plynov tak, aby zahŕňali iba dodávky zo systémov centralizovaného zásobovania teplom s celkovým menovitým tepelným príkonom väčším ako 20 MW;

c) grafické porovnanie aktuálnej spotreby energie konečných spotrebiteľov so spotrebou za rovnaké obdobie v predchádzajúcom roku, v prípade vykurovania a chladenia korigované na klimatické podmienky;

d) kontaktné informácie organizácií koncových odberateľov, energetických agentúr alebo podobných subjektov vrátane adries webových sídel, na ktorých je možné získať informácie o dostupných opatreniach na zlepšenie energetickej efektívnosti, porovnateľné profily konečných spotrebiteľov a objektívne technické špecifikácie pre zariadenia spotrebujúce energiu;

e) informácie o súvisiacich postupoch podávania sťažností, službách ombudsmana alebo mechanizmoch alternatívneho riešenia sporov platných v členských štátoch;

f) porovnania s priemerným normalizovaným alebo referenčným konečným spotrebiteľom v rovnakej kategórii spotrebiteľov. V prípade elektronického vyúčtovania sa takéto porovnania môžu namiesto toho dať k dispozícii online a označiť na vyúčtovaniach.

Vyúčtovania, ktoré sa nezakladajú na skutočnej spotrebe alebo hodnotách odčítaných z pomerových rozdeľovačov vykurovacích nákladov, obsahujú jasné a zrozumiteľné vysvetlenie výpočtu sumy uvedenej vo vyúčtovaní a aspoň informácie uvedené v písmenách d) a e).

2.2 Smernica 2018/844, ktorou sa mení smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti

Úprava smernice 2012/27/EÚ sa týka presunu dlhodobej stratégie obnovy budov do smernice 2012/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov s jednoznačnou úpravou obsahu dlhodobej stratégie a naviazania plnenia tejto stratégie na ciele energetickej efektívnosti.

Požiadavka na teplo a chlad v tejto smernici sa týka zmeny v pravidelnej kontrole vykurovacích a klimatizačných systémov na kontrolu systémov v budove s celkovým inštalovaným výkonom vyšším ako 70kW. Kontrola obsahuje aj posúdenie účinnosti a veľkosti výkonu zariadenia podľa požiadaviek budovy na vykurovanie a zohľadnenie schopnosti systému optimalizovať hospodárnosť systému. Kontrola sa nemusí robiť, ak na budovu spadá poskytovanie garantovanej energetickej služby alebo ak technický systém v budove je vlastnený podnikom, alebo prevádzkovateľom siete, ktorý takúto kontrou vykonáva, alebo ak budova má nainštalovaný riadiaci a kontrolný systém s požadovanými parametrami.

Nové budovy majú byť v prípade, ak je to technicky a ekonomicky realizovateľné, vybavené samoregulačnými zariadeniami na individuálnu reguláciu teploty v každej miestnosti alebo v odôvodnených prípadoch časti jednotky budovy.

2.3 Nariadenie 2018/1999 o riadení energetickej únie a novela smernice 2012/27/EÚ

Nariadenie má za úlohu zjednotiť navrhovanie a realizáciu požiadaviek energetickej únie. Z pohľadu energetickej efektívnosti, ako jedného z piatich hlavných pilierov energetickej únie zavádza princíp energetickej efektívnosti na prvom mieste. Nariadenie stanovuje požiadavky na stanovenie cieľa energetickej efektívnosti a národných príspevkov k cieľu, ich výpočet a možnosti využiteľné pri ich stanovení.

Nariadenie ďalej rieši otázku plánovania, hodnotenia a plnenia opatrení v energetike, z pohľadu energetickej efektívnosti opatrení na dosiahnutie cieľov energetickej efektívnosti Európskej únie a členských štátov. Z tohto dôvodu sa mení aj smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti, v ktorej sa zrušujú plánovacie a reportovacie povinnosti, ktoré sú nahradené jednotným spoločným hodnotiacim nástrojom – Národným energetickým a klimatickým plánom. JE zrušená požiadavka na vypracovanie akčných plánov energetickej efektívnosti, avšak v rovnakej úrovni detailu je potrebné tieto plány integrovať do Národných energetických a klimatických plánov. To isté platí aj v rámci reportovacích povinností, pričom ročná správa o energetickej efektívnosti je nahradená dvojročnou správou o plnení NEKP.

Nariadenie spresňuje požiadavku na vypracovanie metodických tabuliek o každom opatrení energetickej efektívnosti, ktoré je potrebné vypracovať ako prílohu NEKP.

2.4 Návrh smernice o vnútornom trhu s elektrinou a novela smernice o energetickej efektívnosti

Návrh smernice taktiež obsahuje novelu smernice o energetickej efektívnosti, avšak v oblasti riadenia strany spotreby a poskytovania informácii konečným spotrebiteľom elektriny.

2.5 Delegované nariadenie Komisie

Delegované nariadenie Komisie z 4. 3. 2019, ktorým sa menia prílohy VIII a IX k smernici 2012/27/EÚ o obsahu komplexných posúdení potenciálu efektívneho vykurovania a chladenia, je vo finálnom štádiu schvaľovania. Toto delegované nariadenie upravuje prílohy VIII a IX smernice o energetickej efektívnosti z pohľadu krokov, ktoré je potrebné vykonať pri návrhu projektu nového zdroja a obsahuje obsah požiadaviek na komplexné posúdenie potenciálu účinného systému CZT, ktoré je potrebné vykonať po druhý krát do 31.12:2020.

4. ZÁVER

Smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti je alebo bude novelizovaná celkovo päť krát, čo poukazuje okrem iného aj na široký záber tejto smernice v rámci energetiky. Princíp a opatrenia energetickej efektívnosti sa dostávajú stále viac do bežného života. Dôvodom je identifikácia energetickej efektívnosti ako jedného z kľúčových nástrojov na znižovanie klimatických zmien, znižovania emisií a celkovo negatívnych dopadov na životné prostredie.

Literatúra

[1] Smernica 2018/2002, ktorou sa mení smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti

[2] Smernica 2018/844, ktorou sa mení smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti

[3] Nariadenie 2018/1999 o riadení energetickej únie a opatrení v oblasti klímy, ktorým sa menia nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 663/2009 a (ES) č. 715/2009, smernice Európskeho parlamentu a Rady 94/22/ES, 98/70/ES, 2009/31/ES, 2009/73/ES, 2010/31/EÚ, 2012/27/EÚ a 2013/30/EÚ, smernice Rady 2009/119/ES a (EÚ) 2015/652 a ktorým sa zrušuje nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 525/2013

VYKUROVANIE VO SVETLE „Energetického a klimatického balíka Európskej komisie“

Ing. Stanislav Janiš
Slovenský zväz výrobcov tepla
Unionka 54
Zvolen

Európska komisia (EK) zvolila v energetike tzv. balíkovú metódu. 30.11.2016 predstavila už IV. energetický balík, ktorý je známy pod názvom Zimný energetický balík.

- EED – novela Smernice o energetickej efektívnosti (2012/27/EU)
- EPBD – novela Smernice o energetickej hospodárnosti budov (2010/31/EU)
- RES – novela Smernice o podpore využívania OZE (2009/28/EU)
- MDI – Nový dizajn trhu s elektrinou, tj. návrh Smernice „Spoločné pravidlá pre vnútorný trh s elektrinou“
- Riadenie (Governance)
- ďalšie (Správa EK o cenách a nákladoch na energie v Európe, ...)

Spolu viac ako 4500 strán textu. Tempo rokovaní neumožnilo čas na diskusiu, analýzy dopadov na bezpečnosť zásobovania energiou, dopady na spotrebiteľa, na energetickú infraštruktúru v jednotlivých štátoch ... EÚ je dnes ešte 28 rôznych krajín, rôznych klimatických pásiem, rôznych energetických systémov, rôznych energetických mixov. Preto je veľmi dôležité v európskej legislatíve ponechať dostatočnú flexibilitu členským štátom, ako si nastavia ďalší rozvoj a smerovanie energetiky, využívania súčasnej energetickej infraštruktúry s cieľom znižovania emisií, zvyšovania efektívnosti a to všetko nie na úkor, ale v prospech spotrebiteľa, lebo ten by mal byť v centre pozornosti.

Je na škodu kvality balíka, že EK pristúpila k nemu bez toho aby bol III. Energetický liberalizačný balík z analyzovaný a na základe jeho plusov a mínusov bola pripravená nová legislatíva EÚ. III. Energetický balík bol liberalizačný, ale IV. energetický balík - Zimný energetický balík možno nazvať ako anti liberalizačný - viac regulácie. Je sprevádzaný heslami ako Revolúcia v energetike, Zelená energetika, Zelená ekonomika, ... a dokonca EÚ v roku 2050 bezuhlíková , bez uhlia a aj plynu. Ak sa ale pozrieme napr. na situáciu v plynárenstve, tak sa pripravujú a stavajú nové terminály na skvapalnený plyn, nahlas sa hovorí aj o novom plynovode z Nórska, samotná EK podporuje stovkami miliónov EUR výstavby nových plynovodov v EÚ. Do kontextu tzv. bez „uhlíkovej“ EÚ zapadá aj príprava výstavby plynovodu NordStream 2 z Ruska priamo do Nemecka. Tak ako to v skutočnosti je s tou bezuhlíkovou EÚ?

Smernica EP a Rady 2018/2001 z decembra 2018 o podpore využívania energie z OZE

Kontext smernice:

- je súčasťou tzv. Zimného energetického balíka, predložený Európskou Komisiou 30.11.2016,
- nastavuje rámec na rok 2030: finálna dohoda 32% OZE cieľ na úrovni EÚ na hrubej konečnej energetickej spotrebe záväzný, pôvodný návrh EK na úrovni 27% vychádzal z dohody Európskej Rady z 2014,
- identifikuje nevyužitý potenciál pre OZE v odvetví vykurovania a chladenia; odvetvie ktoré spotrebuje približne 50 % energie EÚ a 75 % spotrebovanej energie pochádza z fosílnych zdrojov,
- kľúčové body novely: snaha o integrovaný trh EÚ v oblasti OZE, stimuly pre decentralizovanú energiu, posilnenie práv spotrebiteľov, vytvorenie podmienok pre energetické komunity a samo-spotrebiteľov (tzv. „prosumers"), povinnosť zvyšovania podielu OZE vo vykurovaní a chladení, podpora pre odpadové teplo, rozšírenie kritérií udržateľného využívania aj na biomasu určenú na výrobu tepla a elektriny,
- zavádza samostatný (nový) článok pre CZT: s ustanoveniami týkajúcimi sa napr. povinnosti navyšovania podielu OZE v CZT, zavedenia prístupu tretích strán (výrobcov z OZE) ...
  - *Článok 23: Začleňovanie energie z OZE do vykurovania a chladenia ,* ods. 1- v odvetví vykurovania a chladenia „ ... členský štát sa snaží zvýšiť podiel energie z obnoviteľných zdrojov a chladenia o orientačnú hodnotu **1,3% ... „**
  - *Článok 24: Diaľkové vykurovanie a chladenie, ods. 4. písm. a)* „ ... snahou o zvýšenie podielu energie OZE a odpadového tepla alebo chladu v odvetví diaľkového vykurovania a chladenia najmenej **o 1 %** ... "
  - Smernica (článok 24) ustanovuje povinnosti, ale zároveň ochranu a podporu pre účinné systémy CZT (v zmysle definície zo Smernice o energetickej efektívnosti) = preferovaný typ CZT, zároveň ponúka členským štátom flexibilitu, pokiaľ podiel účinných systémov CZT a systémov do 20 MW pokrýva viac ako 90% celkového predaja jeho diaľkového vykurovania, v tom prípade ČŠ nemusí uplatniť ustanovenia článku 24 .

Vzhľadom na povinnosti pre sektor vykurovania (najmä zvyšovanie podielu OZE) a zároveň nástroje flexibility, ktoré novela smernica ponúka, bude proces transpozície smernice kľúčový, s cieľom rozložiť ťarchu rovnomerne, t. j. aj na sektor individuálneho vykurovania.

Systémy CZT vytvárajú už dnes inteligentný energetický systém. Charakter OZE, ich nepredikovateľnosť výroby, nerovnováha medzi okamžitou výrobou a potrebou energie, potreba záložných zdrojov a pod. si vyžaduje flexibilnú infraštruktúru. A práve systémy CZT, ktoré dokážu efektívnejšie implementovať OZE alebo kombinovanú výrobu elektriny a tepla, plnia úlohu integrátora /nástroja / infraštruktúry, ktorá dokáže efektívne prepájať výrobu a spotrebu, umožňuje skladovať energiu (v podobe tepla) v čase jej prebytku, využiť rôzne formy energie, ktoré v meste vznikajú, využiť „odpadové" teplo, ktoré inak uniká v podobe emisií do ovzdušia. Operátor systému CZT, ktorý prevádzkuje infraštruktúru vytvára v mestách žijúci, efektívne fungujúci, inteligentný systém.

Smernica EP a Rady 2018/2002 z 11. decembra 2018, ktorou sa mení smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti.

Pre sektor teplárenstva sú relevantné články 9a, 9b, 9c, 10a a príloha VII a.

- čl. 9a – Meranie v prípade vykurovania, chladenia a teplej úžitkovej vody
- čl. 9b - Pomerové meranie a rozdelenie nákladov v prípade vykurovania, chladenia a TÚV

- čl. 9c - Požiadavka diaľkového odpočtu
- čl. 10a - Informácie o vyúčtovaní a spotrebe tepla, chladu a TÚV
- Príloha VII a Minimálne požiadavky na vyúčtovanie a informácie o spotrebe v prípade vykurovania, chladenia a teplej úžitkovej vody

Na transpozíciu do národnej legislatívy majú členské štáty 18 mesiacov, s výnimkou niektorých článkov (čl.9, 9a, 10, 10a, 11 a 11a), na ktoré je stanovená lehota 24 mesiacov od vstúpenia smernice do platnosti.

Smernica EP a Rady 2018/844 z 30. mája 2018, ktorou sa mení smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti

Článok 9 smernice, Budovy s takmer nulovou spotrebou energie, Členské štáty zabezpečia aby:
a) od 31. decembra 2020 všetky nové budovy boli budovami s takmer nulovou spotrebou energie,
b) po 31. decembri 2018 boli nové budovy, v ktorých sídlia a ktoré vlastnia verejné orgány, budovami s takmer nulovou spotrebou energie.

Energetická hospodárnosť budov, t.j. je skutočná potreba energie pre budovu, alebo politická hospodárnosť, kde sa energetická hospodárnosť budov mení v závislosti na palive, mieste zdroja tepla a času kedy sa počíta? „Energetická hospodárnosť“ budov ako výsledok výpočtu globálneho ukazovateľa udáva skreslenú (účelovú) potrebu tepla pre budovu (v kWh/m2 a rok). Globálny (politicko-lobistický) ukazovateľ je závislý nie od potreby tepla pre budovu, teda od jej energetickej náročnosti, ale od paliva, typu zdroja tepla, umiestnenia zdroja tepla pre budovu a času kedy sa počíta. Marketing – budovy s nulovou potrebou energie.

Smernica EP a Rady 2018/410 zo 14. marca 2018, ktorou sa mení smernica 2003/87/ES s cieľom zlepšiť nákladovo efektívne znižovanie emisií a investície do nízkouhlíkových technológií a rozhodnutie (EÚ) 2015/181

Revidovaná smernica o systéme obchodovania s emisnými kvótami skleníkových plynov EU ETS zaviedla ako súčasť 4. fázy (2021-2030) viacero solidárnych finančných mechanizmov pre 10 členských štátov vrátane Slovenska:
- Modernizačný fond;
- Prechodné bezplatné prideľovanie emisných povoleniek pre výrobu elektrickej energie (článok 10c Smernice);
- Emisné povolenky vyhradené na účely solidarity.

Stanovuje sa rámec pre obchodovateľné obdobie 2021 – 2030, týka sa zariadení > 20 MW s cieľom znížiť do roku 2030 celkové emisie skleníkových plynov o minimálne 40% pod úroveň z roku 1990 nákladovo-efektívnym spôsobom (z toho vyplýva cieľ pre sektory v ETS znížiť emisie o 43% v porovnaní s rokom 2005). Nadväzuje na vytvorenie „trhovej stabilizačnej rezervy (MRS)“, zavedená v reakcii na prudký pokles trhových cien emisných povoleniek z dôvodu ich prebytku. Novela smernice zavádza:

Ročné znižovanie emisného stropu o 2,2% (lineárny faktor redukcie) zo súčasných 1,74% ,
- sektorom, ktoré sú ohrozené únikom uhlíka budú naďalej prideľované emisné povolenky bezodplatne do výšky 100% (na základe benchmarkov), ostatným sektorom do 30% (vrátane teplárenstva),
- množstvo povoleniek v MSR bude dočasne zdvojnásobené do 2023.

Smernica má ambiciózne ciele na jednej strane a zároveň ponúka isté nástroje a možnosti kompenzácie na strane druhej: možnosť bezodplatného pridelenia kvót CO2 ako kompenzácia

za investície do znižovania CO2 (článok 10c), zriadenie Modernizačného fondu (článok 10d), Fond na inovácie.

Článok 10c: Poskytuje členským štátom možnosť poskytovať bezodplatné kvóty pre odvetvie energetiky výmenou za investície do modernizácie.

Článok 10c pre SR znamená :

- poslednú možnosť využiť dotačný program len na modernizáciu energetického sektora v SR,
- program už úspešne funguje v susedných krajinách (napr. ČR) v súčasnom období 2013-2020 a bude aj v období 2021-2030,
- nevyužitie v SR by znamenalo konkurenčnú nevýhodu,
- EK vydá k článkom 10c a 10d vykonávacie predpisy, usmernenia.

Smernica schválená Európskym parlamentom a Radou EÚ vo februári 2018. Transponovaná do národných politík musí byť do októbra 2019. Pri transpozícii bude dôležité zabezpečiť aby SR využila článok 10c v akéjkoľvek forme a peniaze za emisie skončili ako investičná pomoc pre nové technológie v energetike a priemysle.

Teplárenské zdroje v systéme EU ETS sú zdroje > 20 MW. Ich spotrebitelia sú dnes diskriminovaní voči individuálnym zariadeniam a zdrojom do 20 MW, lebo v cene tepla platia aj dodatočný náklad na nákup povoleniek CO2. Za individuálne zdroje emisie v podstate platí štát. Pri raste cien povoleniek hrozí strata konkurencieschopnosti výroby tepla z týchto zdrojov a riziko „úniku uhlíka na národnej úrovni“, t. j. odpájanie sa od CZT a presun tvorby emisií zo sektora podliehajúceho EU ETS do oblasti mimo ETS (napr. domové kotolne).

Jedným z nadväzujúcich dokumentov k novele Smernice o EU ETS pre obdobie 2021-2030 (IV obchodovateľné obdobie) je Delegované Nariadenie EK, ktorým sa ustanovujú pravidlá bezodplatného prideľovania emisných kvót (mení súčasné Rozhodnutie Komisie 2011/278/EU). Je relevantné vo vzťahu k CZT / KVET vzhľadom k tomu, že aj počas IV. obch. obdobia bude pre teplo dodané do CZT určité množstvo povoleniek CO2 pridelené bezodplatne - postup pri výpočte tohto množstva budú určovať práve aktualizované pravidlá.

Nariadenie EP a Rady (EÚ) 2018/1999 z 11. decembra 2018 o riadení energetickej únie a opatrení v oblasti klímy

- Do 31.12.2018 mali členské štáty predložiť EK návrh Národných energetických a klimatických plánov (NEKP) na roky 2021-2030 (nestihli ČR, Bulharsko, Cyprus, Grécko, Maďarsko, Luxembursko, Španielsko)
- Do 1.4.2019 EK vypracuje Návrh dlhodobej stratégie EÚ pre sníženie emisií skleníkových plynov (mala by zohľadniť návrhy integrovaných vnútroštátnych plánov členských štátov v oblasti energetiky a klímy)
- EK vydá doporučenia k predloženým NEKP
- Do 31.12.2019 členské štáty predložia EK finálne Integrované plány v oblasti energetiky a klímy.
- Do 1.1.2020 členské štáty predložia EK dlhodobú stratégiu s perspektívou na aspoň 30 rokov, teda do roku 2050

V nadväznosti na Smernicu EÚ o podpore využívania energie z OZE a Nariadenie Európskeho parlamentu a rady o Riadení Energetickej únie (tzv. Governance) pripravilo MH SR Národný klimaticko-energetický plán. Toto nariadenie udáva členským štátom jednotnú štruktúru národných klimaticko- energetických plánov a jeho cieľom je (ako sa píše v dôvodovej správe) zefektívnenie a zjednotenie povinností týkajúcich sa plánovania, podávania správ, ktoré budú mať členské štáty povinnosť predkladať v pravidelných intervaloch EK. Tento dokument sa dotýka aj teplárenstva.

DOPAD EURÓPSKEJ A NÁRODNEJ LEGISLATÍVY NA VYKUROVANIE Z POHĽADU OZE

Ing. Mgr. Juraj Novák
Ministerstvo hospodárstva SR
Sekcia energetiky
Odbor energetickej a surovinovej politiky
Mlynské nivy 44/a
827 15 Bratislava
e-mail: novak@mhsr.sk

Abstrakt
This lecture deals with the impact of approved legislation on the heating industry. In the second half of 2018, two legislative regulations were adopted that will affect the heating industry for a long time. The first regulation is the approved reform of the support for electricity production in Act no. 309/2009 Coll., Which emphasizes market-oriented type of support, is in line with the best foreign practice and requirements of European Union legislation. The key principle is to maintain the conditions for existing electricity producers eligible for support. The new rules in the law entered into force in January 2019.

The second is Directive 2018/2001 of the European Parliament and of the Council of 11 December 2018 on the promotion of the use of energy from renewable sources. The transposition of directive will affect the heating industry for at least next decade. The goal of directive is to increase the share of renewable energy in heating.

1. ÚVOD

V druhej polovici 2018 boli schválené dva legislatívne predpisy, ktoré na dlhé obdobie ovplyvnia teplárenstvo. Prvým predpisom je schválená reforma podpory výroby elektriny v zákone č. 309/2009 Z.z., ktorá dáva dôraz na trhovo orientovaný typ podpory, je v súlade s najlepšou zahraničnou praxou a požiadavkami legislatívy Európskej únie. Kľúčovým princípom je zachovanie podmienok pre existujúcich výrobcov elektriny, ktorí majú nárok na podporu. Nové pravidlá v zákone začali platiť od januára 2019.

Druhým predpisom je smernica Európskeho parlamentu a Rady 2018/2001 z 11. decembra 2018 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov (Smernica o OZE). Smernica o OZE po transpozícii ovplyvní teplárenstvo minimálne na ďalšie desaťročie a jej cieľom je zvýšiť podiel obnoviteľných zdrojov energie vo vykurovaní.

2. DOPAD NÁRODNEJ LEGISLATÍVY NA TEPLÁRENSTVO

Podpora výroby elektriny z obnoviteľných zdroj energie (OZE) a vysokoúčinnou kombinovanou výrobou je riešená zákonom č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov (ďalej len „Zákon o podpore OZE“). Zákon nadobudol účinnosť 1. septembra 2009. Systém podpory elektriny z OZE je založený na systéme výkupných cien, ktoré sú garantované 15 rokov od uvedenia zariadenia do prevádzky alebo od rekonštrukcie zariadenia.

Nové nastavenie podpory má za cieľ splniť záväzky, ktoré sú stanovené v Národnom akčnom pláne pre energiu z obnoviteľných zdrojov nákladovo efektívnym spôsobom a bez neúmerného zvyšovania cien elektriny. Zároveň má ambíciu plniť ciele v oblasti teplárenstva vo vzťahu k prechodu na účinnejšie a environmentálne prijateľnejšie vykurovanie v centralizovanom zásobovaní teplom. Nový systém podpory je transparentný, udržateľný a v súlade s usmernením pre štátnu pomoc v oblasti ochrany životného prostredia a energetiky na roky 2014 a 2020.

Nový systém podpory OZE napĺňa nasledujúce princípy:

- Zachovanie podmienok pre existujúcich výrobcov
- Centrálna správa systému
- Trhový výkup a využitie elektriny
- Stabilné a efektívne financovanie
- Trhové mechanizmy prideľovania podpory - aukcie

Za odber elektriny od existujúcich výrobcov ako aj nových podporovaných formou výkupných cien (Feed-in-Tariff – FiT) zodpovedá jednotný výkupca. Jednotný výkupca bude určený aukciou, resp. v prípade neúspešnej aukcie určený štátom. Tento výkupca môže elektrinu ďalej predávať na trhu. Cena vykupovanej elektriny odobranej jednotným výkupcom bude určená Úradom pre reguláciu sieťových odvetví vo vyhláške. V kontexte znižovania administratívnych nákladov, celkového zjednodušenia systému a zväčšenia transparentnosti pre výrobcu bude dátový manažment zastrešený pod jednou centrálnou entitou, a to organizátorom krátkodobého obchodovania s elektrinou (OKTE). Celková podpora OZE je financovaná poplatkom zákazníka v tarife za prevádzkovanie systému (TPS). V prípade, že sa nájde politická vôľa môže byť aj príspevkom zo štátneho rozpočtu.

Z hľadiska trvalej udržateľnosti systému podpory sa navrhla zmena systému podpory elektriny z OZE na viac trhovo orientovaný typ podpory. Základnou formou podpory pre všetky nové zariadenia s inštalovaným výkonom nad 500 kW je podpora prostredníctvom príplatku (Feed-in-Premium), poskytovaného organizátorom krátkodobého trhu s elektrinou, pričom výrobca bude sám zodpovedný za predaj elektriny. Takýto výrobca tiež sám nesie zodpovednosť za odchýlku s tým, že má právo zmluvou preniesť zodpovednosť za odchýlku na iného účastníka trhu s elektrinou, ktorý je subjektom zúčtovania. Predpokladom poskytovania podpory formou príplatku pre všetky nové zariadenia s inštalovaným výkonom nad 500 kW je úspech vo výberovom konaní – aukcia na zariadenia výrobcov elektriny.

Okrem systému aukcií zostáva pre nových výrobcov s inštalovaným výkonom do 500 kW vrátane systém podpory vopred stanovenými výkupnými cenami. Výrobcovia s inštalovaným výkonom do 250 kW má právo na výkup elektriny a prevzatie zodpovednosti za odchýlku. Pri tejto forme podpory za výkup elektriny zodpovedá jednotný výkupca elektriny. Forma podpory výkupu elektriny a prevzatie zodpovednosti za odchýlku bude poskytovaná len do

roku 2033. Okrem vyššie uvedených foriem podpory pre elektrinu z OZE bola zavedená aj podpora lokálneho zdroja. Lokálny zdroj je zariadenie na výrobu elektriny z obnoviteľného zdroja energie, ktoré vyrába elektrinu na pokrytie spotreby odberného miesta identického s odovzdávacím miestom tohto zariadenia na výrobu elektriny a ktorého celkový inštalovaný výkon je do 500 kW, najviac však vo výške maximálnej rezervovanej kapacity takéhoto odberného miesta. Ustanovuje sa, že výrobca elektriny, ktorý spotrebuje elektrinu ako spotrebiteľ v mieste výroby elektriny, neplatí za spotrebovanú elektrinu tarifu za prevádzkovanie systému.

Mimo podpory elektriny z OZE sa mení aj systém podpory elektriny vyrobenej vysokoúčinnou kombinovanou výrobou. Podpora výkupnými cenami bude pre zariadenia s inštalovaným výkonom do 1 MW a zároveň musia splniť podmienku najmenej 60 % vyrobeného tepla na dodávku tepla centralizovaným zásobovaním tepla. Pre zariadenia nad 1 MW sa zachovala podpora formou doplatkom aj pre rekonštruované zariadenia výrobcov elektriny vysoko účinnou kombinovanou výrobou s inštalovaným výkonom od 1 MW vrátane, ktoré sú v podstatnej miere určené pre dodávku tepla pre verejnosť prostredníctvom centralizovaného zásobovania teplom (60 % tepla dodávaného prostredníctvom CZT, ktorým sa dodáva teplo pre verejnosť najmenej v podiele 60 %). Dôvodom zachovania podpory pre tento typ zariadení je potreba zachovanie existencie takýchto zariadení z dôvodu ich unikátnej úlohy, ktorou je zásobovanie verejnosti teplom. Takéto zdroje budú mať nárok na podporu iba v prípade rekonštrukcie a modernizácie, pôjde teda len o existujúce zdroje, ktoré splnia podmienky určené zákonom. Akékoľvek nové zdroje s inštalovaným výkonom od 1 MW vrátane budú môcť byť podporené len formou príplatku a len na základe úspechu aukcii. Takto formulovaný návrh zachovania podpory pre existujúce zariadenia výrobcov elektriny zabezpečujúce dodávku tepla pre domácnosti zodpovedá výnimke z povinnosti organizovať výberové konania pre nové výrobné kapacity podľa bodu 126 písm. a) usmernenia Komisie, z dôvodu, že oprávnený je len jeden alebo veľmi obmedzený počet projektov alebo lokalít.

V prípade zvýšenia inštalovaného výkonu v rámci rekonštrukcie a modernizácie zariadení výrobcu elektriny tak, že podpora bude patriť len na pomerné množstvo elektriny, pričom rozhodujúci bude inštalovaný výkon pred rekonštrukciou a modernizáciou. Takýto návrh je primeraný vzhľadom na niektoré technické obmedzenia, ktoré môžu pri rekonštrukcii alebo modernizácii nastať. Z dôvodu možnosti čerpania prostriedkov z fondov EÚ pre účely rekonštrukcie alebo modernizácie existujúcich zariadení výrobcov elektriny vysoko účinnou kombinovanou výrobou sa navrhuje umožniť súbeh takejto formy podpory s podporou podľa tohto zákona. Uvedený súbeh nie je v rozpore z pravidlami štátnej pomoci v energetike (bod 150 usmernenie Komisie) s tým, že akákoľvek v minulosti poskytnutá investičná pomoc by sa mala od prevádzkovej pomoci odpočítať.

3. DOPAD EURÓPSKEJ LEGISLATÍVY NA TEPLÁRENSTVO

Podľa schválenej smernici o OZE predstavuje odvetvie vykurovania a chladenia približne polovicu konečnej energetickej spotreby Európskej únie a považuje sa za kľúčové odvetvie pre urýchlenie dekarbonizácie energetického systému. Okrem toho je tiež strategickým odvetvím z hľadiska energetickej bezpečnosti, pretože sa predpokladá, že približne 40 % spotreby energie z obnoviteľných zdrojov do roku 2030 by malo pochádzať z vykurovania a chladenia z obnoviteľných zdrojov. Chýbajúca harmonizovaná stratégia na úrovni Únie, nedostatok internalizácie externých nákladov a fragmentácia trhov s vykurovaním a chladením však viedli doteraz v tomto odvetví k pomerne pomalému pokroku.

Smernica chce posilniť istotu pre investorov, rešpektuje zásadu prvoradosti energetickej efektívnosti a podporuje úsilie v oblasti dodávky vykurovania a chladenia z obnoviteľných zdrojov s cieľom prispieť k postupnému zvýšeniu podielu energie z obnoviteľných zdrojov. Je tiež dôležité zabezpečiť, aby potenciálne využívanie vykurovania a chladenia z obnoviteľných zdrojov nemalo nepriaznivé vedľajšie účinky na životné prostredie ani neviedlo k neprimeraným celkovým nákladom.

Diaľkové vykurovanie a chladenie predstavuje v súčasnosti približne 10 % dopytu po teple v celej Únii, medzi členskými štátmi však existujú veľké rozdiely. V stratégii Komisie týkajúcej sa vykurovania a chladenia sa uznal potenciál diaľkového vykurovania pre dekarbonizáciu prostredníctvom zvýšenia energetickej efektívnosti a zavedenia energie z obnoviteľných zdrojov.

V oblasti diaľkového vykurovania je preto nevyhnutné, aby sa umožnil prechod z daného paliva na energiu z obnoviteľných zdrojov a zabránilo sa regulačnému a technologickému zaostávaniu a technologickému zablokovaniu prostredníctvom posilnených práv výrobcov energie z obnoviteľných zdrojov a koncových odberateľov, a ku koncovým odberateľom sa dostali nástroje na uľahčenie výberu medzi riešeniami najvyššej energetickej hospodárnosti, ktoré zohľadňujú budúce potreby vykurovania a chladenia v súlade s očakávanými kritériami energetickej hospodárnosti budov. Koncovým odberateľom by sa mali poskytnúť transparentné a spoľahlivé informácie o účinnosti systémov diaľkového vykurovania a chladenia a o podiele energie z obnoviteľných zdrojov na ich konkrétne dodávky tepla alebo chladu.

Spotrebitelia systémov diaľkového vykurovania, ktoré nie sú účinnými centralizovanými systémami zásobovania teplom budú mať možnosť výroby tepla z energie z obnoviteľných zdrojov. Možnosť odpájania v danom prípade môže byť obmedzená len na tých spotrebiteľov, ktorí preukážu, že plánované alternatívne riešenie dodávky tepla výrazne zvýši energetickú hospodárnosť. Posúdenie energetickej hospodárnosti alternatívneho riešenia dodávky môže byť založené na energetickom certifikáte.

4. ZÁVER

Dosah nedávno schválenej národnej a európskej legislatívy pre sektor teplárenstva bude pre najbližšie roky značný. Podpora vysokoúčinnej kombinovanej výroby prostredníctvom zákona o OZE by mala zabezpečiť väčšiu dodávku tepla účinnými systémami centralizovaného zásobovania teplom. Zároveň v prípade existujúcich zdrojov na kombinovanú výrobu elektriny a tepla bude stimulovať ich rekonštrukcie k efektívnejšiemu využitiu primárnych zdrojov. Európska legislatíva v podobe smernice o OZE spolu s pripravovaným klimaticko-energetickým plánom pre roky 2021 a 2030 prinesie väčší tlak na využívanie obnoviteľných zdrojov energie a energetickú hospodárnosť systémov zásobovania teplom.

Literatúra

[1] SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2018/2001 z 11. decembra 2018 o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov (prepracované znenie)

ODBORNE O ENERGII – NÁRODNÝ PROJEKT SIEA

Dr. Ing. Kvetoslava Šoltésová, CSc.
Slovenská inovačná a energetická agentúra – pracovisko Banská Bystrica
Odbor legislatívy, metodológie a vzdelávania
Rudlovská cesta 53
974 01 Banská Bystrica
e-mail:
kvetoslava.soltesova@siea.gov.sk

Abstrakt
Operačný program Kvalita Životného prostredia je v rámci štvrtej prioritnej osi určený na opatrenia, ktoré prispievajú k energeticky efektívnemu nízkouhlíkovému hospodárstvu vo všetkých sektoroch. Investičná priorita č. 4 je orientovaná na podporu zvyšovania počtu miestnych plánov a opatrení súvisiacich s nízkouhlíkovou stratégiou pre všetky typy území. V rámci tejto investičnej priority je implementovaný aj národný projekt Slovenskej inovačnej a energetickej agentúry Odborne o energii, ktorý je určený najmä pre špecialistov v oblasti nízkouhlíkového hospodárstva

1. ÚVOD

Prechod na nízkouhlíkové hospodárstvo je jedným zo základných cieľov Európskej únie. Dôležitým predpokladom na dosiahnutie tohto cieľa je realizácia nízkouhlíkových opatrení najmä v oblasti energetickej efektívnosti a využívania obnoviteľných zdrojov energie. Optimalizácia takýchto opatrení vyžaduje dostatok kvalifikovaných informácií pre špecialistov, ktorí sa venujú ich návrhu a realizácii. Na tento účel bol navrhnutý a schválený národný projekt Slovenskej inovačnej a energetickej agentúry „Odborne o energii“. Projekt je financovaný z Európskeho fondu regionálneho rozvoja prostredníctvom operačného programu Kvalita životného prostredia a nadväzuje na dva národné projekty SIEA z programového obdobia 2007-2013 a to NP „Podpora osvety a poradenstva v rámci efektívneho využívania energie a využívania obnoviteľných zdrojov energie, vrátane zvýšenia informovanosti širokej verejnosti – Žiť energiou“ a pilotný projekt „Podpora nástrojov na zavádzanie a optimalizáciu opatrení v oblasti energetickej efektívnosti verejných budov“.

2. HLAVNÉ AKTIVITY PROJEKTU

Hlavná aktivita projektu „Zavádzanie systému pravidelného poradenstva a zvyšovania informovanosti pre verejný sektor, energetických manažérov, audítorov, poskytovateľov energetických služieb“ bude zabezpečená dvomi podaktivitami a to zriadením a prevádzkou Centra podpory informačnej platformy a vykonaním energetických auditov vo verejných budovách.

2.1 Centrum podpory informačnej platformy

Centrum podpory informačnej platformy (ďalej „centrum“) je určené pre špecialistov alebo záujemcov o špecializáciu:

1. technik realizácie opatrení energetickej efektívnosti a využívania OZE na výrobu elektriny alebo tepla,
2. projektant opatrení energetickej efektívnosti a využívania OZE,
3. poskytovateľ garantovaných energetických služieb,
4. manažér v elektroenergetike,
5. manažér v plynárenstve,
6. manažér v tepelnej energetike,
7. energetický audítor,
8. technik kontroly vykurovacích systémov,
9. technik kontroly klimatizačných systémov,
10. energetický manažér vo verejnom sektore.

Každá z uvedených špecializácií predstavuje jeden systém kontinuálneho zvyšovania informovanosti. Základné informácie budú v jednotlivých systémoch informovanosti obsahovať súbory z oblasti relevantných všeobecne záväzných právnych predpisov, základných technických predpisov a príkladov dobrej praxe. Úvodné poskytovanie informácií bude zabezpečené podstránkou na webovom sídle SIEA a následne po obstaraní prevádzkovateľa webového sídla na www.odborneoenergii.sk. Po vytvorení prvého návrhu systémov informovanosti SIEA v spolupráci so zástupcami ústrednej správy a územnej samosprávy, s profesijnými združeniami (napr. Cech vykurovania a tepelnej techniky, Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia, Slovenský zväz výrobcov tepla, Slovenský zväz pre chladiacu a klimatizačnú techniku, Združenie priemyselných odberateľov energie, Zväz elektrotechnického priemyslu a pod.), slovenskými partnermi projektu „BUILD UP SKILLS“, ktorý koordinuje Zväz stavebných podnikateľov Slovenska a inými relevantnými inštitúciami, spracuje prieskum a posúdi prvý návrh systémov informovanosti o energeticky efektívnom nízkouhlíkovom hospodárstve špecialistov, ktorí sa budú dlhodobo zaoberať navrhovaním a realizáciou nízkouhlíkových opatrení. Na tento účel zriadi pracovnú skupinu, v ktorej sa budú priebežne prerokovávať aktuálne zistenia a navrhovať vhodné nástroje.

Špecialisti, súčasní a aj budúci, môžu priebežne navrhovať úpravy systémov a to aktívnou účasťou v pracovných skupinách, ktoré sa budú pravidelne stretávať

Prostredníctvom poskytovania informácii v tlačenej a elektronickej forme, vytváraním prístupných databáz a výpočtových nástrojov použiteľných pre efektívnu aplikáciu nízkouhlíkových opatrení sa zabezpečia podmienky pre kontinuálne zvyšovanie

informovanosti cieľových skupín v oblasti návrhu a realizácie opatrení energetickej efektívnosti a využívania obnoviteľných zdrojov energie.

2.2 Energetické audity vo verejných budovách

Podaktivita bude zameraná na vypracovanie energetických auditov budov s dôrazom na návrh nízkouhlíkových opatrení a využitia energetických služieb s garantovanou úsporou energie. Prostredníctvom expertov sa poskytne technická a odborná podpora pri monitorovaní a riadení spotreby energie vo verejných budovách a vypracuje sa 125 energetických auditov, ktorých súčasťou bude aj prevádzkové meranie významných spotrebičov energie vo verejnej budove. Pri vypracovaní energetických auditov sa predpokladá aktívna účasť prevádzkovateľa auditovanej verejnej budovy tak, aby získal technické skúsenosti na aplikáciu nízkouhlíkových opatrení, ako aj v oblasti merania a riadenia spotreby energie v budove. Prevádzkové meranie pre vybraný počet meracích miest bude zabezpečené prostredníctvom služby externej odbornej inštitúcie, ktorá bude vybraná na základe výsledkov verejného obstarávania. Prevádzkovým meraním sa určí profil spotreby energie pre významné spotrebiče. Pred zabezpečením realizácie energetických auditov vypracuje SIEA postup výberu pre auditované budovy a aktualizuje metodiku postupu pri výkone energetických auditov, ktorá bola vypracovaná v rámci národného projektu „Podpora nástrojov na zavádzanie a optimalizáciu opatrení v oblasti energetickej efektívnosti verejných budov“. Aktualizácia bude zameraná na zmenu predpisov v danej oblasti, na doplnenie metodiky určenia profilu spotreby energie prevádzkovým meraním a na posúdenie navrhnutých opatrení podľa princípov Koncepcie rozvoja garantovaných energetických služieb vo verejnom sektore.

3. ZÁVER

Po ukončení projektu bude pre jednotlivé skupiny špecialistov v oblasti navrhovania a realizácie nízkouhlíkových opatrení k dispozícii rozsiahla informačná platforma, ktorá významne prispeje k zlepšeniu kvality ich práce a to najmä v súvislosti s plnením cieľov EÚ v oblasti tzv. klimaticko-energetického balíčka. Významným prínosom budú najmä informácie o dopadoch nízkouhlíkových opatrení na kvalitu životného prostredia, najmä čistotu ovzdušia. Pre fyzické osoby, ktoré sa budú chcieť špecializovať v predmetnej oblasti bude k dispozícii praktický „štartovací“ balíček informácii, na základe ktorého budú môcť zvyšovať svoju informovanosť. Očakáva sa užšia a efektívnejšia spolupráca medzi projektantmi, energetickými audítormi, poskytovateľmi energetických služieb a technikmi(inštalatérmi) a to na základe informácií získaných prevádzkou centra, s cieľom realizovať nízkouhlíkové opatrenia efektívne s minimálnym negatívnym dopadom na životné prostredie a to od fázy prípravy až po samotnú realizáciu a využívanie realizovaných opatrení. Pre verejný sektor bude k dispozícii 125 energetických auditov s návrhom odporúčaní na realizáciu nízkouhlíkových opatrení so špecifickým posúdením možnosti využitia garantovaných energetických služieb a zamestnanci verejného sektora získajú praktické skúsenosti s priebežným vyhodnocovaním spotreby energie a budú môcť včas zasiahnuť v prípadoch významnej odchýlky od štandardných hodnôt.

Ak máte záujem zapojiť sa do nášho projektu, dostávať od nás najnovšie informácie z jedného alebo viacerých systémov kontinuálneho zvyšovania informovanosti, zašlite nám e-mailom **vyplnený súhlas** so spracovaním osobných údajov a na jeho základe Vás budeme čoskoro kontaktovať http://www.siea.sk/odborne-o-energii/

AKÁ JE BUDÚCNOSŤ ZEMNÉHO PLYNU NA ZELENOM SLOVENSKU

Ing. Ján Klepáč, MGBM
Slovenský plynárenský a naftový zväz
Mlynské nivy 44/a
821 09 Bratislava
e-mail: klepac@sgoa.sk

Abstrakt
Dosiahnuť ciele Parížskej klimatickej dohody COP21, v ktorej sa 195 štátov zaviazalo udržať globálne oteplenie pod 2°C si vyžaduje kompletné prebudovanie európskeho energetického systému a prísne obmedzenie emisií skleníkových plynov do roku 2050 o 80 až 95% v porovnaní s úrovňami v roku 1990. Príspevok sa zaoberá súčasným i budúcim využitím zemného plynu v Európe i na Slovensku a špecifikuje možnosti jeho dekarbonizácie. Zemný plyn môže byť nahradený jeho uhlíkovo-neutrálnymi formami. Veľkou výzvou pre plynárenské odvetvie je ponúknuť dlhodobú stratégiu pre zemný plyn v rámci európskej stratégie „Čistá planéta pre všetkých".

1. ÚVOD

Najprv sa pozrime aká je prognóza využitia zemného plynu vo svete v najbližších piatich rokoch. Opieram sa o renomovaný zdroj – prezentáciu, ktorú predniesol výkonný riaditeľ Medzinárodnej energetickej agentúry Fatih Birol na Svetovej plynárenskej konferencii vo Washingtone v júni 2018 [1]. Závery:

- dopyt po zemnom plynu bude rásť vďaka jeho flexibilite a vďaka jeho schopnosti okamžite zmierniť environmentálne problémy;
- na globálne trhy s plynom budú vplývať tri štrukturálne zmeny:
  - Čína sa stane najväčším svetovým importérom zemného plynu
  - USA sú najväčším svetovým exportérom zemného plynu a ťažba bridlicového plynu i vývoz LNG z USA budú významne rásť
  - v spotrebe zemného plynu predbehne priemysel výrobu elektriny;
- budúcnosť zemného plynu zostáva sľubná, ale kladie pre zemný plyn nové výzvy:
  - uskutočniť reformu trhu s plynom a podporiť jeho konkurencieschopnosť v rozvíjajúcich sa ekonomikách
  - vyriešiť úniky metánu v plynárenskom reťazci;
- spotreba zemného plynu bude rásť vo všetkých scenároch Medzinárodnej plynárenskej únie do roku 2040.

2. SITUÁCIA V EURÓPE

Vo všeobecnosti sa uznáva, že do roku 2030 bude dopyt po zemnom plyne v Európe významne rásť a to aj v dovoze potrubného zemného plynu aj LNG, kvôli klesajúcej domácej ťažbe, náhrade uhlia a niekde aj jadrových elektrární a vo využití zemného plynu v tandeme s prerušiteľnými obnoviteľnými zdrojmi. Podľa [2] však budúcnosť zemného plynu bude v Európe rozdielna. Vlády Veľkej Británie, Holandska, Nemecka, Francúzska, Belgicka, Talianska a Španielska sa zaviazali realizovať po r. 2030 masívnu dekarbonizáciu, aby splnili ciele Parížskej klimatickej konferencie COP 21. Nie je predpoklad, že by tieto ciele opustili alebo významne oneskorili. Treba si uvedomiť, že tieto trhy predstavujú spoločne takmer 75% európskej spotreby zemného plynu.

V stredoeurópskych a východoeurópskych krajinách otázky kvality ovzdušia, dostupnosti a bezpečnosti dodávok sú v energetickej agende významnejšie ako dekarbonizácia a drastické zvyšovanie podielu obnoviteľných zdrojov v energetickom mixe. Na tieto dve európske energetické identity upozornil aj Alexander Duleba počas konferencie Energofórum v októbri 2017 v Jasnej pod Chopkom. K podobným výsledkom dospel aj EU Coalition Explorer, čo je unikátny nástroj na mapovanie spojenectiev v EÚ prostredníctvom rozhovorov s profesionálmi, ktorí majú najväčší vhľad do tvorby európskej politiky jednotlivých členských krajín. V Bratislave jeho aktualizované výsledky z roku 2018 prezentovala šéfka bruselskej kancelárie think – tanku ECFR (European Council for Foreign Relations) Almut Möller. Dáta, ktoré predstavila ukazujú slabé prepojenia medzi východnou a západnou časťou EÚ a od roku 2016 podľa nej ešte viac zoslabli.

Z uvedeného vyplýva, že spoločný európsky energetický príbeh pre všetky krajiny EÚ nebude pravdepodobne možný. Jednotlivé krajiny majú rozdielne energetické mixy a tým pádom sledujú rozdielne dekarbonizačné cesty. Aj vplyv dekarbonizácie na jednotlivých hráčov plynárenského reťazca je rozdielny. V každom prípade pre európske plynárenské odvetvie nezostáva veľa času, aby presvedčilo vlády, mimovládne organizácie a médiá o prednostiach zemného plynu. V tomto smere budú veľmi zaujímavé výsledky volieb do Európskeho parlamentu v máji 2019.

3. SITUÁCIA NA SLOVENSKU

Zemný plyn má v slovenskom energetickom mixe pomerne stabilnú pozíciu, v ostatných rokoch asi 24%, čo zhruba zodpovedá i európskemu priemeru. Ak si spravíme malú energetickú bilanciu elektrina – plyn dostaneme nasledovné závery:

Konečná spotreba elektriny na Slovensku je v ostatných rokoch 31TWh. Tento objem elektriny sa vyrába v dvoch jadrových elektrárňach (Jaslovské Bohunice, Mochovce), v dvoch tepelných elektrárňach (Nováky, Vojany), v dvadsiatichdvoch vodných elektrárňach (Vážska kaskáda), vodnej elektrárni Gabčíkovo, v prečerpávacej vodnej elektrárni Čierny Váh a v nešpecifikovanom množstve paroplynových kogeneračných, FVE a OZE elektrárňach. Nazvime tento zoznam elektroenergetickou flotilou Slovenska.

Zároveň koncová spotreba zemného plynu na Slovensku je približne 5 mlrd. m^3. Keď toto množstvo prepočítame na energetické jednotky, dostaneme sa k číslu 53 TWh. Ak by sme teda chceli nahradiť zemný plyn kompletne elektrickou energiou z bezuhlíkového prostredia, museli by sme kapacitu slovenskej energetickej flotily strojnásobiť. Iste je to lákavá predstava, najmä na Slovensku, kde sa dostavba dvoch blokov jadrovej elektrárne Mochovce niekoľkokrát predražila a termín sa niekoľkokrát posúval.

Plyn je fosílnym palivom, avšak spomedzi všetkých fosílnych zdrojov má pri spaľovaní takmer o polovicu menej CO2, ako čierne uhlie. Hoci sa neradí medzi alternatívne zdroje energie, je spomedzi fosílnych palív najčistejším energetickým zdrojom. Naviac sú rýchle vyvíjané tzv. „carbon capture“ technológie, ktoré by pri priemyselnom spaľovaní plynu vedeli zachytávať CO2 s cieľom neutralizácie jeho účinkov na atmosféru našej planéty (napr. zatláčanie CO2 do prázdnych vrtov po vyťažení zemného plynu a pod.). Do výstavby plynovodov vrátane technológií skvapalňovania plynu sa doposiaľ investovali v globálnej ekonomike obrovské finančné zdroje. Európa má bohatú štruktúru plynovodov, stavajú sa ďalšie a rozpracovávajú nové trasy. Celosvetové zásoby plynu (223 rokov pri zachovaní súčasného objemu ťažby) predstavujú i do budúcnosti stále perspektívny zdroj energie.

Bez toho, aby sme na tomto mieste rozoberali dôvody, môžeme pokojne konštatovať, že emisie CO2, na rozdiel od niektorých iných štátov EÚ, nie sú hlavným environmentálnym problémom Slovenska. Celkové antropogénne emisie skleníkových plynov od roku 1990 poklesli o 46% a po odstavení uhoľnej elektrárne Nováky klesnú ďalej. Problém, kvôli ktorému EK kritizuje SR, sú vysoké koncentrácie karcinogénnych jemných prachových častíc (PM 2,5 a PM 10), za ktoré sú zodpovedné spaľovanie biomasy a uhlia hlavne v lokálnych kúreniskách, spaľovacie dieselové motory a spaľovne odpadu.

Energetická bezpečnosť z pohľadu zemného plynu predstavuje tému diverzifikácie zdrojov a trasovania plynu od zdrojov cez prepravcov k spotrebiteľom. Slovenská republika má vybudovanú veľmi silnú plynárenskú infraštruktúru. Prepravná kapacita slovenského prepravcu plynu EUSTREAM, a.s. je 94 mld. m³, čo je najväčšia prepravná kapacita v EÚ. V r. 2017 bolo cez územie SR prepravených 64,2 mld. m³, kompresorová stanica Veľké Kapušany je najvýkonnejšia v celej Európe.

Na Slovensku je 34.525 kilometrov distribučných plynovodov (SPP – Distribúcia, a.s.), pokrývajúcich 77% miest a obcí, v ktorých žije 94% obyvateľov. K tejto sieti je pripojených 1.518.019 koncových odberateľov. V rámci Európy je vyššia penetrácia plynovodných sietí len v Holandsku.

Súčasné uskladňovacie kapacity (NAFTA a.s.) slovenských podzemných zásobníkov zemného plynu sú 3,4 mld. m³. Okrem toho Slovensko využíva podzemný zásobník v ČR (Dolné Bojanovice) a uvažuje sa s výstavbou ďalšieho zásobníka na slovensko–ukrajinskej hranici. Ak tieto kapacity započítame do celkovej bilancie, SR bude schopná uskladniť do podzemných zásobníkov prakticky celú svoju ročnú spotrebu zemného plynu.

4. OZELENENIE ZEMNÉHO PLYNU

Aj keď je zemný plyn najčistejšie fosílne palivo, stretávame sa stále častejšie so snahami zemný plyn ozeleniť. Z európskych smerníc vyplýva, že pod týmto názvom sa chápe znižovanie podielu „fosílnych uhľovodíkov“ pridávaním metánu a vodíka vyrobených z obnoviteľných zdrojov. Možnosti ozelenenia resp. dekarbonizácie zemného plynu sú už dnes dobre známe a môžeme ich rozdeliť do niekoľkých skupín:

- bioplyn a biometán
- vodíkové technológie
- nízkouhlíkový plyn s CCU a CCS.

4.1 Bioplyn a biometán

Zatiaľ sa používajú dve technológie výroby bioplynu: anaeróbna fermentácia (kvasenie bez prístupu vzduchu) a tepelné splyňovanie. V prvom prípade sa využíva najmä biomasa z poľnohospodárskej výroby, v druhom prípade, ktorý je zriedkavejší ide o drevo a buničinu (lignocelulózu). V obidvoch prípadoch je výsledkom chemických procesov bioplyn, ktorý obsahuje asi 50% metánu. Aby sa mohol pridávať do distribučnej siete zemného plynu je potrebné z bioplynu čistením vyrobiť biometán s 97% obsahom metánu. Podľa [3] má Európska únia potenciál vyrábať do r. 2050 asi 98 miliárd m^3 biometánu, čo predstavuje 1072 TWh. Potenciál Slovenska, ktorý spočítali pedagógovia Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre v roku 2013 [4] je asi 456 mil. m^3 biometánu. Do výpočtu zahrnuli výrobu bioplynu z biomasy z nevyužívanej poľnohospodárskej pôdy, zo živočíšnej výroby a z komunálneho odpadu.

4.2 Vodíkové technológie

Vodíková energetika je založená na myšlienke ukladať energiu vo forme vodíka. Do úvahy prichádzajú dva spôsoby získavania vodíka: elektrolýza (P2G – Power to Gas) a zemný plyn. V súčasnosti sa 95% vodíka získava z fosílnych zdrojov.

Prvý spôsob využíva elektrický prúd vyrobený najmä z obnoviteľných zdrojov, ktorý v danom čase nemá možnosť byť inak spotrebovaný. Elektrolýzou vody dochádza k jej rozkladu na vodík a kyslík. Takto získaný vodík je možné priamo pridávať do zemného plynu v distribučných potrubiach alebo v podzemných zásobníkoch zemného plynu. Z pohľadu prevádzky plynových spotrebičov je 10% vodíka v zemnom plyne bezpečnou koncentráciou tak, aby nedošlo k narušeniu stability plameňa alebo k nedokonalému spaľovaniu. Združenie ECOGYS v štúdii Gas for Climate [3] odhaduje potenciál obnoviteľného vodíka vyrobeného technológiou P2G na 24 mlrd. m^3 ročne v štátoch EÚ v roku 2050. Využívala by sa elektrina z veterných a slnečných elektrární. Samozrejme ak zo zemného plynu odoberieme CO_2, môžeme priamo v potrubí distribuovať vodík. Európa by teda mohla využiť jestvujúcu plynárenskú infraštruktúru do ktorej desaťročia investovala a nemusela by budovať nové vysokonapäťové vedenia pre distribúciu veľkého množstva elektriny. Už v súčasnosti projekt v britskom meste Leeds experimentuje, za akých okolností dokážu domácnosti prejsť zo zemného plynu na vodík.

Ďalšou sľubnou možnosťou uplatnenia obnoviteľného plynu je syntetický metán. Ide o metán vyrobený z prebytkov CO_2 a vodíka pomocou tzv. Sabatierovej reakcie ($4H_2 + CO_2 \Rightarrow CH_4+2H_2O$) za vysokého tlaku a teploty okolo 350 °C. Je to vlastne spôsob ako valorizovať emisie CO_2 vzniknuté v priemyselných i biologických procesoch napr. i pri výrobe biometánu. V rokoch 2016 a 2017 spoločnosť NAFTA a.s. v rámci realizácie projektu Sun Storage zvládla technológiu uskladnenia vodíka v zmesi so zemným plynom v poréznom type ložiska podzemného zásobníka na Záhorí. Išlo o vodík vyrobený z prebytkov elektriny pri elektrolýze vody.

4.3 Nízkouhlíkový plyn

Pod týmto pojmom je definovaný klasický zemný plyn v kombinácii s technológiami zachytávania a následného uskladňovania uhlíka (CCS – Carbon Capture and Storage) resp. zachytávania a následného využitia uhlíka (CCU – Carbon Capture and Utilisation). Najčastejší spôsob podzemného uskladňovania CO_2 sú vyťažené ložiská zemného plynu alebo soľné

kaverny. Naopak CCU predstavuje využitie zachyteného CO2 na výrobu metanolu, biopalív, plastov, betónu atď.

Potenciál uplatnenia nízkouhlíkového plynu je vysoko závislý na úrovni implementácie technológií CCS a CCU v celej Európe. Dostupnosť zemného plynu v tomto prípade nebude limitujúcim faktorom, tým budú náklady a politická akceptácia ktorá je v jednotlivých krajinách EÚ rozdielna. Spomínam si na záver jedného panelu na Svetovej plynárenskej konferencie vo Washingtone v júni 2018: „Ak by sa len časť finančných prostriedkov vložených v Európskej únii do rozvoja obnoviteľných zdrojov od roku 2011 využila na rozvoj plynárenských technológií, dosiahli by sme ciele COP 21 rýchlejšie, lacnejšie a efektívnejšie“. Zdá sa, že vždy ide v poslednom rade len o peniaze.

5. ZÁVER

Zlepšenie kvality ovzdušia si vyžaduje dekarbonizáciu ekonomiky, tá si však vyžiada dodatočné náklady. Kto ich zaplatí? Ako vždy daňoví poplatníci resp. koneční spotrebitelia. Ak nemajú byť zneužití musíme trvale zvyšovať hodnotu, ktorú za svoje peniaze dostávajú. Podstatou projektu Hodnota za peniaze, ktorý sa snažia nasledovníci Martina Filka na Slovensku vytrvalo presadiť je posúdiť, či peniaze daňovníkov budú skutočne vynaložené najlepšie ako je možné pre dosiahnutie stanoveného cieľa. Ak uplatníme tento princíp na slovenskú energetiku prídeme k nasledovným záverom: SR má vzhľadom na vysoký podiel jadra na výrobe elektrickej energie a vysoký podiel zemného plynu pri výrobe tepla jednu z najmenej emisných energetík v rámci EÚ! Napriek tomu sme nútení európskou legislatívou podiel obnoviteľných zdrojov v energetickom mixe permanentne zvyšovať bez ohľadu na náklady. Pritom v prípade Slovenska je recept veľmi jednoduchý: vysoko-emisné zdroje energie nahrádzať najlacnejšími a pritom nízko-emisnými. Z toho ale vyplýva, pre niektorých úradníkov v Bruseli nepríjemný záver: obnoviteľné zdroje energie nemôžu byť cieľom, ale len jedným z nástrojov dekarbonizácie!

Literatúra

[1] Dr. Fatih Birol, Executive Director, International Energy Agency, World Gas Conference, 26 June 2018, NATURAL GAS AND LNG IN THE FUTURE OF GLOBAL ENERGY

[2] Jonathan Stern, The Oxford Institute for Energy Studies, February 2019 NARRATIVES FOR NATURAL GAS IN DECARBONISING EUROPEAN ENERGY MARKETS

[3] ECOFYS A Navigant Company, February 2018, Gas for Climate
HOW GAS CAN HELP TO ACHIEVE THE PARIS AGREEMENT TARGET IN AN AFFORDABLE WAY

[4] F. Zacharda, Š. Pásztor – Agrobioenergia, marec 2013

II. SEKCIA

ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOV

vedie: prof. Ing. Ivan Chmúrny, PhD.

- ***Peter Gergely***
- ***Eva Marsová***
- ***Jana Bendžalová, Simon Ligier, Johann Zirngibl***
- ***Radovan Illith***
- ***Ivan Chmúrny***
- ***Peter Buday, Rastislav Ingeli***
- ***Jaromír Plch, Daniel Fülle***

PODPORA ZATEPĽOVANIA RODINNÝCH DOMOV

Ing. Peter Gergely
Ministerstvo dopravy a výstavby SR
Námestie slobody 6
810 05 Bratislava
e-mail: peter.gergely@mindop.sk

Abstrakt
Ministerstvo dopravy a výstavby SR poskytuje od roku 2016 príspevok na zlepšenie energetickej hospodárnosti rodinného domu. Podmienky pre jeho získanie sa priebežne zlepšujú, pričom ostatný návrh zmien legislatívnych predpisov, na základe ktorých sa príspevok poskytuje, je momentálne v legislatívnom procese. Príspevok s témou PODPORA ZATEPĽOVANIA RODINNÝCH DOMOV predstaví aktuálne, ako aj navrhované podmienky pre získanie príspevku na zateplenie rodinného domu.

1. ÚVOD

Spotreba energií v bytových budovách tvorí významný podiel v rámci celkovej energetickej spotreby. Záujmom štátu je preto rôznymi opatreniami prispieť k znižovaniu tohto podielu.

Podľa údajov zo Sčítania obyvateľov, domov a bytov 2011 je na Slovensku cca 800-tisíc obývaných rodinných domov. Z toho bolo doteraz podľa Stratégie obnovy fondu bytových a nebytových budov v Slovenskej republike schválenej vládou SR v roku 2014 obnovených 35 %. Z uvedeného dôvodu prijala vláda SR opatrenie, ktoré má motivovať vlastníkov rodinných domov k obnove, ktorou sa:

- zníži potreba energie, čo bude mať zároveň dlhodobo pozitívny vplyv na zníženie emisií v ovzduší a na životné prostredie,
- zlepšia tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a predĺži sa životnosť rodinných domov a
- znížia výdavky domácností na energie.

1.1 Legislatívny rámec

Príspevok na zateplenie rodinného domu sa od roku 2016 poskytuje na základe zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov (ďalej len „zákon“) a vyhlášky Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja SR č. 342/2015 Z. z. o podrobnostiach o výške príspevku na zateplenie rodinného domu a o náležitostiach žiadosti o poskytnutie príspevku na zateplenie rodinného domu (ďalej len „vyhláška). Od jeho zavedenia boli tieto legislatívne predpisy v časti poskytovania príspevku novelizované zákonom č. 144/2017 Z. z. a vyhláškou č. 145/2017 Z. z. V súčasnosti sú opäť v legislatívnom procese úpravy zákona a vyhlášky,

ktorými sa navrhuje zjednodušenie niektorých podmienok pre poskytnutie príspevku a znižuje počet povinných príloh.

2. ÚČEL A FORMA PODPORY

Príspevok sa poskytuje na zlepšenie energetickej hospodárnosti rodinného domu uskutočnením stavebných úprav rodinného domu, ktorými sa vykoná zásah do obalových konštrukcií budovy:

- zateplením obvodového plášťa
- zateplením strešného plášťa
- zateplením vnútorných deliacich konštrukcií medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom
- výmenou pôvodných otvorových konštrukcií rodinného domu (okná, dvere)

Pod pojmom zateplenie rodinného domu sa pre poskytovanie príspevku rozumejú všetky uvedené činnosti.

2.1 Výška príspevku

Príspevkom na zateplenie rodinného domu sa žiadateľovi uhradí časť nákladov, ktoré vynaložil na realizáciu zateplenia rodinného domu. Príspevok na zateplenie rodinného domu sa môže poskytnúť do výšky 40 % oprávnených a uhradených nákladov (max. 8 000 eur), najviac v sume:

- 7 000 eur v závislosti od dosiahnutých tepelnoizolačných schopností jednotlivých konštrukcií, ktorými sú obvodové steny, vonkajšie výplne otvorov (okná, dvere), strecha a vnútorné konštrukcie medzi vykurovaným a nevykurovaným priestorom, a
- 1 000 eur v závislosti od dosiahnutej hodnoty potreby tepla na vykurovanie rodinného domu.

Príspevok na zateplenie rodinného domu možno zvýšiť o náklady za vypracovanie projektovej dokumentácie zateplenia rodinného domu vrátane projektového energetického hodnotenia rodinného domu, za vypracovanie žiadosti o príspevok na zateplenie a za vypracovanie energetického certifikátu, najviac o sumu 800 eur.

Celková výška príspevku tak môže dosiahnuť až **8 800 eur**.

Oprávnenými nákladmi na zateplenie rodinného domu sú náklady za zhotovenie zateplenia rodinného domu. Možno do nich započítať aj náklady za vyregulovanie vykurovacieho systému, náklady na súvisiace stavebné úpravy pozostávajúce najmä z obnovy vstupov, bleskozvodu a vystupujúcich častí stavby, ako sú napríklad lodžia a balkón a aj za výmenu zdroja tepla. Oprávnenými nákladmi sa rozumejú náklady vrátane DPH.

Príspevok je možné poskytnúť iba na práce začaté **po 31. decembri 2014**.

3. PODMIENKY POSKYTNUTIA PRÍSPEVKU

3.1 Žiadateľ o príspevok

Žiadateľom o príspevok na zateplenie rodinného domu môže byť **fyzická** osoba, ktorá

- je občanom členského štátu Európskej únie, štátu, ktorý je zmluvnou stranou Dohody o Európskom hospodárskom priestore alebo Švajčiarskej konfederácie,
- má na území Slovenskej republiky trvalý pobyt a

- je vlastníkom rodinného domu počas celej doby konania o poskytnutí príspevku.

Ak je rodinný dom v podielovom spoluvlastníctve viacerých fyzických osôb, žiadosť o príspevok môže podať ktorýkoľvek spoluvlastník, ktorý predloží úradne overený písomný súhlas všetkých spoluvlastníkov s podaním žiadosti o príspevok a zároveň je ostatnými spoluvlastníkmi splnomocnený na zastupovanie v konaní o poskytnutí príspevku, prijímanie doručovaných písomností týkajúcich sa konania a na vyplatenie poskytnutého príspevku. Na uvedené účely môže byť splnomocnený len jeden spoluvlastník. Podpisy spoluvlastníkov na súhlase a písomnom plnomocenstve musia byť úradne overené.

3.2 Rodinný dom

Rodinný dom musí spĺňať nasledovné kritériá:
- daný do užívania bol aspoň desať rokov pred realizáciou jeho zateplenia,
- celkovú podlahovú plochu má najviac 150 m^2 pri jednopodlažnom rodinnom dome alebo 300 m^2 pri viacpodlažnom rodinnom dome,
- sa nachádza na území SR,
- využívaný je výlučne na bývanie,
- zateplenie rodinného domu nebolo v minulosti podporené z prostriedkov Štátneho fondu rozvoja bývania alebo týmto príspevkom.

3.2 Návrh a realizácia zateplenia

Príspevok je možné poskytnúť, ak:
- projekt zateplenia rodinného domu preukazuje splnenie nasledovných požiadaviek:
  - obnovené, vymenené alebo novozhotovované stavebné konštrukcie spĺňajú požiadavky tepelnoizolačných vlastností kladené na nové konštrukcie preukázaním hodnoty súčiniteľa prechodu tepla stavebných konštrukcií podľa normy STN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky (ďalej len „slovenská technická norma“),
  - neobnovené alebo nevymenené stavebné konštrukcie spĺňajú požiadavky tepelnoizolačných vlastností preukázaním maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla stavebných konštrukcií podľa slovenskej technickej normy a
  - je splnené hygienické kritérium zodpovedajúce slovenskej technickej norme.*****
- realizácia zateplenia rodinného domu spĺňa nasledovné požiadavky:
  - na zateplenie rodinného domu uskutočnené systémom na vonkajšiu tepelnú ochranu stien vydal vyhlásenie o parametroch výrobca systému,
  - zateplenie rodinného domu zrealizoval zhotoviteľ, ktorý má na daný tepelnoizolačný systém správu z inšpekcie vydanú akreditovaným inšpekčným orgánom***** a
  - výmena otvorových konštrukcií bola uskutočnená zhotoviteľom, ktorý má vydanú licenciu na zabudovanie vonkajších otvorových konštrukcií do stavby.*****

Podmienky označené hviezdičkou (*****) sa v súčasnom návrhu úpravy zákona, ktorého podokladaná účinnosť je 1. mája 2019 navrhujú vypustiť.

4. ŽIADOSŤ O PRÍSPEVOK

Žiadateľ predkladá ministerstvu žiadosť o príspevok na základe výzvy na predkladanie žiadostí zverejnenej na webovom sídle ministerstva najmenej jeden mesiac pred termínom na predkladanie žiadostí o príspevok.

Žiadosti sa podávajú na základe výzvy len elektronicky prostredníctvom elektronického formulára zverejneného na internetovej stránke http://www.zatepluj.sk/. Následne je potrebné listinnú podobu žiadosti – vytlačenú z elektronickej podoby žiadosti – spolu s potrebnými prílohami do 10 pracovných dní zaslať na adresu ministerstva, prípadne doručiť do podateľne ministerstva.

4.1 Prílohy k žiadosti

K žiadosti o príspevok na zateplenie rodinného domu sú vyžadované nasledovné prílohy:

1. projektová dokumentácia zateplenia rodinného domu vrátane projektového energetického hodnotenia,
2. zhrnutie výsledkov energetického hodnotenia, ktorého vzor je uvedený vo vyhláške,*****
3. doklad o odovzdaní rodinného domu do užívania,
4. písomný súhlas spoluvlastníkov so zateplením rodinného domu a plnomocenstvo na zastupovanie v konaní o poskytnutí príspevku, prijímanie doručovaných písomností týkajúcich sa konania a na vyplatenie poskytnutého príspevku s úradne osvedčenými podpismi spoluvlastníkov, ak ide o preukázanie splnenia podmienky podľa § 9d ods. 2 zákona,
5. plnomocenstvo druhého z manželov na zastupovanie v konaní o poskytnutí príspevku a prijímanie doručovaných písomností týkajúcich sa konania s úradne osvedčeným podpisom, ak ide o preukázanie splnenia podmienky podľa § 9d ods. 3 zákona,
6. energetický certifikát zatepleného rodinného domu vrátane správy,*****
7. vyhlásenie o parametroch tepelnoizolačného systému vydané výrobcom systému,
8. správa z inšpekcie na realizáciu tepelnoizolačného systému vydaná pre zhotoviteľa akreditovaným inšpekčným orgánom,*****
9. licencia na zabudovanie vonkajších otvorových konštrukcií,*****
10. položkový rozpočet alebo iný obdobný doklad zateplenia rodinného domu,
11. súpis faktúr,
12. faktúra alebo iný obdobný doklad vrátane dokladu o úhrade oprávnených nákladov podľa § 9c ods. 4 zákona – náklady na zateplenie obvodových stien, strechy, vnútorných deliacich konštrukcií, výmenu okien a dverí, vyregulovanie vykurovacieho systému, výmenu zdroja tepla, súvisiace práce so zateplením,
13. faktúra alebo iný obdobný doklad vrátane dokladu o úhrade nákladov pre možnosť zvýšenia príspevku podľa § 9c ods. 3 zákona – náklady za projektovú dokumentáciu vrátane projektového energetického hodnotenia, za energetický certifikát a za vypracovanie žiadosti o príspevok,
14. fotodokumentácia zateplenia rodinného domu.

Minimálny rozsah príloh žiadosti o príspevok podanej pred realizáciou zateplenia rodinného domu tvoria prílohy 1. až 5. Prílohy 6. až 14. sa pri tomto spôsobe podania žiadosti doplnia po uskutočnení zateplenia rodinného domu. Pre poskytnutie príspevku je potrebné predložiť všetky povinné prílohy.

Prílohy označené hviezdičkou (*****) sa v súčasnom návrhu úpravy vyhlášky, ktorej podokladaná účinnosť je 1. mája 2019 navrhujú vypustiť.

4. ZÁVER

Počas prvých troch rokov fungovania podpory bolo v rámci štyroch výziev na predkladanie žiadostí poskytnutých 121 príspevkov v celkovej výške takmer 770 000 eur, a ďalších takmer 550 000 eur je momentálne zarezervovaných a čakáme na ukončenie prác (stav k 1. marcu 2019). Predpokladáme, že tieto čísla sa po úprave podmienok zvýšia.

DRUHÁ GENERÁCIA EURÓPSKYCH NORIEM NA EHB

Ing. Eva Marsová
Úrad pre normalizáciu, metrológiu
a skúšobníctvo Slovenskej republiky
Štefanovičova 3
810 05 Bratislava
e-mail: eva.marsova@normoff.gov.sk

Abstrakt
Príspevok uvádza podstatu a prehľad aktuálnych noriem na energetickú hospodárnosť (noriem EHB) druhej generácie.

ÚVOD

Súbor noriem a sprievodných technických správ na energetickú hospodárnosť budov druhej generácie bol vypracovaný na základe mandátu M/480, ktorý udelili CEN Európska komisia a Európske združenie voľného obchodu na vypracovanie noriem na podporu smernice 2010/31/EÚ, ktorou sa prepracovala smernica 2002/91/ES o energetickej hospodárnosti budov (EPBD).

1. PODSTATA NORIEM A SPRIEVODNÝCH TECHNICKÝCH SPRÁV NA ENERGETICKÚ HOSPODÁRNOSŤ BUDOV DRUHEJ GENERÁCIE

Smernica 2010/31/EÚ, ktorou sa prepracovala smernica 2002/91/ES o energetickej hospodárnosti budov (EPBD), podporuje zlepšenie energetickej hospodárnosti budov v rámci Európskej únie, pri zohľadnení všetkých druhov potreby energie (vykurovanie, osvetlenie, chladenie, klimatizácia, vetranie) a vonkajších klimatických a miestnych podmienok, ako aj požiadaviek na vnútorné prostredie a nákladovú efektívnosť (článok 1).

Prepracovanie EPBD vyvolalo potrebu prehodnotiť jestvujúce normy a preformulovať a pridať normy tak, aby sa stali jednoznačné a kompatibilné. Navyše vzhľadom na rozdiely v klíme, kultúre a tradícií výstavby, typoch budov ako aj vzhľadom na rozdiely v politických a právnych rámcoch, ktoré zahŕňajú typ a úroveň kontroly kvality a jej vyžadovania na národnej alebo regionálnej úrovni bolo potrebné, aby sa poskytol podrobný prehľad o voľbách, hraničných podmienkach a vstupných údajoch, ktoré je potrebné definovať na národnej alebo regionálnej úrovni. Preto bol vydaný mandát M/480 na vypracovanie zodpovedajúcich normalizačných dokumentov, ktorým je súbor noriem EHB.

Súbor noriem EHB zohráva kľúčovú úlohu pri podpore smernice o energetickej hospodárnosti budov (EPBD) Európskej únie. Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ)

2018/844 z 30. mája 2018, ktorou sa mení smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti pre členské štáty EÚ priniesla viac či menej povinné používanie týchto noriem ako základ pre svoje národné právne predpisy na energetickú hospodárnosť budov. Silnejšia rola noriem EHB vyplýva aj zo znenia prílohy č. 1 smernice 2018/844, kde sa uvádza: „Členské štáty opíšu svoju vnútroštátnu metodiku výpočtu podľa národných príloh zastrešujúcich noriem, a to ISO 52000-1, 52003-1, 52010-1, 52016-1 a 52018-1, vypracovaných na základe mandátu M/480 udelenému Európskemu výboru pre normalizáciu (CEN). Toto ustanovenie nepredstavuje právnu kodifikáciu týchto noriem."

Hoci nová smernica EPBD nevynucuje, aby členské štáty uplatňovali súbor noriem EHB, povinnosť opísať národnú metodiku výpočtu v nadväznosti na národné prílohy zastrešujúcich noriem prinúti členské štáty, aby vysvetlili, kde a prečo sa od týchto noriem odlišujú. To povedie k väčšiemu uznávaniu a podpore súboru noriem EHB v členských štátoch a bude mať pozitívny vplyv na implementáciu smernice.

2. SPOLOČNÉ PRAVIDLÁ PRE CELÝ SÚBOR NORIEM EHB

Vypracovanie súboru noriem EHB sa riadi spoločnými pravidlami, ktorých cieľom je zabezpečenie potrebnej celkovej jednotnosti a vzájomnej spojitosti v terminológii, prístupe, vo vzťahoch vstup-výstup a formátoch pre celý súbor noriem EHB pri ich vypracovaní. Tieto pravidlá sú uvedené v technických špecifikáciách CEN/TS 16628: 2014 Energetická hospodárnosť budov. Základné princípy pre súbor noriem EHB a CEN/TS 16629: 2014 Energetická hospodárnosť budov. Podrobné technické pravidlá pre súbor noriem EHB.

Podľa definície musí každá norma EHB, ako európska tak aj medzinárodná, spĺňať požiadavky uvedené v zastrešujúcej norme EHB, ktorou je norma EN ISO 52000-1: 2017 Energetická hospodárnosť budov. Zastrešujúce posúdenie energetickej hospodárnosti budov (EHB). Časť 1: Všeobecný rámec a postupy (ISO 52000-1: 2017), a v technických špecifikáciách uvedených vyššie.
Hlavným cieľom je poskytnutie súboru noriem EHB, ktoré sú systematickým, jasným a komplexným súborom v prospech odborníkov a vnútroštátnych alebo regionálnych orgánov.

3. MODULÁRNA ŠTRUKTÚRA

Súbor noriem EHB je modulárny a flexibilný, čo je ideálny základ pre budúcnosť, ktorý umožní zahrnúť budúce inovácie, nové poznatky a nové požiadavky trhu.

Zastrešujúca modulárna štruktúra má tieto štyri hlavné oblasti:

- M1 Zastrešujúce normy;
- M2 Budovy (ako také);
- M3 - M11 Technické systémy budovy na služby EHB;
- M12 - M13 Technické systémy budovy na služby mimo EHB (iné systémy alebo spotrebiče).

Číslovanie systematickej modulárnej štruktúry je znázornené v nasledujúcej tabuľke, ktorú obsahuje každá norma EHB vo svojom úvode, a v ktorej sa nachádza jej umiestnenie v rámci modulárnej štruktúry. Tabuľka každej normy EHB je rôzne vytieňovaná podľa jej polohy v modulárnej štruktúre, pričom vytieňované moduly nie sú použiteľné pre túto konkrétnu normu.

	Zastrešujúci		Budovy (ako také)		Technické systémy budovy									
Podmodul	Opis		Opis		Opis	Vykurovanie	Chladenie	Vetranie	Zvlhčovanie	Odvlhčovanie	Príprava teplej vody	Osvetlenie	Automatizácia a regulácia budovy	PV, vietor, ..
1		M1		M2		M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
1	Všeobecne													
2	Spoločné termíny a definície; značky, jednotky a indexy													
3	Uplatnenie													
4	Spôsoby vyjadrenia energetickej hospodárnosti													
5	Kategórie budov a hranice posudzovania													
6	Obsadenosť budovy a prevádzkové podmienky													
7	Zoskupenie energetických služieb a energetických nosičov													
8	Zónovanie budovy													
9	Vypočítaná energetická hospodárnosť													
10	Meraná energetická hospodárnosť													
11	Kontrola													
12	Spôsoby vyjadrenia vnútornej tepelnej pohody													
13	Podmienky vonkajšieho prostredia													
14	Ekonomické výpočty													

4. FLEXIBILNOSŤ: MOŽNOSTI NÁRODNEJ VOĽBY V METODOLÓGII, VO VSTUPNÝCH ÚDAJOCH A ODKAZOCH NA INÉ NORMY

Flexibilnosť noriem EHB spočíva v jasne identifikovaných možnostiach použiť vnútroštátne alebo regionálne údaje kvôli rozdielom ako je uvedené vyššie a to zavedením normatívneho vzoru v prílohe A a v prílohe B s informatívnymi predvoľbami.

5. NÁRODNÉ PRÍLOHY

V normách EHB bolo potrebné, aby sa harmonizované postupy oddelili od vnútroštátnych alebo regionálnych možností, hraničných podmienok, vstupných údajov a odkazov na iné normy EHB. Toto sa dosiahlo pomocou zaradenia dvoch príloh do každej normy EHB:

- normatívnej prílohy A so vzorom karty údajov na výber vstupov a metód**;**
- informatívnej prílohy B s predvoľbami v kartách údajov na výber vstupov a metód.

Normatívna príloha A je vo forme rámcového vzoru, ktorý je nevyplnený, na voľby, vstupné údaje a odkazy na iné normy EHB. Informatívna príloha B je vo forme rámcového vzoru z prílohy A doplnená o jeden súbor predvolieb, vstupných údajov a odkazov na iné normy EHB.

Vo všeobecnosti platí, že každý používateľ noriem EHB si môže vytvoriť svoju kartu údajov podľa prílohy A, t. j. nadradí si predvoľby a hodnoty z prílohy B.

Napríklad privátne strany si môžu vzájomne odsúhlasiť v ich privátnej zmluve používanie akéhokoľvek špecifického súboru volieb a hodnôt vo vyplnenej karte údajov podľa vzoru v prílohe A na posúdenie energetickej hospodárnosti na ich privátne použitie.

Vnútroštátne alebo regionálne orgány môžu stanoviť špecifický súbor volieb a hodnôt podľa vzoru v prílohe A, ktorý bude povinný, a ktorý nahradí predvoľby a vstupné hodnoty v prílohe B na posúdenie energetickej hospodárnosti v rámci národných/regionálnych predpisov, politík alebo národných tradícií. To znamená, že:

- vnútroštátne alebo regionálne orgány vypracujú karty údajov obsahujúce národné alebo regionálne hodnoty a voľby v súlade so vzorom v prílohe A; alebo
- národný normalizačný orgán doplní alebo zahrnie národnú prílohu k tomuto dokumentu (prílohu NA) v súlade so vzorom v prílohe A, v ktorom uvedie národné alebo regionálne hodnoty a voľby v súlade právnymi predpismi.

5.1 Príloha A

Vzor v prílohe A sa môže použiť na rôzne aplikácie napr. projekt novej budovy, energetickú certifikáciu novej budovy, obnovu existujúcej budovy a energetickú certifikáciu existujúcej budovy a na rôzne typy budov napr. malé budovy alebo jednoduché budovy a veľké alebo zložité budovy. Na rozlíšenie hodnôt a volieb pre rôzne aplikácie alebo typy budov sa môžu:

- pridať stĺpce alebo riadky (pre každú aplikáciu jeden stĺpec alebo riadok), ak to umožňuje vzor; alebo
- zahrnúť viaceré verzie jednej tabuľky (pre každú aplikáciu jedna tabuľka), ktoré sú očíslované postupne ako a, b, c, ... Napríklad: tabuľka NA.3a, tabuľka NA.3b.

5.2 Príloha B

Príloha B každej normy EHB poskytuje jeden kompletný súbor dobrovoľných – informatívnych volieb pre všetky možnosti, hraničné podmienky a vstupné údaje. Tento súbor sa nazýva súbor predvolieb.

Tieto predvoľby však nie sú založené na rozsiahlych štúdiách, ktoré by zahŕňali národné preferencie a obmedzenia, a predstavujú len „najlepší odhad odborníkov“ (experts best guess).

Použitím prílohy B sa tak stáva postup na výpočet celkovej energetickej hospodárnosti úplne využiteľný. Súbor predvolieb môže prevziať akákoľvek krajina alebo región ako ich súbor národných alebo regionálnych volieb.

5.3 Národné karty údajov

Na poskytnutie flexibilnosti pri uplatňovaní súboru noriem EHB je potrebné mať jasne identifikované možnosti a národné údaje, ktoré sa môžu zahrnúť do národnej karty údajov. Príkladom môžu byť klimatické údaje, ktoré sa majú vypracovať na národnej alebo regionálnej úrovni a uviesť v národnej karte údajov pre vstupné údaje. Pri určitých vstupných hodnotách, ktoré je potrebné poznať, môže karta údajov podľa vzoru prílohy A obsahovať odkaz na národné postupy na posúdenie potrebných vstupných údajov. Príkladom môže byť odkaz na národný hodnotiaci protokol obsahujúci rozhodovacie schémy, tabuľky a predbežné výpočty.

6. HOLISTICKÝ (CELOSTNÝ) PRÍSTUP

Holistický alebo systémový prístup znamená, že sa berú do úvahy všetky typy potreby energie spojené s budovou (vykurovanie, osvetlenie, chladenie, klimatizácia, vetranie) a vonkajšie klimatické a miestne podmienky, ako aj požiadavky na vnútorné prostredie. Celková energetická hospodárnosť budovy alebo skupiny budov môže byť silne ovplyvnená niekedy zložitými a dynamickými interakciami medzi týmito rôznymi aspektmi.

Holistický prístup je kľúčovým nástrojom na stanovenie a hodnotenie politických cieľov. Jasné a konzistentné politické ciele zohrávajú dôležitú úlohu pri budovaní inovácií v sektore stavebníctva.

Z holistického pohľadu sa v normách EHB berie do úvahy vnútorné prostredie, konštrukcia budovy, tepelné vlastnosti, solárne vlastnosti, množstvo tepla, systémy (na vykurovanie, chladenie a klimatizáciu, na prípravu teplej vody, vetranie, osvetlenie, zvlhčovanie a odvlhčovanie, automatizované riadenie a reguláciu budovy) a zdroje obnoviteľnej energie.

Holistický prístup zahŕňa potreby, využitie, výpočet, meranie, kontrolu, návrh budovy, nové a existujúce budovy, certifikáciu a označovanie, jednoduché aj zložité budovy.

6.1 Prečo sa zvolil holistický prístup?

V minulosti boli požiadavky na energetickú hospodárnosť stanovené na úrovni prvkov – minimálna úroveň tepelnej izolácie a minimálna účinnosť výrobkov. Toto však viedlo k neoptimálnym riešeniam a vytváralo prekážky, ktoré bránili zmenám technológií.

Holistický prístup pri posúdení celkovej energetickej hospodárnosti budov a zastavaného prostredia, ktorý poskytuje súbor noriem EHB, je kľúčovým nástrojom na prekonanie týchto prekážok.

Súbor noriem EHB umožňuje posúdiť celkovú energetickú hospodárnosť budovy. To znamená, že akúkoľvek kombináciu technológií je možné použiť na dosiahnutie požadovanej úrovne energetickej hospodárnosti s najnižšími nákladmi. Vďaka tejto "konkurencii" medzi rôznymi technológiami je holistický prístup kľúčovou hybnou silou technologických inovácií a zmien. Nemalý je aj ekonomický prínos holistického prístupu, pretože výdavky na energiu predstavujú podstatnú časť celkových prevádzkových nákladov budovy.

Vo všeobecnosti holistický prístup znamená, že energetická hospodárnosť sa posudzuje ako celková energia potrebná na vykurovanie, chladenie, osvetlenie, vetranie, prípravu teplej vody a v niektorých prípadoch aj pre spotrebiče. Zabezpečuje, aby sa so všetkými technológiami zaobchádzalo rovnako a vyvážene.

7. POUŽÍVATELIA NORIEM EHB

Posúdenie energetickej hospodárnosti budov sa vykonáva z rôznych dôvodov napr.:

- na posúdenie súladu so stavebnými predpismi vzhľadom na predpísanú potrebu energie;
- na zvýšenie transparentnosti transakcií v oblasti nehnuteľností prostredníctvom certifikácie energetickej hospodárnosti a/alebo zobrazenia úrovne energie;
- na monitorovanie energetickej hospodárnosti budovy a jej technických stavebných systémov;
- na podporu plánovania dodatočných opatrení, ktoré možno prijať na základe predpokladaných úspor energie, ktoré by vyplynuli z rôznych opatrení.

Používatelia noriem EHB sú najmä regulačné orgány (tvorcovia politiky), stavebníctvo a majitelia a obyvatelia budov.

Tvorcovia politiky získajú nástroje, ktoré im umožnia prijímať opatrenia v zastavanom prostredí a kvantifikovať, koľko týchto opatrení by znížilo energiu spotrebovanú v budovách.

Stavebníctvo, inžinieri a projektanti môžu zlepšiť energetickú hospodárnosť svojich návrhov, stavebných výrobkov a systémov. Súbor noriem zohľadňuje tieto súčasné a budúce výrobky, systémy a návrhy. Vďaka uplatňovania holistického prístupu sa minimalizuje riziko suboptimálnych riešení na úrovni stavebných prvkov. Týmto spôsobom priemysel vie, kam smerovať inovácie.

Majitelia a obyvatelia budov môžu porovnávať svoje budovy s ostatnými budovami a predpovedať potenciál zlepšenia v oblasti energetických úspor.

8. VYPRACOVANIE NORIEM EHB

Normy EHB vypracovali pracovné skupiny (WG) technických komisií Európskeho výboru pre normalizáciu (CEN/TC) a Medzinárodnej organizácie pre normalizáciu (ISO/TC) či už spoločne v rámci tzv. Viedenskej dohody ako normy EN ISO alebo súbežne ako pôvodné európske normy (EN) a pôvodné medzinárodné normy (ISO), avšak v čo najtesnejšej korelácii tak, aby sa v budúcnosti mohli prijať ako normy EN ISO.

Doteraz sa vypracovalo 17 noriem EHB ako EN ISO zastrešujúcich noriem EHB a noriem EHB na budovy a stavebné prvky. CEN vypracoval ďalších 30 noriem EHB ako pôvodné EN. Takmer všetky boli prijaté a publikované v roku 2017.

POZNÁMKA. – Prehľad o prijatí noriem EHB do sústavy STN a spôsobe ich prevzatia sa môže zistiť na webovom sídle úradu (www.unms.sk), na portáli noriem.

Normy EHB majú vyhradené označenie v rozsahu ISO 52000 až ISO 52150, ktorý je rezervovaný pre normy EHB, preto v blízkej budúcnosti výraz normy radu ISO 52000 sa stane ekvivalentným výrazu normy EHB. Takéto označenie môžu mať iba také normy, ktoré budú v súlade so špecifickými požiadavkami uvedeným vyššie.

V Slovenskej republike technickými orgánmi, do ktorých pôsobnosti spadá oblasť energetickej hospodárnosti budov, je najmä technická komisia TK 58 Tepelná ochrana budov a TK 92 Vykurovacie a chladiace systémy v budovách.

Členovia týchto technických orgánov sa tiež vyjadrovali k návrhom noriem EHB v príslušných etapách ich vypracovania na európskej (medzinárodnej) úrovni, najmä vo verejnom prerokovaní a finálnom hlasovaní, ako aj pri ich prijímaní do sústavy slovenských technických noriem (STN) pri navrhovaní ich názvov v štátnom jazyku a spôsobe prevzatia do sústavy STN. V prípade prevzatia prekladom do štátneho jazyka sa tiež vyjadrovali k návrhom príslušných STN preložených do štátneho jazyka v rámci pripomienkového konania.

8. 1 Sprievodné technické správy

Vzhľadom na možné riziko, že nemusia byť správne pochopené účely a obmedzenia noriem EHB, vypracovali sa aj sprievodné technické správy, ktoré detailne vysvetľujú používateľom noriem EHB ich podstatu a kontext, aby sa správne pochopili, aplikovali a implementovali na národnej alebo regionálnej úrovni.

Preto každá norma EHB je sprevádzaná informatívnou technickou správou, v ktorej sa uvádza zhromaždený informatívny obsah, aby sa zabezpečilo jasné oddelenie normatívneho a informatívneho obsahu ako aj zníženie počtu strán v aktuálnych normách a uľahčilo sa porozumenie súboru noriem EHB.

9. Prehľad aktuálnych publikovaných noriem EHB a sprievodných technických správ (EN, EN ISO, ISO a CEN ISO/TR)

Dokumenty sú zoskupené do modulov, pričom jedna norma EHB môže pokrývať viac ako jeden modul a jeden modul môže byť pokrytý viac ako jednou normou.

Modul M1 Zastrešujúce normy

EN ISO 52000-1 Energetická hospodárnosť budov. Zastrešujúce posúdenie energetickej hospodárnosti budov (EHB). Časť 1: Všeobecný rámec a postupy (ISO 52000-1)

CEN ISO/TR 52000-2 Energetická hospodárnosť budov. Zastrešujúce posúdenie energetickej hospodárnosti budov (EHB). Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie ISO 52000-1 (ISO/TR 52000-2)

EN ISO 52003-1 Energetická hospodárnosť budov. Ukazovatele, požiadavky, hodnotenie a certifikáty. Časť 1: Všeobecné aspekty a aplikácia na celkovú energetickú hospodárnosť (ISO 52003-1)

CEN ISO/TR 52003-2 Energetická hospodárnosť budov. Ukazovatele, požiadavky, hodnotenie a certifikáty. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie ISO 52003-1 (ISO/TR 52003-2)

EN ISO 52010-1 Energetická hospodárnosť budov. Podmienky vonkajšieho prostredia. Časť 1: Konverzia klimatických údajov na energetické výpočty (ISO 52010-1)

EN ISO/TR 52010-2 Energetická hospodárnosť budov. Podmienky vonkajšieho prostredia. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie ISO 52010-1 (ISO/TR 52010-2)

ISO 17772-1 Energetická hospodárnosť budov. Kvalita vnútorného prostredia. Časť 1: Vstupné údaje parametrov vnútorného prostredia na návrh a posúdenie energetickej hospodárnosti

ISO/TR 17772-2 Energetická hospodárnosť budov. Postupy posúdenia celkovej energetickej hospodárnosti budov. Časť 2: Návod na použitie vstupných údajov parametrov vnútorného prostredia na návrh a posúdenie energetickej hospodárnosti

EN 16798-1 Energetická hospodárnosť budov. Časť 1: Vstupné údaje parametrov vnútorného prostredia budov na navrhovanie a posúdenie energetickej hospodárnosti budov so zameraním na kvalitu vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustiku (Modul M1-6)

CEN/TR 16798-2 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 2: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-1 Vstupné údaje parametrov vnútorného prostredia budov na navrhovanie a posúdenie energetickej hospodárnosti budov so zameraním na kvalitu vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustiku (Modul M1-6)

EN 15459-1 Energetická hospodárnosť budov. Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách. Časť 1: Výpočtové postupy, Modul M1-14

CEN/TR 15459-2 Energetická hospodárnosť budov. Postupy ekonomického hodnotenia energetických systémov v budovách. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15459-1, Modul M1-14

Modul M2 Budovy (ako také)

EN ISO 52016-1 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby tepla na vykurovanie a chladenie, vnútorné teploty a citeľná a latentná tepelná záťaž. Časť 1: Výpočtové postupy (ISO 52016-1)

CEN ISO/TR 52016-2 Energetická hospodárnosť budov. Výpočet potreby tepla na vykurovanie a chladenie, vnútorné teploty a citeľná a latentná tepelná záťaž. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie ISO 52016-1 a ISO 52017-1 (ISO/TR 52016-2)

EN ISO 52017-1 Energetická hospodárnosť budov. Citeľná a latentná tepelná záťaž a vnútorné teploty. Časť 1: Všeobecné výpočtové postupy (ISO 52017-1)

EN ISO 52018-1 Energetická hospodárnosť budov. Indikátory čiastkových požiadaviek na EHB súvisiacich s bilanciou tepelnej energie a vlastnosťami budov. Časť 1: Prehľad možností (ISO 52018-1)

CEN ISO/TR 52018-2 Energetická hospodárnosť budov. Indikátory čiastkových požiadaviek na EHB súvisiacich s bilanciou tepelnej energie a vlastnosťami budov. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie ISO 52018-1 (ISO/TR 52018-2)

EN ISO 6946 Stavebné konštrukcie. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda (ISO 6946)

EN ISO 10077-1 Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 1: Všeobecne (ISO 10077-1)

EN ISO 10077-2 Tepelnotechnické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla. Časť 2: Numerická metóda pre rámy (ISO 10077-2)

EN ISO 10211 Tepelné mosty v budovách. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty (ISO 10211)

EN ISO 12631 Tepelnotechnické vlastnosti závesných stien. Výpočet súčiniteľa prechodu tepla (ISO 12631)

EN ISO 13370 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Šírenie tepla zeminou. Výpočtové metódy (ISO 13370)

EN ISO 13786 Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií. Tepelno-dynamické charakteristiky. Výpočtové metódy (ISO 13786)

EN ISO 13789 Tepelnotechnické vlastnosti budov. Merný tepelný tok prechodom tepla a vetraním. Výpočtová metóda (ISO 13789)

EN ISO 14683 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách. Lineárny stratový súčiniteľ. Zjednodušené metódy a orientačné hodnoty (ISO 14683)

CEN ISO/TR 52019-2 Energetická hospodárnosť budov. Tepelno-vlhkostné vlastnosti stavebných konštrukcií a ich častí. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie (ISO/TR 52019-2)

EN ISO 52022-1 Energetická hospodárnosť budov. Tepelné, solárne a svetelné vlastnosti stavebných konštrukcií a častí budov. Časť 1: Zjednodušená výpočtová metóda solárnych a svetelných charakteristík pre zariadenia slnečnej ochrany kombinované so zasklením (ISO 52022-1)

CEN ISO/TR 52022-2 Energetická hospodárnosť budov. Tepelné, solárne a svetelné vlastnosti stavebných konštrukcií a častí budov. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie (ISO/TR 52022-2)

EN ISO 52022-3 Energetická hospodárnosť budov. Tepelné, solárne a svetelné vlastnosti stavebných konštrukcií a častí budov. Časť 3: Podrobná výpočtová metóda solárnych a svetelných charakteristík pre zariadenia slnečnej ochrany kombinované so zasklením (ISO 52022-3)

Modul M3 Vykurovacie systémy

EN 15316-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 1: Všeobecné vyjadrenie a vyjadrenie energetickej hospodárnosti, Moduly M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4

EN 15316-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 2: Systémy odovzdávania tepla do vykurovaného priestoru (vykurovanie a chladenie), Moduly M3-5, M4-5

EN 15316-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 3: Systémy distribúcie (príprava teplej vody, vykurovanie a chladenie), Moduly M3-6, M4-6, M8-6

EN 15316-4-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 4-1: Systémy výroby tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody, spaľovacie systémy (kotly, biomasa), Moduly M3-8-1 a M8-8-1

EN 15316-4-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 4-2: Systémy výroby tepla, systémy s tepelnými čerpadlami, Moduly M3-8-2, M8-8-2

EN 15316-4-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 4-3: Systémy výroby tepla, tepelné solárne a fotovoltické systémy, Moduly M3-8-3, M8-8-3, M11-8-3

EN 15316-4-4 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 4-4: Systémy výroby tepla, kogeneračné systémy integrované v budove, Moduly M8-3-4, M8-8-4, M8-11-4

EN 15316-4-5 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 4-5: Centralizované zásobovanie teplom a chladom, Modul M3-8-5, M4-8-5, M8-8-5, M11-8-5

EN 15316-4-8 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 4-8: Systémy výroby tepla, teplovzdušné a závesné sálavé systémy vykurovania vrátane kachlí (lokálnych), Modul M3-8-8

EN 15316-5 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a efektívnosti systému. Časť 5: Akumulačné systémy vykurovania a prípravy teplej vody (bez chladenia), Moduly M3-7, M8-7

CEN/TR 15316-6-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-1: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-1, Modul M3-1, M3-4, M3-9, M8-1, M8-4

CEN/TR 15316-6-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-2: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-2, Modul M3-5, M4-5

CEN/TR 15316-6-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-3: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-3. Modul M3-6, M4-6, M8-6

CEN/TR 15316-6-4 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-4: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-4-1, Modul M3-8-1, M8-8-1

CEN/TR 15316-6-5 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-5: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-4-2 Modul M3-8 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-6: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-4-3, Modul M3-8-3, M8-8-3

CEN/TR 15316-6-6 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-6: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-4-3, Modul M3-8-3, M8-8-3

CEN/TR 15316-6-7 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-7: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-4-4, Modul M8-3-4, M8-8-4, M8-11-4

CEN/TR 15316-6-8 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-8: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-4-5 (Centralizované vykurovanie a chladenie) , Modul M3-8-5, M4-8-5, M11-8-5

CEN/TR 15316-6-9 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-9: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-4-8, Modul M3-8-8

CEN/TR 15316-6-10 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 6-10: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15316-5, Modul M3-7, M8-7

EN 15500-1 Energetická hospodárnosť budov. Riadenie pre aplikácie HVAC. Časť 1: Elektronické zariadenia na individuálnu reguláciu miestnosti. Moduly M3-5, M4-5, M5-5

CEN/TR 15500-2 Energetická hospodárnosť budov. Riadenie pre aplikácie HVAC. Časť 2: Sprievodná technická správa prEN 15500-1: 2015 - Moduly M3-5, M4-5, M5-5

EN 12098-1 Energetická hospodárnosť budov. Regulácia vykurovacích systémov. Časť 1: Zariadenia na reguláciu teplovodných vykurovacích systémov - Moduly M3-5,6,7,8

EN 12098-3 Energetická hospodárnosť budov. Regulácia vykurovacích systémov. Časť 3: Regulačné zariadenia elektrických vykurovacích systémov. Moduly M3-5,6,7,8

EN 12098-5 Energetická hospodárnosť budov. Regulácia vykurovacích systémov. Časť 5: Spínacie zariadenia na programovo riadené zapnutie - vypnutie vykurovacích systémov. Moduly M3-5,6,7,8

CEN/TR 12098-6 Regulácia vykurovacích systémov. Časť 6: Sprievodná technická správa prEN 12098-1: 2015 - Moduly M3-5,6,7,8.

CEN/TR 12098-7 Regulácia vykurovacích systémov. Časť 7: Sprievodná technická správa prEN 12098-3: 2015 - Moduly M3-5,6,7,8

EN 12831-1 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu. Časť 1: Tepelný príkon, Modul M3-3

CEN/TR 12831-2 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 12831-1, Modul M3-3

EN 15378-1 Energetická hospodárnosť budov. Systémy vykurovania a prípravy teplej vody v budovách. Časť 1: Kontrola kotlov, vykurovacích systémov a systémov prípravy teplej vody, Moduly M3-11, M8-11

CEN/TR 15378-2 Energetická hospodárnosť budov. Vykurovacie systémy a DHW v budovách. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15378-1, Modul M3-11 a M8-11

EN 15378-3 Energetická hospodárnosť budov. Systémy vykurovania a prípravy teplej vody v budovách. Časť 3: Meraná energetická hospodárnosť, Moduly M3-10 a M8-10

CEN/TR 15378-4 Energetická hospodárnosť budov. Meraná energetická náročnosť. Časť 4: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15378-3, Modul M3-10, M8-10

Modul M4 Chladiace systémy

EN 16798-9 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 9: Metódy výpočtu potreby energie pre chladiace systémy (Moduly M4-1, M4-4, M4-9). Všeobecne

CEN/TR 16798-10 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 10: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-9. Metódy výpočtu potreby energie pre chladiace systémy (Moduly M4-1, M4-4, M4-9). Všeobecne

EN 16798-13 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 13: Výpočet chladiacich systémov (Modul M4-8). Všeobecne

CEN/TR 16798-14 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 14: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-13. Výpočet chladiacich systémov (Modul M4-8). Všeobecne

EN 16798-15 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 15: Výpočet chladiacich systémov (Modul M4-7). Akumulácia

CEN/TR 16798-16 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 16: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-15. Výpočet chladiacich systémov (Modul M4-7). Akumulácia

EN 16798-17 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 17: Návod na kontrolu vetracích a klimatizačných systémov (Moduly M4-11, M5-11, M6-11, M7-11)

CEN/TR 16798-18 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 18: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-17. Návod na kontrolu vetracích a klimatizačných systémov (Moduly M4-11, M5-11, M6-11, M7-11)

Modul M5 Systémy vetrania

EN 16798-3 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 3: Vetranie nebytových budov. Všeobecné požiadavky na vetracie a klimatizačné systémy (Moduly M5-1, M5-4)

CEN/TR 16798-4 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 4: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-3. Vetranie nebytových budov. Všeobecné požiadavky na vetracie a klimatizačné systémy (Moduly M5-1, M5-4)

EN 16798-5-1 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 5-1: Metódy výpočtu potreby energie pre vetracie a klimatizačné systémy (Moduly M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8). Metóda 1: Distribúcia a výroba

EN 16798-5-2 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 5-2: Metódy výpočtu potreby energie pre vetracie systémy (Moduly M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8). Metóda 2: Distribúcia a výroba

CEN/TR 16798-6 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 6: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-5-1 a EN 16798-5-2. Metódy výpočtu potreby energie pre vetracie a klimatizačné systémy (Moduly M5-6, M5-8, M6-5, M6-8, M7-5, M7-8)

EN 16798-7 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 7: Metódy výpočtu na stanovenie prietokov vzduchu v budovách vrátane infiltrácie (Modul M5-5)

CEN/TR 16798-8 Energetická hospodárnosť budov. Vetranie budov. Časť 8: Interpretácia požiadaviek v EN 16798-7. Metódy výpočtu na stanovenie prietokov vzduchu v budovách vrátane infiltrácie (Modul M5-5)

Modul M8 Systémy teplej vody

EN 12831-3 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu. Časť 3: Tepelný príkon systémov na výrobu úžitkovej teplej vody a charakteristika potrieb

CEN/TR 12831-4 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu projektovaného tepelného príkonu. Časť 4: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 12831-3, Modul M8-2, M8-3

Modul M9 Osvetlenie

EN 15193-1 Energetická hospodárnosť budov. Modul M9. Energetické požiadavky na osvetlenie. Časť 1: Špecifikácie

CEN/TR 15193-2 Energetická hospodárnosť budov. Modul M9. Energetické požiadavky na osvetlenie. Časť 2: Vysvetlenie a zdôvodnenie EN 15193-1

Modul M10 Automatizované riadenie a regulácia budovy

EN 15232-1 Energetická hospodárnosť budov. Časť 1: Vplyv komplexného automatického riadenia a správy budov. Moduly M10-4,5,6,7,8,9,10

CEN/TR 15232-2 Energetická hospodárnosť budov. Časť 1: Vplyv komplexného automatického riadenia a správy budov. Moduly M10-4, 5, 6, 7, 8, 9, 10

EN 16946-1 Energetická hospodárnosť budov. Inšpekcia automatizácie budov, riadenia a technického manažérstva budov. Časť 1: Moduly M10-11

CEN/TR 16946-2 Energetická hospodárnosť budov. Inšpekcia automatizácie budov, riadenia a technického manažérstva budov. Časť 2: Sprievodná technická správa prEN 16946-1: 2015 - Moduly M10-11

EN 16947-1 Energetická hospodárnosť budov. Systém manažérstva budov. Časť 1: Modul M10-12

CEN/TR 16947-2 Systém manažérstva budov. Časť 2: Sprievodná technická správa EN 16947-1: 2015 - Moduly M10-12

Modul M11 PV, Vietor

EN 15316-4-10 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-10: Veterné systémy na výrobu elektriny

ZÁVER

Cieľom príspevku bolo predstaviť súbor noriem na energetickú hospodárnosť druhej generácie (súbor noriem EHB), dôvod ich vypracovania a ich modulárnu štruktúru, možnosti zohľadnenia národných alebo regionálnych podmienok v národných prílohách a prehľad aktuálne publikovaných noriem EHB.

Literatúra

[1] EN ISO 52000-1: 2017 *Energy performance of buildings - Overarching EPB assessment - Part 1: General framework and procedures (ISO 52000-1: 2017).* [Energetická hospodárnosť budov. Zastrešujúce posúdenie energetickej hospodárnosti budov (EHB). Časť 1: Všeobecný rámec a postupy (ISO 52000-1: 2017).]

[2] Smernica 2010/31/EÚ ktorou sa prepracovala smernica 2002/91/ES o energetickej hospodárnosti budov (EPBD)

[3] Smernica 2018/844, ktorou sa mení smernica 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov a smernica 2012/27/EÚ o energetickej efektívnosti

[4] webové sídlo EPB CENTER (https://epb.center/)

HODINOVÝ KROK NA URČENIE REÁLNEJ ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI V PROCESE OBNOVY NA ÚROVEŇ BUDOV S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE

Jana Bendžalová
ENBEE s.r.o., Palkovičova 5
821 08 Bratislava
e-mail: bendzalova@enbee.eu

LIGIER Simon, ZIRNGIBL Johann
CSTB, 84 av. Jean Jaurès
77447 Champs-sur-Marne, France
e-mail: Simon.LIGIER@cstb.fr
johann.zirngibl@cstb.fr

Abstrakt
Nové CEN normy odporúčajú hodinový krok pre výpočet energetickej hospodárnosti budov (EHB). Príspevok sa zaoberá príkladmi technických systémov, pre ktoré je dôležitý hodinový krok výpočtu pre stanovenie EHB a reálnych úspor energie. Poukáže na potenciálne nadhodnotenie fotovoltickej elektrickej energie vyrobenej a skutočne spotrebovanej v budove. Analýzy sú založené na výsledkoch testovania škály pre Spoločný Európsky dobrovoľný certifikát pre nebytové budovy (EVC) a rôznych stratégií obnovy smerom k budovám s takmer nulovou potrebou energie v projekte ALDREN [4].

1. ÚVOD

Súčasné národné výpočtové metódy pre energetickú hospodárnosť budov na posúdenie splnenia minimálnych požiadaviek a na energetickú certifikáciu budov sú založené väčšinou na mesačnej alebo dokonca na sezónnej metóde výpočtu potreby energie.

Minimálne požiadavky na budovu s takmer nulovou potrebou energie (NZEB) budú povinné pre všetky nové budovy od roku 2021. Fotovoltická (PV) elektrická energia bude jedným z obnoviteľných zdrojov energie (OZE) na mieste alebo v blízkosti budovy potrebný na splnenie požiadaviek. Zároveň mnohé krajiny EÚ chcú obmedziť nekontrolovateľnú výrobu elektrickej energie a jej odvádzanie do siete. Stáva sa tak dôležitou otázka spotreby vyrobenej elektriny v budove (auto-spotreba).

Slovenská legislatíva odkazuje na európske normy pre výpočet EHB. V súlade s niektorými inými krajinami, len energiu vyrobenú z OZE a spotrebovanú v budove je možné započítať do zlepšenia EHB. Kompenzácia medzi rôznymi energetickými nosičmi nie je povolená. V legislatíve sa neuvádza výpočtový krok, v ktorom sa vyrobená energia odpočíta od potreby energie. Preto môžeme pozorovať významné rozdiely v hodnotení EHB napr. odpočítaním celej ročnej vyrobenej PV elektrickej energie od jej potreby v budove.

Hodinový výpočtový krok podľa nových noriem pre EHB sa používa v Spoločnom európskom dobrovoľnom certifikáte pre nebytové budovy (EVC) projektu ALDREN. Hodinový krok prináša zlepšenie pre určenie reálnych energetických potrieb budovy v porovnaní s mesačnou alebo sezónnou metódou najmä pri niekorých technických systémoch, čo je dôležité aj pre odhad reálnych úspor energie a nákladov v stratégiách obnovy.

2. ELEKTRINA Z FOTOVOLTIKY AKO OBNOVITEĽNÝ ZDROJ ENERGIE PRE NZEB

2.2 Výpočet energetickej hospodárnosti budovy

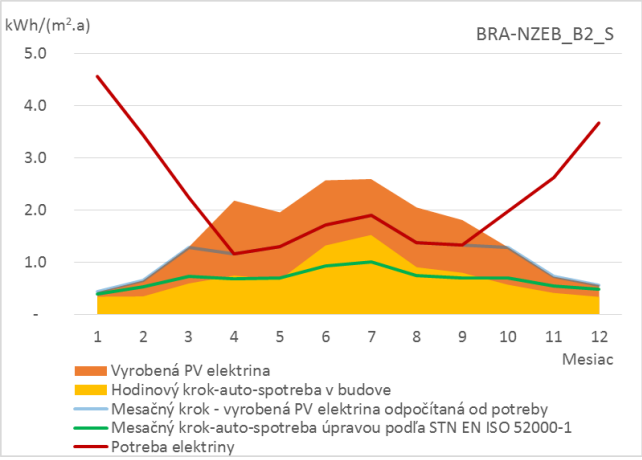
Dnes už neplatná STN EN 15603 [5], na ktorú sa odkazuje slovenská legislatíva sa nevenovala vyrobenej PV elektrine a jej vlastnej spotrebe v budove. Podľa nej je možné odpočítať celú ročnú alebo mesačnú vyrobenú PV elektrinu od potreby elektrickej energie. Tento postup neodráža realitu a môže viesť k nesprávnym záverom. Existuje riziko nadhodnotenia využitia fotovoltickej elektrickej energie v budove a následne riziko nadhodnotenia úspor nákladov v prípade, že dodávka PV elektriny do siete nie je pre vlastníka budovy žiadnym prínosom.

V STN EN ISO 52000-1 [6] sa zaviedol "adaptačný faktor" na odhad auto-spotreby v budove pre mesačný výpočtový krok. Výpočet vyrobenej PV elektriny sa vykoná podľa STN EN 15316-4-3 [8]. Výsledok je vstupom do normy STN EN 15316-1 [7]. Nakoniec sú všetky výsledky vyhodnotené podľa STN EN ISO 52000-1 [6].

ALDREN EVC pre nebytové budovy používa metódu výpočtu založenú na **hodinovom kroku**, podľa odporúčania v nových CEN normách pre EHB (M480). V hodinovom kroku výpočtu sa vyrobená elektrina odpočíta od potreby elektrickej energie v rovnakej hodine.

Na obrázku č. 1 je fotovoltická elektrická energia spotrebovaná v administratívnej budove, ktorá je v úrovni NZEB s tepelným čerpadlom a v klimatických podmienkach Bratislavy, stanovená štyrmi rôznymi spôsobmi:

- ročná alebo mesačná výrobená fotovoltická elektrina sa odpočíta od ročnej alebo mesačnej potreby elektrickej energie,
- auto-spotreba vyrobenej PV elektriny je stanovená na základe hodinového výpočtového kroku (prístup ALDREN),
- auto-spotreba PV elektriny stanovená na základe mesačného kroku výpočtu a s korekciou použitím "adaptačného faktora" podľa STN EN ISO 52000-1 [6].



Obr 1 Príklad vyrobenej a spotrebovanej PV elektrickej energie v budove určenej rôznymi postupmi pre administratívnu budovu v úrovni NZEB s tepelným čerpadlom v podmienkach Bratislavy. Zdroj: projekt ALDREN [4]

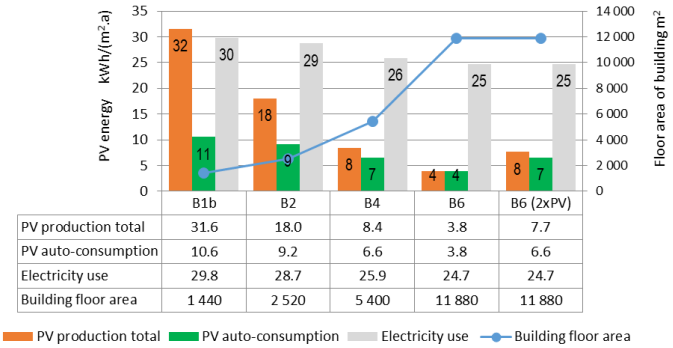
V tab. 1. vidno, že v tomto príklade administratívnej budovy s ročnou potrebou elektrickej energie 28 kWh/(m^2.a) je výrazné nadhodnotenie využitia PV elektriny v budove pre postup 1 a 2. Rozdiel medzi postupom 3 a 4 nie je veľký, ale pre NZEB úroveň to znamená posun o jednu energetickú triedu v ALDREN škále pre primárnu energiu, pretože budova sa nachádza na hranici tried.

Tab. 1 Rôzne množstvo PV elektrickej energie využitej v budove v kWh/(m².a) a vplyv na primárnu energiu a energetickú triedu v závislosti od spôsobu započítania vyrobenej PV elektriny.

Č.	Postup	Ročná auto-spotreba PV elektriny	Primárna energia PE_{nren}	Trieda EHB (ALDREN)
1	Ročná vyrobená PV elektrina odpočítaná od ročnej potreby	**18.0**	22.9	**A**
2	Mesačná vyrobená PV elektrina odpočítaná od mesačnej potreby	**13.7**	32.0	**A**
3	Hodinový krok pre výpočet auto-spotrebovanej PV elektriny v budove	**8.5**	44.8	**A**
4	Mesačný krok s použitím korekcie podľa STN EN ISO 52000-1	**8.1**	45.9	**B**

2.2 Návrh výroby fotovolickej elektriny pre vlastnú spotrebu v budove

Príklad na obr. 2 znázorňuje administratívne budovy rôznych veľkostí v úrovni NZEB, pričom rovnaká veľkosť PV panelov je inštalovaná pre budovy B1b až B6 a dvojnásobná pre B6 (2xPV). Porovnanie vyrobenej PV elektriny a spotrebovanej v budove ukazuje, že optimálny návrh panelov je pre budovu B6, kde je pomer ročnej výroby k ročnej potrebe elektrickej energie v budove približne 15%. Vtedy sa 100% vyrobenej PV elektriny spotrebuje v budove. Súčasne je v tomto prípade vplyv na energetickú triedu malý a inštalácia PV nie je dostatočná na dosiahnutie úrovne NZEB v ALDREN certifikáte (trieda A). Riešenia, pri ktorých sa dosiahne úroveň NZEB (trieda A), pravdepodobne nie sú nákladovo efektívne, výroba PV elektriny je predimenzovaná pre vlastnú spotrebu v budove.



	B1b	B2	B4	B6	B6 (2xPV)
PV production total	31.6	18.0	8.4	3.8	7.7
PV auto-consumption	10.6	9.2	6.6	3.8	6.6
Electricity use	29.8	28.7	25.9	24.7	24.7
Building floor area	1 440	2 520	5 400	11 880	11 880

Indicator	B1b	B2	B4	B6	B6 (2xPV)
PE_{nren} (PV auto-consumption) kWh/(m².a)	44.3	44.8	44.5	48.0	41.7
ALDREN energy class	A	A	A	B	A
PV auto-consumption %	33%	51%	78%	100%	86%

Obr. 2 Príklad rovnakej veľkosti PV panelov na budovách rôznej veľkosti. Zdroj: projekt ALDREN [4]

Faktory ovplyvňujúce spotrebu vyrobenej PV elektriny v budove pri hodinovom kroku sú:

- harmonogram využívania elektrickej energie v budove (vyrovnaná spotreba počas celého týždňa, aj víkendov),

- pomer ročnej vyrobenej PV elektriny a ročnej potreby elektrickej energie,
- typ technických systémov spotrebúvajúcich energiu (tepelné čerpadlá, plynový kotol),
- sklon a orientácia panelov - sklon 30 ° a orientácia na juh s vrcholom produkcie na poludnie môže byť upravená, ak je hlavná spotreba v inej časti dňa. Iná orientácia a sklon môžu byť výhodnejšie. Optimalizácia je možná iba s hodinovým krokom výpočtu.

3. ĎALŠIE VÝHODY HODINOVÉHO VÝPOČTOVÉHO KROKU

Smernica o EHB [1] požaduje, aby EHB bola stanovená pri dodržaní kvality vnútorného prostredia. Pri mesačnom kroku výpočtu je ťažké skontrolovať vnútorné podmienky. Budova bez vhodných technických systémov (napríklad chladenia) sa môže javiť ako lepšia. Pomocou hodinového kroku výpočtu sa požadovaná vnútorná tepelná pohoda zachováva v každej hodine výpočtu a odráža sa v potrebe energie. Projekt ALDREN poskytne postupy hodnotenia vnútorného prostredia na základe hodinového výpočtového kroku. Hodinový krok umožňuje dimenzovanie chladiaceho systému a optimalizáciu tienenia slnečného žiarenia.

Tepelné čerpadlá sú ďalším systémom umožňujúcim zaujímavé spresnenie výpočtu EHB pomocou hodinového kroku, pretože sa dá použiť presnejšie COP v závislosti od dynamických podmienok.

4. ZÁVER

Porovnané boli rôzne postupy výpočtu PV elektriny spotrebovanej v budove:
- odpočítaním vyrobenej PV elektriny od potreby elektrickej energie v budove ročne alebo mesačne podľa starej STN EN 15603 [5] a Vyhl. o EHB [2],
- mesačnou metódou s použitím "adaptačného faktora“ podľa STN EN ISO 52000-1 [6],
- hodinovou metódou (najpresnejšia) –prístup v certifikáte ALDREN [4].

Rozdiely sú významné a postup určený v legislatíve má vplyv na splnenie požiadaviek. Výsledky ukazujú, že pri návrhu PV panelov medzi 5 a 15% ročnej potreby elektrickej energie, môže byť veľká časť vyrobenej energie spotrebovaná v budove. V tom prípade je však vplyv na energetickú triedu malý. Až 30% potreby elektriny môže byť pokrytých PV, avšak v tomto prípade sa využije v budove len malá časť vyrobenej elektriny a dosiahnutie lepšej energetickej triedy nadmernou produkciou nemusí byť nákladovo efektívne.

Postup s hodinovým krokom výpočtu je explicitný a flexibilný, pričom nepotrebuje oveľa viac vstupných údajov. Mesačná metóda podľa STN EN ISO 52000-1 [6] s "adaptačným faktorom" poskytuje hrubý odhad založený na konvenčných predpokladoch, ktoré môžu v niektorých prípadoch vyhovovať, ale neumožňujú ísť hlbšie a optimalizovať riešenia. Hodinová metóda umožňuje špecifickejší prístup k budove.

Projekt ALDREN získal finančné prostriedky z výskumného a inovačného programu Európskej únie Horizont 2020. Softvér použitý na výpočty je Cypetherm Cometh založený na RT2012.

Literatúra

[1] Smernica EP a Rady 2010/31 / EÚ z 19. mája 2010 o EHB, v znení Smernice EP a Rady (EÚ) 2018/844 z 30. mája 2018, ktorým sa mení a dopĺňa smernica 2010/31 / EÚ o EHB,

[2] Zákon č. 555/2005 Z. z, o EHB a o zmene a doplnení niektorých zákonov, v znení neskorších predpisov

[3] Vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z. o EHB a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

[4] ALDREN, Projekt Horizont 2020, www.aldren.eu

[5] STN EN 15603: 2007 Energetická hospodárnosť budov - celkové využitie energie a definícia energetických hodnôt

[6] STN EN ISO 52000-1: 2017 Energetická hospodárnosť budov. Zastrešujúce hodnotenie EHB. Časť 1: Všeobecný rámec a postupy

[7] STN EN 15316-1: 2017 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 1: Všeobecné a energetické vyjadrenie výkonnosti

[8] STN EN 15316-4-3: 2017 Energetická hospodárnosť budov. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-3: Systémy výroby tepla, tepelné solárne a fotovoltické systémy

POROVNANIE EKONOMICKEJ VÝHODNOSTI ZDROJOVTEPLA PRE INDIVIDUÁLNU A BYTOVÚ VÝSTAVBU

HODNOTA ZA PENIAZE

Ing. Radovan Illith, PhD.
SPP – distribúcia, a.s.
Mlynské nivy 44/b
825 11 Bratislava
e-mail: radovan.illith@spp-distribucia.sk

Abstrakt

Zmena klímy je jednou z najdôležitejších výziev súčasnosti pre ľudstvo a životné prostredie. Pomôcť v riešení by mala Parížska dohoda, ktorej hlavným cieľom je posilniť celosvetovú reakciu na hrozbu zmeny klímy, t.j. udržať zvyšovanie priemernej celosvetovej teploty výrazne pod 2 °C v porovnaní s predindustriálnymi úrovňami a snažiť sa o obmedzenie tohto zvyšovania na 1,5 °C. Tento cieľ sa má dosiahnuť ***dekarbonizáciou ekonomiky****.*

Dekarbonizácia vyvolá dodatočné náklady*, ktoré zaplatia* ***spotrebitelia****, alebo* ***daňoví poplatníci****. Je potrebné ju realizovať v súlade s filozofiou* ***Hodnota za peniaze****, t.j. nahrádzať* ***vysokoemisné zdroje energie najlacnejšími nízkoemisnými****. Konkrétne riešenia by mali vychádzať z existujúcich podmienok ako aj komparatívnych výhod jednotlivých krajín, mala by preto existovať voľnosť pri voľbe nástrojov dekarbonizácie v súlade s predpokladmi jednotlivých krajín. Z toho vyplýva, že* ***obnoviteľné zdroje nie sú cieľom****, ale jedným z* ***možných nástrojov dekarbonizácie****.*

Akékoľvek opatrenia by mali byť implementované na základe ***zhodnotenia ich výhodnosti podľa princípu „Hodnota za peniaze“*** *a to konkrétne cez ukazovateľ:*

- *náklady na tonu zníženia skleníkových emisií,* ***€/t CO_2****,*
- *náklady na tonu zníženia emisií tuhých znečisťujúcich látok (ďalej len „TZL“),* ***€/t TZL*** *a v konečnom rade,*
- ***hodnotenie ekonomickej výhodnosti metódou Total Cost of Ownership („TCO“).***

*Zatiaľ čo prvé dva ukazovatele (****€/t CO_2*** *a* ***€/t TZL****) je vhodné použiť pri projektoch výmeny zdroja tepla za nový zdroj tepla s nižšími emisiami, hodnotenie ekonomickej výhodnosti metódou Total Cost of Ownership (TCO) je vhodné najmä pri nových projektoch/budovách.*

Vykurovací systém*, ktorého súčasťou je aj príprava teplej vody, je neoddeliteľnou súčasťou rodinného a bytového domu, pričom jeho výber je potrebné a vhodné dôkladne zvážiť ešte pred samotnou výstavbou príslušnej budovy. Voľba systému ovplyvní, pozitívne, alebo negatívne, tepelnú pohodu v dome, samotný komfort bývania, ale aj celkové finančné náklady na* ***inštaláciu a prevádzku*** *vykurovacieho systému na dlhú dobu! Majiteľ domu (investor) by si mal sám, aspoň orientačne, overiť, akú* ***hodnotu získa za vynaložené peniaze*** *a* ***kto bude konečný prijímateľ výhod*** *pri zvolenom, či naopak nezvolenom vykurovacom systéme.*

1. POROVNÁVANÉ SYSTÉMY

Ekonomické hodnotenie akéhokoľvek systému, teda aj vykurovacieho, je vhodné vykonať metódou **Total Cost of Ownership** (ďalej len „TCO“). Do takéhoto hodnotenia vstupujú sumy vynaložených finančných prostriedkov, spravidla výška investičných nákladov (CAPEX) a prevádzkové náklady (OPEX) a to po dobu životnosti, resp. sledovaného obdobia. V tomto prípade sa jedná o obdobie 15 rokov.

Hodnota za peniace: Cieľom analýzy rôznych vykurovacích systémov pre konkrétny prípad je zhodnotiť či peniaze investora (majiteľa domu) budú skutočne vynaložené **najlepšie ako je možné** pre dosiahnutie stanoveného cieľa (vykurovania a príprava teplej vody).

Investičné náklady a prevádzkové náklady pre jednotlivé zdroje tepla sú získané dopytom u dodávateľov systémov zdrojov tepla a príslušenstva (kotolne). Ceny energií, sú získané z aktuálneho cenníka energií pre rodinný dom, alebo priamo dopytom u obchodníka z energiami pre bytový dom.

2. RODINNÝ DOM, ENERGETICKÁ TRIEDA A1

Modelový prípad – rodinný dom, traja členovia domácnosti. Rodinný dom je postavený v energetickej triede A1, výkon zdroja tepla je **12 kW**. Potreba tepla (vrátane teplej vody) je **8 762 kWh/rok**. Ostatná potreba elektrickej energie je **3 000 kWh/rok.**

Vykurovanie

Druh paliva	Drevné pelety	Zemný plyn	Drevo	TČ - vzduch/voda	Elektrina (akumulačné)
Výhrevnosť paliva	5,00 kWh/kg	10,69 kWh/m3	3,88 kWh/kg	1	1
Tepelné zariadenie	Konvenčný kotol	Kondenzačný kotol	Konvenčný kotol	TČ - vzduch/voda	Elektrický kotol
Účinnosť (reálna)	90%	97%	70%	300%	99%
Jednotková cena (€/jednotku)	190 €/tonu	0,0492 €/kWh	75 €/tonu	0,1297 €/kWh	0,1236 €/kWh
Teplo v palive (kWh)	9 736	9 033	12 517	2 921	8 851
Množstvo paliva	**1 947 kg**	**845 m³**	**3 226 kg**	**2 921 kWh**	**8 851 kWh**

OPEX (prevádzkové náklady)	Drevné pelety	Zemný plyn	Drevo	TČ - vzduch/voda	Elektrina (akumulačné)
Ročné náklady palivo	370 €/rok	444 €/rok	242 €/rok	379 €/rok	1 094 €/rok
Servis	80 €/rok	80 €/rok	80 €/rok	130 €/rok	50 €/rok
Dovoz paliva	100 €/rok		100 €/rok		
Prevádzkové náklady spolu	**550 €/rok**	**524 €/rok**	**422 €/rok**	**509 €/rok**	**1 144 €/rok**

CAPEX (investičné náklady)	Drevné pelety	Zemný plyn	Drevo	TČ - vzduch/voda	Elektrina (akumulačné)
Dotácia „Zelená domácnostiam“	nie	-	nie	nie	-
Projekt	200 €	200 €	200 €	200 €	200 €
Zdroj	3 700 €	1 600 €	1 000 €	10 202 €	800 €
Inštalačný materiál	572 €	572 €	572 €	3 014 €	572 €
Zásobník na TÚV (200l)	450 €		450 €	0 €	450 €

Uvedenie do prevádzky	170 €	170 €	170 €	170 €	170 €
Plynová prípojka	-	1 300 €	-	-	-
Elektrická prípojka	780 €	780 €	780 €	780 €	1 010 €
Komín (ak treba)	1 000 €	300 €	1 000 €	0 €	0 €
Podlahové vykurovanie	6 000 €	6 000 €	6 000 €	6 000 €	6 000 €
Suma pred dotáciou „Zelená domácnostiam“	12 872 €	10 922 €	10 172 €	20 366 €	9 202 €
SPOLU	**12 872 €**	**10 922 €**	**10 172 €**	**20 366 €**	**9 202 €**

CASH ZA 15 ROKOV BEZ DOTÁCIE	**21 121 €**	**18 786 €**	**16 501 €**	**27 998 €**	**26 358 €**
CASH ZA 15 ROKOV S DOTÁCIOU	**19 921 €**	**18 786 €**	**15 301 €**	**24 598 €**	**26 358 €**

Chladenie

OPEX	**Drevné pelety (a klimatizácia)**	**Zemný plyn (a klimatizácia)**	**Drevo (a klimatizácia)**	**TČ - vzduch/voda**	**Elektrina (akumulačné) (a klimatizácia)**
Výkon	5,2 kW	5,2 kW	5,2kW	5,2 kW	5,2 kW
Doba chladenia (dni)	30	30	30	30	30
Doba chladenia (hod. /deň)	8 h	8 h	8 h	8 h	8 h
Potreba chladu	1 248 kWh	1 248 kWh	1 248 kWh	1 248 kWh	1 248 kWh
COP	350%	350%	350%	300%	350%
Množstvo EE	357 kWh	357 kWh	357 kWh	416 kWh	357 kWh
Jednotková cena	0,1486 €/kWh	0,1486 €/kWh	0,1486 €/kWh	0,1305 €/kWh	0,1271 €/kWh
Ročné náklady na elektrinu (chlad)	53 €	53 €	53 €	54 €	45 €
Servis	50 €	52 €	53 €	54 €	55 €
Prevádzkové náklady spolu	**103 €/rok**	**105 €/rok**	**106 €/rok**	**108 €/rok**	**100 €/rok**

CAPEX	**Drevné pelety (a klimatizácia)**	**Zemný plyn (a klimatizácia)**	**Drevo (a klimatizácia)**	**TČ - vzduch/voda**	**Elektrina (akumulačné) (a klimatizácia)**
Zdroj chladu (vrátane inštalácie)	3 300 €	3 300 €	3 300 €	3 425 €	3 300 €
Prevádzkové náklady spolu	**3 300 €**	**3 300 €**	**3 300 €**	**3 425 €**	**3 300 €**

CASH ZA 15 ROKOV (CHLADENIE)	**4 845 €**	**4 860 €**	**4 890 €**	**5 040€**	**4 801 €**

TCO (zima/leto) bez dotácie	**25 966 €**	**23 660 €**	**21 391 €**	**33 042 €**	**31 158 €**
TCO (zima/leto) s dotáciou	**24 766 €**	**23 660 €**	**20 191 €**	**29 642 €**	**31 158 €**

Poznámka: **Break even point** na cenu TČ vrátane inštalácie (komplet) je **7 700 €** (bez dotácie z programu „Zelená domácnostiam“) v porovnaní s plynovým kondenzačným kotlom. Až pri takto nízkej hodnote CAPEX (**7 700 €** bez dotácie) by boli TCO pre vykurovanie a chladenie pomocou TČ rovnaké ako pri vykurovaní a chladení plynovým kondenzačným kotlom (s klimatizáciou).

3. BYTOVÝ DOM, ENERGETICKÁ TRIEDA A1

Reálny projekt bytového domu v štádiu výstavby. Dom sa stavia v oblasti mimo rozvodov centrálneho zdroja tepla (v oblasti sa CZT nenachádza), investor preto musel zvoliť iný vhodný zdroj tepla pre daný bytový dom. V dome sa nachádza **56 veľkoplošných bytov** (**3 a 4 izbových**), teplá voda je pripravovaná pre **168 obyvateľov**, potreba tepla celkom, vrátane

teplej vody je **360 000 kWh/rok.** Domová kotolňa sa bude nachádzať priamo v dome, kotolni, ktoré je súčasťou projektu. Celkový výkon zdroja tepla je **150 kW**.

Poznámka:
WACC = 2% (vážený priemer nákladov na kapitál)
Medziročný rast cien = 3%

Druh zdroja (paliva)	Zemný plyn	Zemný plyn	Elektrická energia	Zemný plyn
Výhrevnosť	10,69	10,69	1	10,69
Tepelné zariadenie	**PKK[1]**	**Plynové tepelné čerpadlo**	**Elektrické tepelné čerpadlo**	**PKK a solárny panel**
Účinnosť (COP)	93	145	280	93
Jednotková cena	0,0465 €/kWh	0,0472 €/kWh	0,1374 €/kWh	0,0465 €/kWh
Množstvo paliva	387 097 kWh	248 276 kWh	128 571 kWh	368 524 kWh

OPEX	**Kondenzačný kotol**	**Plynové tepelné čerpadlo**	**Elektrické tepelné čerpadlo**	**PKK a solárny panel**
Ročné náklady na energie (v prvom roku)	**17 997 €**	**11 713 €**	**17 666 €**	**17 134 €**
Servis (plyn, elektro, tlakové nádoby, solár, komín) - bez DPH	1 100 €	2 270 €	1 200 €	1 300 €
Mzdové náklady (1 osoba, dohoda)	3 600 €	3 600 €	3 600 €	3 600 €

CAPEX	**Kondenzačný kotol**	**Plynové tepelné čerpadlo**	**Elektrické tepelné čerpadlo**	**PKK a solárny panel**
CAPEX (bez dotácie „Zelená domácnostiam"), technológie, zásobník TV, príslušenstvo, inštalácia, prípojka) - bez DPH	44 750 €	158 725 €	160 854 €	61 512 €
CAPEX (s dotáciou „Zelená domácnostiam") - bez DPH	44 750 €	158 725 €	160 854 €	51 858 €
CASH za 15 rokov prevádzky				
CASH out (bez dotácie) - len výdavky (diskontované)	**- 402 446 €**	**-435 820 €**	**-514 897 €**	**-408 751 €**
CASH out (s dotáciou) - len výdavky (diskontované)	**- 402 446 €**	**-435 820 €**	**-514 897 €**	**-399 097 €**

4. ZÁVER

Metódou TCO bol hodnotený modelový rodinný a reálny bytový dom toho času vo výstavbe. Zdroje tepla boli navrhnuté tak, aby ich bolo možné aj reálne implementovať (do rodinného domu sa nenavrhovalo plynové tepelné čerpadlo, z dôvodu neexistencie tak malého výkonu. Do bytového domu sa nenavrhoval zdroj tepla na napr. tuhé palivo a to najmä z priestorových, prevádzkových a environmentálnych dôvodov).

Z pohľadu **hodnoty za peniaze** - dosiahnutie toho istého cieľa za čo najnižšie celkové náklady sa javí zemný plyn ako vhodný zdroj tepla **v nízkoenergetických budovách,** spĺňajúci triedu **A1.** Je to najmä z dôvodu výhodného pomeru ceny kondenzačného kotla (vrátane inštalácie), vysokej účinnosti, nízkych prevádzkových nákladov, jednoduchosti, skutočného komfortu a dostupnosti, **nehovoriac o pozitívnom dopade na ekológiu.** V prospech zemného plynu hovorí aj pomer nákladov na energie**. Cena zemného plynu je približne 2,5 až 3x nižšia než cena elektrickej energie. Aj z tohto dôvodu, sa kúpa tepelného čerpadla objektívne v niektorých prípadoch (v porovnaní s kondenzačným kotlom na zemný plyn) ekonomicky neoplatí.**

[1] *Plynový kondenzačný kotol*

VPLYV ZVYŠOVANIA TEPELNOIZOLAČNÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ NA TEPELNÚ BILANCIU BUDOV

prof. Ing. Ivan Chmúrny, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra konštrukcií pozemných stavieb
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: ivan.chmurny@stuba.sk

Abstrakt
Zvyšovanie tepelnoizolačných vlastností stien, striech, podláh a otvorových konštrukcií má pozitívny vplyv na znižovanie tepelnej straty budov a potreby tepla na vykurovanie. Pri vyhodnotení ročnej potreby tepla na vykurovanie a chladenie pri budovách s celoročne upravovaným vnútorným prostredím však môže táto tendencia zvyšovania tepelnoizolačnej schopnosti viesť ku zvyšovaniu potreby tepla chladenie, ak sa citlivo neuplatnia opatrenia na zníženie tepelných ziskov transparentnými konštrukciami.

1. ÚVOD

Zvyšovanie tepelnej ochrany jednotlivých stavebných konštrukcií je celosvetový trend. V STN 73 0540-2: 2012 Zmena 1: 2016 sa táto tendencia premietla na tieto definované úrovne (*tab.* 1):

- max – maximálna prípustná hodnota,
- N – normalizovaná (požadovaná) hodnota,
- r1 – odporúčaná hodnota, ktorá je normalizovanou po roku 2015
- r2 – cieľová odporúčaná hodnota, ktorá bude normalizovanou po roku 2020.

Tab. 1 Úrovne súčiniteľov prechodu tepla U vo W/(m^2.K) v STN 73 0540-2 Z1 [1]

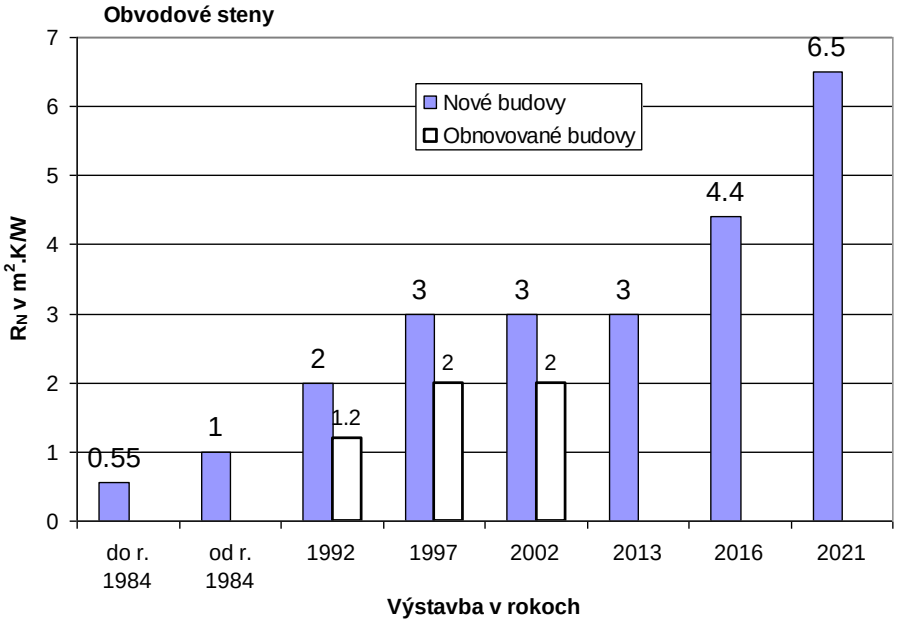
Konštrukcia	**max**	**N**	**r1**	**r2**
Stena	0,46	0,32	0,22	0,15
Strecha	0,30	0,20	0,15	0,10
Okno	1,7	1,4	1,0	0,6

Tieto hodnoty boli nastavené na tri úrovne výstavby:

- nízkoenergetické budovy navrhované od 1.1. 2013 do 31.12. 2015,
- ultranízkoenergetické budovy navrhované od 1.1. 2016,
- budovy s takmer nulovou spotrebou energie navrhované od 1.1. 2019 pre nové budovy v ktorých sídlia a ktoré vlastnia verejné orgány a od 1.1. 2021 pre všetky nové budovy.

Po roku 2015 teda dochádza ku sprísneniu požiadaviek na tepelnú ochranu konštrukcií. Požiadavky sú stanovené na nové budovy. Musia ich splniť aj obnovované budovy, pokiaľ je to funkčne, technicky a ekonomicky uskutočniteľné. V praxi to niekedy vyvoláva otázky, kedy a ako uplatniť tento článok normy. Ak nastanú funkčné alebo technické dôvody, ktoré neumožňujú splniť normalizovanú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla, potom sa musia splniť aspoň maximálne hodnoty súčiniteľa prechodu tepla.

V SR STN 73 0540-2 Z1 zaviedla stupňovité zvyšovanie úrovne tepelnoizolačných vlastností, tak aby na konci tohto snaženia bola budova s takmer nulovou potrebou energie (NZEB). Postupné zvyšovanie tepelnoizolačnej úrovne však u nás prebieha postupne od začiatku prvej energetickej krízy v polovici 70-tych rokov minulého storočia. Na príklade podľa *obr. 1* vidíme nárast tepelných odporov obvodových stien podľa obdobia výstavby.



Obr. 1 Zvyšovanie tepelného odporu obvodových stien

2. VPLYV ZVYŠOVANIE TEPELNOIZOLAČNEJ ÚROVNE VÝSTAVBY

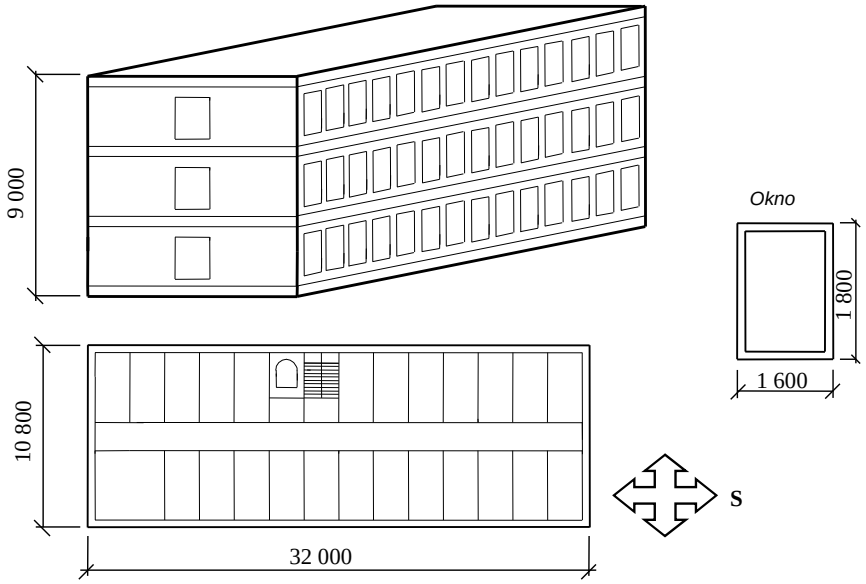
Na administratívnej budovy podľa *obr. 2* budeme postupne aplikovať zlepšujúce sa tepelnoizolačné vlastnosti stavebných konštrukcií podľa *tab. 1*, teda od maximálnych hodnôt až po hodnoty cieľové odporúčané súčinitele prechodu tepla. Uvažujú sa normalizované klimatické podmienky na energetickej hospodárnosti budov v SR pre zimné a letné obdobie.

Z hľadiska letného obdobia má významný vplyv tienenia a presnejšie celková priepustnosť slnečného žiarenia zasklenia s prostriedkami slnečnej ochrany okna vyjadrenej hodntou F_C. V tejto štúdii sa uvažovala priepustnosť energie slnečného žiarenia pri U_w = 1,7 1,4 a 1,0 W/(m^2.K) g = 0,6 a pri $U_w \leq$ 0,8 W/(m^2.K) je g = 0,5. Ostatné tieniace súčiniteľa sa uvažovali rovnako pre všetky alternatívy F_C = 1 (netienené okno) a F_f = 0,8. Výpočet je podľa STN EN ISO 13 790 s použitím normalizovaných podmienok hodnotenia.

2.1 Výsledky podľa tepelnej bilancie

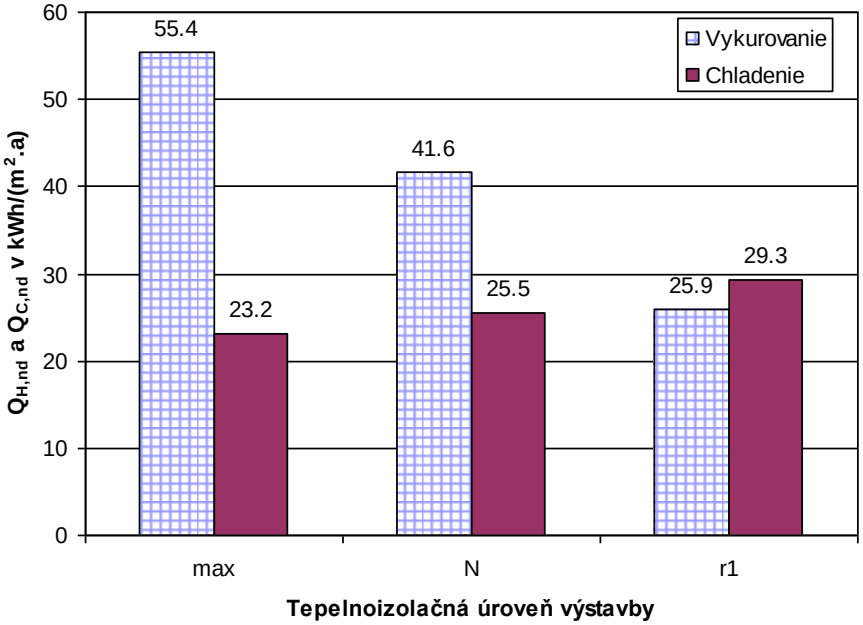
Aplikovaním zvýšenej tepelnej ochrany budov z hľadiska zimného obdobia sa pozitívne ovplyvňujú tepelnotechnické vlastnosti budov ako sú vnútorné povrchové teploty, negatívne studené sálanie v blízkosti zasklených plôch a chladných povrchoch vonkajších stien, rozsah a

výskyt povrchovej kondenzácie na zasklení, znižujú sa tepelné straty a potreba energie na vykurovanie budov. Aká je situácia z hľadiska letného obdobia ?



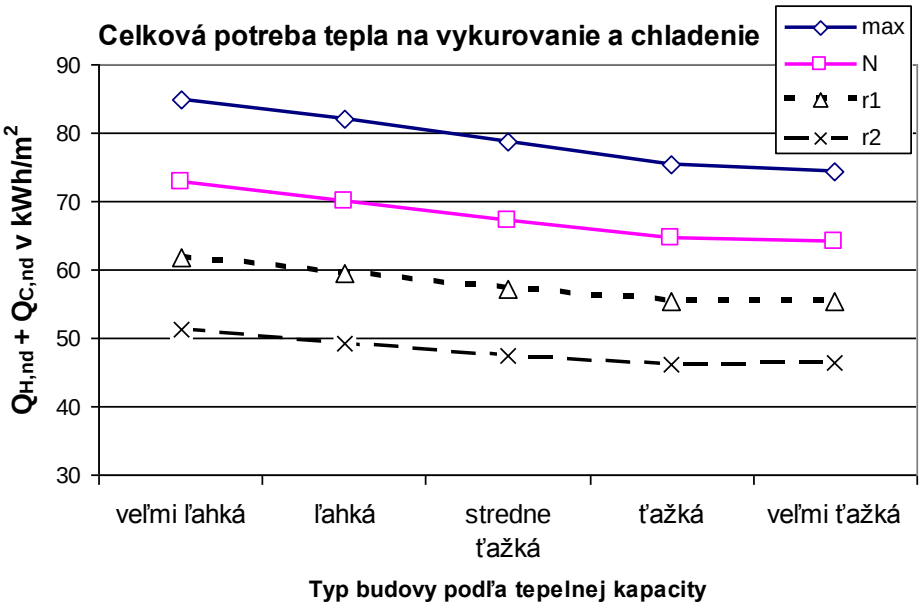
Obr. 2 Modelové zobrazenie administratívnej budovy

Znižovanie súčiniteľov prechodu tepla steny, strechy, podlahy na teréne a okien má výrazný vplyv na zníženie potreby tepla na vykurovanie $Q_{H,nd}$. Potreba tepla na chladenie $Q_{C,nd}$ však má mierne stúpajúcu tendenciu pri uvažovaní stredne ťažkej budovy pri určení vnútornej tepelnej kapacity budovy podľa *obr. 3*. Teda potreba tepla na chladenie sa mierne zvyšuje so znižujúcimi sa súčiniteľmi prechodu tepla stien, strechy, podlahy a okien. Na znižovanie potreby tepla na chladenie pri budovách s vysokou tepelnou ochranou je tieniaca technika kľúčovým faktorom výstavby.



Obr. 3 Závislosť $Q_{H,nd}$ a $Q_{C,nd}$ v kWh/(m².a) pri zvyšujúcej sa tepelnej ochrane budovy

Zaujímavá je tepelná bilancia budovy v súčte potreby tepla na vykurovanie a chladenie. Táto je zobrazená ma *obr. 4*. Vidíme, že so zvyšovaním tepelnej ochrany z úrovne ultranízkoenergetickej na úroveň budov s takmer nulovou potrebou energie už celková potreby tepla len mierne klesá.



Obr. 4 Celková potreba tepla na vykurovanie a chladenie v závislosti od tepelnej kapacity a tepelnoizolačnej úrovne

4. ZÁVER

Pri budove s celoročne upravovaným vnútorným prostredím sa tepelná bilancia skladá zo súčtu potreby tepla na vykurovanie v zimnom období a z potreby tepla na chladenie v letnom období. Požiadavky na tepelnú ochranu by mali zabezpečiť pre možné alternatívy riešenia tepelnej ochrany budovy tento súčet na minimálnej hodnote. Ak sa zvyšuje tepelnoizolačná schopnosť obvodových konštrukcií z úrovne normalizovaných hodnôt na úroveň odporúčaných hodnôt, potom potreba tepla na vykurovanie sa výrazne znižuje a potreba tepla na chladenie sa mierne zvyšuje. Avšak celková potreba tepla na vykurovanie a chladenie pri prechode z úrovne ultranízkoenergetickej výstavby na úroveň budov s takmer nulovou potrebou energie sa len málo znižuje. A zrejme aj to je dôvod na vypracovanie Zmeny 2 k STN 73 0540.2: 2012.

Pre budovy s celoročne upravovaným vnútorným prostredím teda vykurované a chladené by mohlo neustále znižovanie U hodnôt (najmä zasklenia) pôsobiť kontraproduktívne [3]. Nevyhnutný je zosúladený návrh zohľadňujúci aj optické vlastnosti a najmä tienenie. Tu znižovanie U_w alebo U_g hodnoty môže niekedy spôsobovať nárast potreby tepla na chladenie, ale niekedy aj celkovej potreby tepla na vykurovanie a chladenie.

Poďakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-16-0126.

Literatúra

[1] STN 73 0540-2: 2012 platná so Zmenou 1: 2016 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky, SUTN, Bratislava

[2] Vyhláška MDVRR SR č. 364/2012 Z.z . v znení vyhlášky MDVRR SR č. 324/2016 Z.z. ktorou sa vykonáva zákon 555/2005 Z.z o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov

[3] Chmúrny, I.: Potreba tepla na chladenie – prípadové štúdie. Tepelná ochrana budov, vol. 18, 2015, No. 4, s. 5-7

ANALÝZA VPLYVU VYKUROVANIA KRBOVÝM TELESOM NA ENERGETICKÚ HOSPODÁRNOSŤ RODINNÉHO DOMU

***Ing. Peter Buday, PhD.*[1]**
***Ing. Rastislav Ingeli, PhD.*[2]**
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra konštrukcií pozemných stavieb
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: peter.buday@stuba.sk[1]
e-mail: rastislav.ingeli@stuba.sk[2]

Abstrakt
V tomto roku vyšla výzva na dotáciu pre rodinné domy v hodnote 8000€. Podmienkou je, aby bola budova v zmysle zákona o energetickej hospodárnosti zatriedená do energetickej triedy A0. Energetická trieda A0 charakterizuje budovy s takmer nulovou spotrebou energie. Ide hlavne o to, aby sa verejnosť začala zaujímať o takéto budovy a tým pádom sa aj naštartovala výstavba takýchto budov s takmer nulovou spotrebu energie. Dotácia má za úlohu odmeniť alebo podporiť tie budovy, ktoré svojimi tepelnotechnickými vlastnosťami a modernými technickými zariadenia splnili túto energetickú triedu. Okrem dobrého plánu ako zviditeľniť takéto budovy vzniklo aj veľa špekulácii, ktoré by mali dopomôcť, aby boli budovy v energetickej triedy A0. Ide hlavne o majiteľov rodinných domov, kde nie je plynofikácia a sú nútení mať ako zdroj tepla a teplej vody elektrickú energiu.

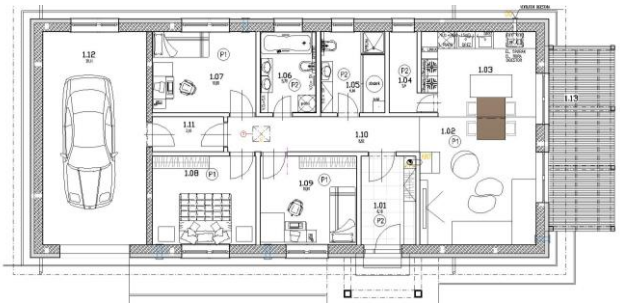
1. ÚVOD

Zákon č. 300/2012 Z. z. [1] stanovuje, že od 01.01.2021 sa budú musieť navrhovať budovy s takmer nulovou spotrebou. Budova s takmer nulovou spotrebou je z hľadiska energetickej hospodárnosti budov zatriedená do energetickej triedy A0 pre globálny ukazovateľ, ktorým je primárna energia. Na dosiahnutie tejto kategórie budov je potrebné zlepšovať obvodový plášť z tepelno-technického hľadiska. Hľadať optimálne riešenie, ktoré zabezpečí rovnováhu medzi nákladmi na progresívne materiály, technické zariadenie budov a celkovej zníženej energetickej náročnosti. Jedným z faktorov je konfigurácia obvodových plášťov, od ktorej závisia energetické úspory. Výrazný vplyv na tepelnú ochranu obvodového plášťa má veľa faktorov. Napríklad akumulácia obvodového plášťa, vlhkostné vlastnosti, tepelné mosty, využitie pasívnych solárnych ziskov. Okrem tepelnotechnických vlastností obvodového plášťa, ktorý je súčasťou tepelnej ochrany budov, má výrazný vplyv na energetickú triedu obytných budov aj zvolený zdroj tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody. V danom príspevku analyzujeme, na vybranom rodinnom dome, vplyv krbového telesa na energetickú hospodárnosť budovy a a hlavne dopad na energetické triedu. Pri analýze kombinujeme rôzne zdroje tepla a sledujeme ich dopad na globálny ukazovateľ.

1.1 Opis analyzovaného rodinného domu - bungalovu

Pre danú analýzu bol vybraný rodinný dom s jedným obytným podlažím a s garážou. Pri svojom pôdorysnom rozmere 18,5 x 8,5 m a jednopodlažnosti dosahuje mernú plochu 123 m^2, obostavaný objem 390 m^3, priemernú výšku vykurovaných podlaží 3,17 m a faktor tvaru budovy 1,00 1/m. Garáž nie je započítaná do celkovej mernej plochy, nakoľko je to priestor iba s temperovaním a nie plnohodnotným vykurovaním. Tvar budovy a dispozičné riešenie odráža súčasný dopyt jednoduchých a moderných stavieb. Jednotlivé obalové konštrukcie (strop, obvodová stena, podlaha na teréne a transparentné konštrukcie) boli navrhnuté z tepelnotechnického hľadiska tak, aby spĺňali kritérium odporúčaných hodnôt, ktoré sú stanovené v norme STN 73 0540-2:2012 (Z1/2016) [2].

a) skutočný pohľad na dom



b) pôdorys

Obr. 1 Geometria a dispozičné riešenie analyzovaného rodinného domu

Súčiniteľ prechodu tepla stropu pod povalou, steny, otvorov a podlahy na teréne je vypočítaný podľa skutočných zabudovaných materiáloch. Pre strop pod povalou je definovaný hodnotou U_{strop} = 0,14 W/(m^2.K), pre obvodovú stenu hodnotou U_{stena} = 0,180 W/(m^2.K), transparentných konštrukcií hodnotami $U_{okno(W)}$ = 0,80 - 0,99 W/(m^2.K) (v závislosti od podielu zasklenia pri hodnotách pre zasklenie U_g = 0,60 a pre rám U_f = 1,10 W/(m^2.K)). Tepelný odpor podlahy na teréne je daný hodnotou $R_{podlaha}$ = 2,63 m^2.K/W (po prepočte $U_{podlaha}$ = 0,220 W/(m^2.K)) Celková priepustnosť slnečného žiarenia použitého trojskla je daná hodnotou g = 0,5. Tepelné mosty sú započítané paušálne a to hodnotou ΔU = 0,02 W/(m^2.K).

1.2 Výpočet potreby tepla na vykurovanie pre rôzne varianty

Výpočet potreby tepla na vykurovanie pre analyzovanú budovu bol stanovený pre dve varianty. Prvý variant charakterizuje potrebu tepla na vykurovanie bez zohľadnenia vetrania s rekuperáciou vzduchu a druhý variant uvažuje vetranie s rekuperáciou vzduchu a s 95 % účinnosťou rekuperačného zariadenia. V nasledujúcej tabuľke sú zobrazené komplexné výsledky pre oba tieto varianty.

Tab. 1 Komplexný prehľad výsledkov pre obe varianty

Variant	Variant - 1	Variant - 2	
Celková teplovýmenná plocha	390	390	m^2
Tepelná strata prechodom tepla	87.85	87.85	W/K
Tepelná strata vetraním	51.48	4.37	W/K
Celková tepelná strata	147.13	100.02	W/K
Celkové zisky	3825.39	3825.39	kWh
Potreba tepla na vykurovanie	8371.32	4577.28	kWh/rok
Merná potreba tepla na vykurovanie $Q_{H,nd1}$	68.06	37.21	kWh/(m^2a)

Ako je vidno z tabuľky č.1, vypočítaná merná potreba tepla pre variant č. 2 (variant s rekuperáciou) je takmer o 50 % menšia ako pre variant č. 1 (variant bez rekuperácie).

2. POSÚDENIE ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOV

V danom analyzovanom rodinnom dome (RD) je realizované podlahové vykurovanie mokrým systémom. Jednotlivé vetvy podlahových vykurovacích okruhov sú pripájané cez rozdeľovač so zónovou reguláciou pre každú miestnosť v dome. Zdroj tepla tvorí závesný kondenzačný kotol Beretta Exclusive Green. Normovaný stupeň využitia 102 %. Inštalovaný elektrický príkon je 67W/230V. Je riešená ekvitermická regulácia kotla. Teplá voda je pripravovaná v zásobníkovom ohrievači Dražice s objemom 125 litrov inštalovanom pod koltom.

2.1 Zatriedenie rodinného domu do energetickej triedy

Každá budova, ktorá je kolaudovaná, musí pri kolaudácii predložiť energetický certifikát budovy. Analyzovaný rodinný dom bol pri kolaudácii zatriedený do energetickej triedy podľa skutočných hodnôt a skutočnej geometrie budovy. Globálny ukazovateľ primárna energia je pre daný rodinný dom v energetickej triede A1. Čo v tomto prípade znamená, že takýto objekt nemá nárok na odmenu formou dotácie a vo výške 8000 €. Takýchto prípadov je na trhu pomerne veľa a nastáva otázka akou formou je možné túto dotáciu získať a aké formy úpravy je možné aplikovať na daný objekt. Veľa majiteľov rodinného domu uvažuje s myšlienkou, že keď má v budove zdroj tepla na tuhé palivu ako je krb, kachle alebo iné, a tak dosiahne energetickú triedu pre primárnu energiu A0. Preto je v nasledovnej tabuľke zobrazená analýza s využitím krbového telesa umiestneného v budove a to v obývacej izbe. Výpočet je rozdelený podľa percentuálneho využitia krbového telesa pre potrebu energie na vykurovanie. Rozdelenie je pre 30 % využitie krbového telesa, čo predstavuje vykurovanie iba obývacej izby. Ďalej pre 50 % využitie krbového telesa, čo predstavuje vykurovanie obývacej izby a chodby. A posledné pre úplné, 100 % využitie krbového telesa, čo predstavuje vykurovanie celého rodinného domu týmto krbovým telesom.

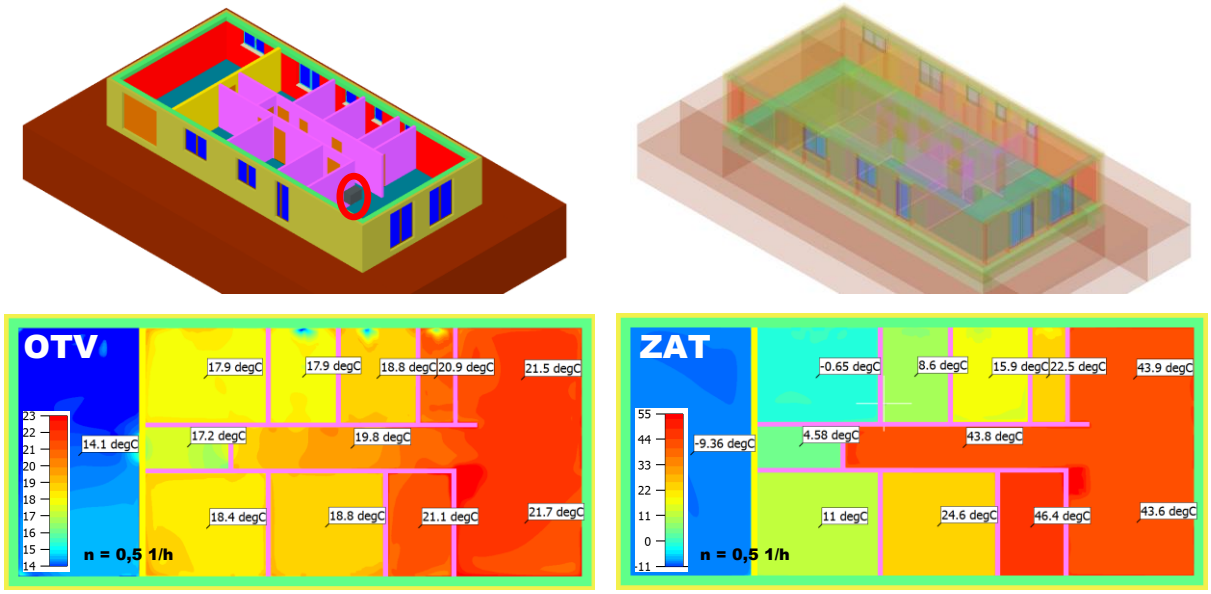
Tab. 2 Zatriedenie jednotlivých variant do energetickej triedy

Variant	Rekuperácia vzduchu	Potreba tepla na vykurovanie v kWh/m^2.a	Opis zdroja tepla na vykurovanie a podiel využitia	Potreba energie na vykurovanie v kWh/m^2.a	Potreba energie na PTV v kWh/m^2.a	Primárna energia	Zatriedenie
V_1A	Nie	68,06	Plyn – 100%	71,6	19,9	100,7	A1
V_2A	Áno	37,21	Plyn – 100%	39,2	19,9	65	A1
V_1B	Nie	68,06	Plyn – 70% Krb – 30%	79,3	19,9	77,6	A1
V_2B	Áno*	37,21	Plyn – 70% Krb – 30%	43,4	19,9	52,4	A0
V_1C	Nie	68,06	Plyn – 50% Krb – 50%	84,4	19,9	62,3	A1
V_2C	Áno*	37,21	Plyn – 50% Krb – 50%	46,2	19,9	44,0	A0
V_1D	Nie	68,06	Plyn – 0% Krb – 100%	97,2	19,9	23,8	A0
V_2D	Áno	37,21	Plyn – 0% Krb – 100%	53,2	19,9	23,0	A0

*Neuvažujeme, že rekuperácia vzduchu a distribúcia VZT budú zmiešavať vzduch z obývacej izby a distribuovať do budovy

2.2 Simulačná analýza krbového telesa v analyzovanom rodinnom dome - FLOVENT

Z tabuľky č. 2 je vidno, že ak uvažujeme v potrebe energie na vykurovanie krbové teleso, vieme pre daný objekt dosiahnuť energetickú triedu A0. To znamená, že pokiaľ by mal RD krbové teleso (ďalej ako KT), mohol by dostať štátnu dotáciu. Otázkou je, že či je možné vykúriť KT bez teplovzdušných rozvodov celý RD. Nakoľko je najviac špekulácii v praxi o tom, aby sa za primárny zdroj použilo KT bez teplovzdušných rozvodov, tak bol tento prípad nasimulovaný pomocou CFD programu. Na obr. 2 je rozloženie teplôt pre daný RD v dvoch variantoch. Variant A uvažuje vykurovanie RD pomocou KT umiestneného v obývacej izbe (výkon 5,75 kW), otvorené dvere a variant B uvažuje so zatvorenými dverami v celom RD.



Obr. 2 Výstupy zo CFD simulácie rodinného domu – program FLOVENT

4. ZÁVER

Ako je vidno z predchádzajúci výsledkov, uvažovanie krbového telesa pri energetickom zatriedení má výrazný podiel na globálny ukazovateľ. Ako vidieť z rozloženia teplôt v dome, nie je možné uvažovať krbové teleso ako primárny zdroj tepla bez teplovzdušných rozvodov. Tento variant je dosť často v praxi reálny ale nevhodný, a to hlavne keď je v objekte vykurovanie elektrické. Čiže je možné konštatovať, že chýba legislatívne usmernenie pre uvažovanie krbových telies pri energetickej certifikácii a zatriedenie do energetickej triedy.

Literatúra

[1] Zákon č. 300/2012 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 50/1976 Zb. o územnom plánovaní a stavebnom poriadku (stavebný zákon) v znení neskorších predpisov,

[2] STN 73 0540-2, 2016/Z1: Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Tepelná ochrana budov, Časť 2: Funkčné požiadavky. August 2016., Zmena 1.

Poďakovanie

Tento výskum bol podporený Vedeckou grantovou agentúrou MŠVVŠ SR a SAV podľa VEGA 1/0113/19 a Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-16-0126.

VYUŽITIE GEOLOGICKÝCH ŠTRUKTÚR NA INOVATÍVNE ZÁSOBOVANIE TEPLOM

RNDr. Jaromír Plch
RNDr. Ing. Daniel Fülle
Ministerstvo životného prostredia
Nám. Ľ. Štúra 1
812 035 Bratislava
e-mail: jaromir.plch@enviro.gov.sk
daniel.fulle@enviro.gov.sk

Abstrakt
Podľa odhadov globálna spotreba energie výrazne vzrastie, pričom väčšina spotrebovávanej energie pochádza z neobnoviteľných fosílnych zdrojov. To zo sebou prináša celý rad problémov. Riešením je zvyšovanie podielu obnoviteľných zdrojov na celkovej spotrebe energií, zastavenie a následné znižovanie skleníkových plynov obecne v atmosfére, najmä CO_2,nakoľko v priemyselných krajinách tvorí CO_2 viac ako 80 % emisií skleníkových plynov. To sa dá dosiahnuť zavádzaním progresívnych technológií na výrobu a ukladanie tepla, ukladaním vyrobenej energie v cykloch nezávislých od maximálnej spotreby a využitím netradičných zásobníkov na ukladanie, ako sú napríklad horninové sezónne zásobníky. Technologický stav uvedených riešení je na takej úrovni, že je v súčasnosti možné väčšinovo prispieť k energetickej spotrebe menších sídel.

1. ÚVOD

1.1 Charakteristika problémov a súčasný stav

Podľa odhadov globálna spotreba energie vzrastie do roku 2030 o 50%, pričom väčšina spotrebovávanej energie pochádza z neobnoviteľných fosílnych zdrojov. To zo sebou prináša celý rad problémov:

1. Postupné vyčerpávanie neobnoviteľných zdrojov energie, zhoršovanie technických podmienok pri ťažbe ložísk, s následným očakávaným dlhodobým rastom cien surovín a zhoršovaním stavu životného prostredia a neposlednom rade závislosť dodávok energetických nosičov od ich dovozu z politicky a ekonomicky nestabilných regiónov.
2. Zvyšovanie obsahu CO_2 a iných skleníkových plynov a ich vplyv na nekontrolované, sčasti nevratné klimatické zmeny v atmosfére.
3. Neefektívnosť výroby, distribúcie a skladovania a dodávok rôznych foriem energií, predovšetkým elektrickej a tepelnej.
4. Vysoké energetické straty spôsobené rôznym miestom a časom výroby a spotreby energií, zhoršovanie klimatických zmien odpadovým teplom. Z toho vyplýva preťaženosť a nestabilnosť distribučných sietí.

1.2 Globálne trendy ako odpoveď tieto problémy

Spôsob ako redukovať tieto problémy alebo aspoň zastaviť ich rast je uplatňovanie trendov:

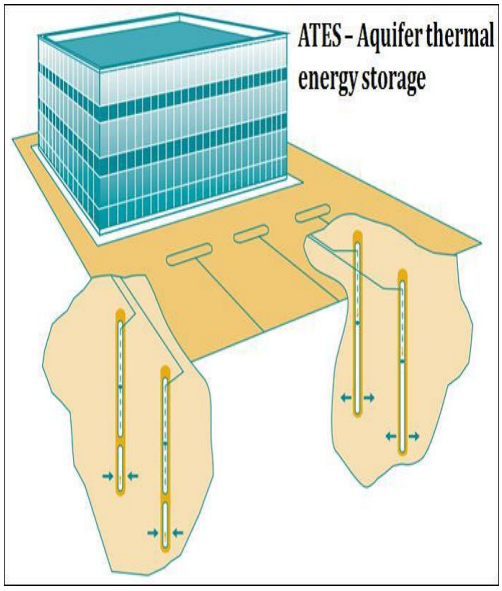
1. Znižovanie strát energií: elektrickej zaraďovaním spotrebičov s nižšou spotrebou a tepelnej zvyšovaním požiadaviek na nové štandardy zateplenia budov (pasívne alebo budovy s nulovou spotrebou).
2. Postupné zvyšovanie podielu obnoviteľných zdrojov na celkovej spotrebe energií (solárnej a veternej) ako aj predikovateľných (biomasa, odpady, vodná energia), zastavenie a následné znižovanie CO_2 a skleníkových plynov v atmosfére.
3. Vývoj a nasadzovanie nových typov energetických technológií a energonosičov, nové typy motorov, rôzne typy palivových článkov, výroba elektriny z nízkoenergetického tepla, ukladanie nadbytočne vyrobenej elektriny pomocou elektrolýzy do alternatívnych energosičov ako vodík, metán, ich následné skladovanie a distribúcia sieťami zemného plynu.
4. Využitie nových poznatkov pri uplatňovaní nových postupov a nekonvečného použitia štandardných technológií ako je kogenerácia, absorpčné chladenie z odpadového tepla, prepájanie palivových článkov s bioplynovými stanicami, využitie sezónnych zásobníkov tepla a chladu pri ukladaní solárnej energie v lete a odpadového chladu z tepelných čerpadiel v zime.

2. METÓDY SEZÓNNEHO UKLADANIA TEPLA V HORNINOVOM PROSTREDÍ

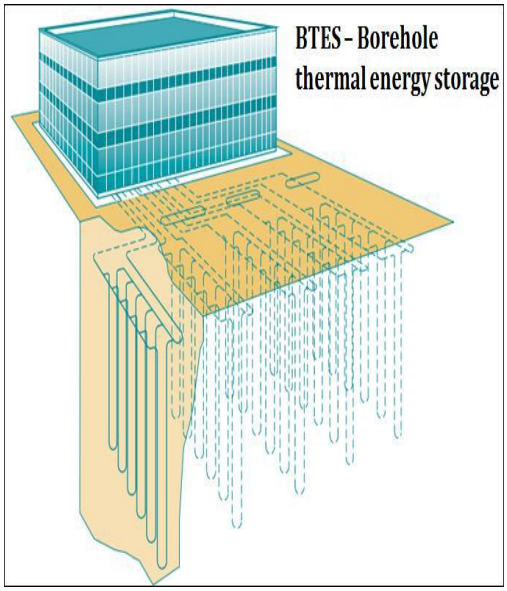
Koncept sezónneho skladovania tepla s cieľom oddeliť dodávku a dopyt po energii bol testovaný v pilotných projektoch približne 40 rokov. Kľúčovou je možnosť uloženia maximálnej tepelnej energie získanej v letedo veľkého sezónneho zásobníka a jej využitie v zimnej vykurovacej sezóne na kúrenie, nielen priebežne na ohrev teplej vody. Zdrojom môže byť akýkoľvek prirodzený, alebo umelý zdroj tepla, vrátane odpadového tepla z technologických procesov(solárna a geotermálna energia, odpadové teplo z kogenerácie alebo technologických procesov).

2.1 Princípy metód sezónneho ukladania tepla v horninovom prostredí

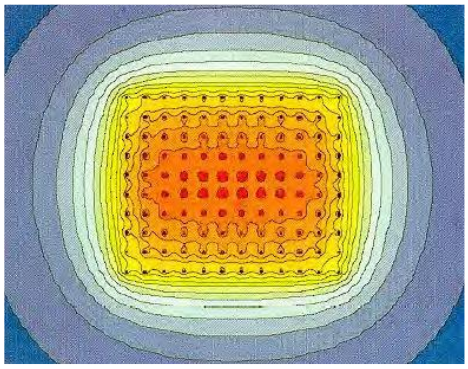
Príspevok sa zaoberá podzemnými zásobníkmi tepla – **UndergroundThermalEnergyStorage (UTES)**. V nami uvedenom prípade sa jedná o systém **BTES (BoreholeThermalEnergyStorage)**, resp. **ATES (AquiferThermalEnergyStorage)**, kde kolektorom je celé horninové prostredie zasiahnuté vrtmi.



Obr. 1 a) ATES



Obr.1 b) BTES



Akumulácia energie závisí od geometrie vrtov, dôležitý je pomer plochy a objemu. Pri praktickej realizácii sú vzdialenosti vrtov 1,5-10m, hĺbka 30-200m.

Spôsob šírenia tepla v horninách prebieha väčšinou kondukciou, čo hlavnou príčinou nízkych tepelných strát a možnosti akumulácie tepla v ohraničenom priestore.

Obr.2) priestorové rozloženie tepla v horninovom zásobníku

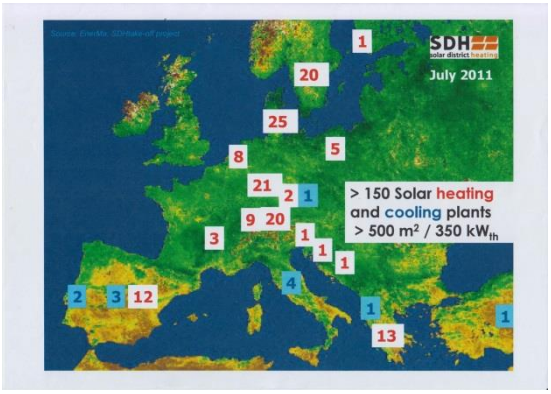
2.2 Výhody navrhovaného riešenia

1. Ide o riešenie s vysokým podielom obnoviteľných zdrojom energie (70-80%, z toho 50% so slnečnej energie a 20 -30% z tepelnej energie prostredia), t.j. pri prevádzkovaní sú nízke náklady na primárny zdroj energie (zemný plyn s možnosťou ho nahradiť biomasou alebo organickým odpadom).
2. Oproti ukladaniu tepla vo vodných nádržiach sú investičné náklady prepočítané na 1m3 vodného objemu (porovnanie tepelných kapacít) nižšie 10-20x, údržba systému vrtov spočíva predovšetkým v kontrole systému.
3. Systém zemného zásobníka je univerzálne riešenie pre skoro každý typ horninového prostredia, vrstvy zvodnených hornín ale vyžadujú iný typ návrhu (ATES) ako suchých (BTES). Výnimkou sú horniny s nízkym koeficientom filtrácie (štrky) a silným prúdením podzemných vôd, ktoré odnáša teplo z definovaného priestoru a znemožňuje jeho akumuláciu.
4. Rovnaký princíp ako pre ukladanie tepla platí aj pre ukladanie chladu, čo umožňuje efektívnejšie využitie tepelných čerpadiel, ktoré s teplom generujú vždy aj chlad.
5. Na akumuláciu tepla (chladu) postačuje malá plocha, 20x20m, zásobník s kapacitou 19.000 - m3 je zásobovanie 50 - domácností v závislosti na hĺbke vrtov. Plochu je možné prekryť konštrukciou a ďalej využiť.

6. Riešenie môže byť modulárne, priestor pre podzemný zásobník môže byť budovaný postupne s pribúdajúcimi vrtmi je možné pokryť pribúdajúcu spotrebu novo pripojených objektov.

3. REALIZOVANÉ PROJEKTY SEZÓNNEHO UKLADANIA TEPLA V EURÓPE

Obr.3a) projekty >1 000 m^3/700 kW$_{th}$

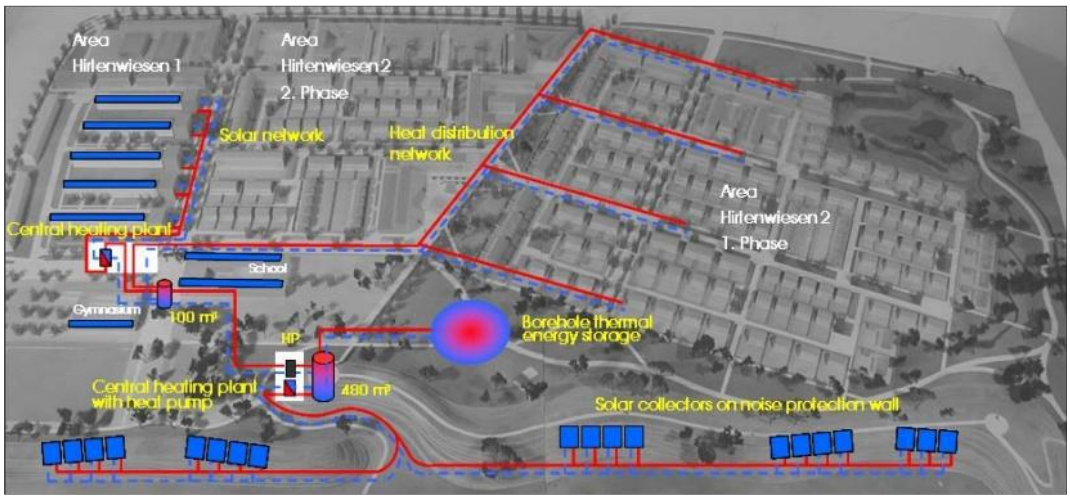


Obr.3a)projekty >500 m^3/350 kW$_{th}$

3.1 Projekty realizované v Nemecku

Sezónne zásobníky na teplo sa v SRN začali realizovať najprv v podobe veľkých kovových alebo betónových vodných nádrží (Hamburg – Bramfeld, Fridrichshafen), neskôr nádrže s horninou a vodou (Chemnitz, Steinfurt-Borghorst) a nakoniec v podobe horninových zásobníkov (BTES –Neckarsulm, Crailsheim, Atterkirchen, ...) alebo zvodnených horninových zásobníkov (ATES). Využívajú kombinované zdroje tepla: solárne panely, tepelné čerpadlá, elektrické alebo plynové boilery a kogeneračné jednotky s dôrazom na obnoviteľné zdroje, prevažne solárne panely.

BTES zásobník, Crailsheim, Nemecko Projekt je v prevádzke od roku 2008, pozostáva z využívania solárnej tepelnej energie so sezónnym zásobníkom tepla vo vrtoch. Prevádzka spadá pod projekt nemeckého výskumného programu Solarthermie 2000, ktorého cieľom je dosiahnuť 50% podiel spotreby tepla využívaním solárnej energie. Zásobník BTES slúži ako zdroj tepla pre 260 bytových jednotiek, niekoľko rodinných domov, školu a komerčné centrum.

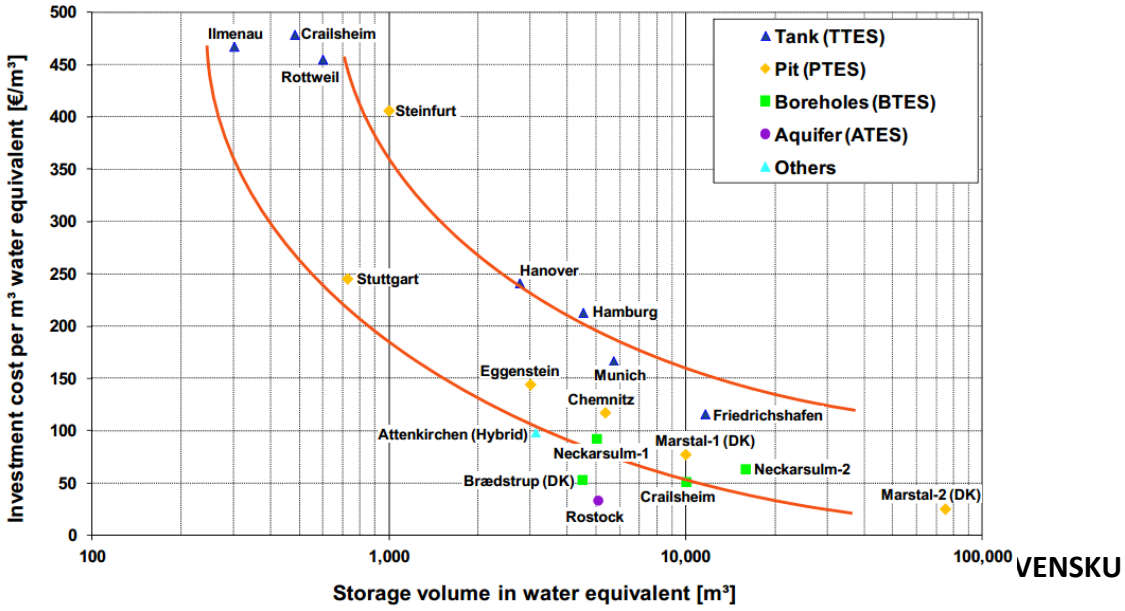


Obr. 4) Situačný plán projektu Crailsheim so zásobníkom BTES (2006)

Tepelná energia v podzemnom zásobníku s objemom 37500 m3 pochádza zo solárnych kolektorov o ploche cca 7300 m2. Dodatkovým komponentom je nadzemný zásobník s vodou, ktorý slúži ako tepelná „vyrovnávacia nádrž“. Pridaný bol z dôvodu potreby postupného prenosu veľkého množstva solárnej energie do BTES zásobníku. Zariadenie pozostáva z 80 vrtov s výmenníkmi tepla, s hĺbkou 55 m. Vzdialenosť medzi jednotlivými vrtmi je 3 m. Teplota zásobníku sa pohybuje v intervale od 22 °C pri čerpaní tepla (koniec vykurovacej sezóny) do 65 °C pri ukladaní tepla (koniec septembra). Maximálna teplota pri dobíjaní zásobníku je cca 90 °C. Súčasťou systému je aj tepelné čerpadlo a podľa aktuálnych energetických nárokov systému môže byť zapojené do prevádzky. Tepelné čerpadlo zároveň umožňuje systému využívať výrazne väčšiu škálu teplôt.

3.2 Investičné náklady projektov sezónneho vykurovania v EU

Pre porovnanie sú v grafe vyhodnotené jednotkové ceny doteraz realizovaných projektov rôznych typov sezónnych zásobníkov, prepočítané na ekvivalent 1m^3 vody.



Obr.5) Investičné náklady projektov prepočítané na ekvivalent 1m^{3}vody

Tieto typy projektov sa postupne začínajú realizovať vo viacerých štátoch Európy (okrem Nemecka aj Škandinávii) a majú veľký potenciál v dlhodobom ukladaní tepla ale aj chladu. Geologické pomery na Slovensku, kde je dostatok vhodných a dostupných karbonátových a granitových kolektorov, predstavujú vhodné podmienky na budovanie plytkých podzemných zásobníkov a relatívne bezproblémové napojenie na sekundárne systémy, ktoré sú tvorené napríklad tepelnými čerpadlami.

5. ZÁVER

Ide o nový spôsob využívania a spájania technológií, ktoré sú konštrukčne overené. V regióne západnej a severnej Európy bolo realizovaných už niekoľko desiatok projektov a pripravujú sa ďalšie. Uvedená metodika je vzhľadom na geologickú stavbu územia vhodná pre Slovensko.

Literatúra

[1] S. Lanini, F. Delaleu, X. Pym, R. Olives, D. Nguyen: Improvement of Borehole Thermal Energy Storage Design Based on Experimental and modelling Results, Energy and Buildings, Elsevier 2014.

[2] LiuhuaGao et al.: A review on borehole seasonal solar thermal energy storage, SHC 2014.

[3] N. Giordano, C. Comina, G. Mandrone: The First Italian Experience of Ground Thermal Energy Storage, Torino 2015.

[4] J. Heier, Ch. Bales, V, Martin: Energy Efficiency through Thermal Energy Storage – Evaluation of the Possibilities for the Swedish Building Stocj, Phase 1, Stockholm,

III. SEKCIA

ZDROJE TEPLA

vedie: prof. Ing. František Urban, CSc.

- ***Josef Renč, Igor Slavkov***
- ***Jozef Jandačka, Juraj Trnka, Michal Holubčík, Nikola Kantová***
- ***Stanislav Žiaran, Ondrej Chlebo***
- ***Kamila Víchová***
- ***Matej Kerestúr***
- ***Jan Kouba***
- ***Robert Štefanec***
- ***Milan Malcho, Stanislav Gavlas, Richard Lenhard, Katarína Kaduchová, David Hečko***

MOŽNOSTI PŘEMĚNY ELEKTRICKÉ ENERGIE NA TEPLO A JEHO AKUMULACE VYSOKONAPĚŤOVÝMI ELEKTRODOVÝMI KOTLY

Josef Renč
sales, engineering
Parat Halvorsen AS
Norsko
e-mail: jo@parat.no

Igor Slavkov
ředitel
ISENG -MONT ,s.r.o.
Slovensko
e-mail: igor.slavkov@isnegmont.sk

Abstrakt
Globální trh s energiemi se rychle vyvíjí. Udržitelné obnovitelné zdroje energie, ke kterým patří slunce, vítr, mořské vlny nebo povrchová či podzemní voda, jsou využívány se zvyšující se rychlostí. To umožňuje přehodnotit tradiční pohledy na výrobu energií a jejich distribuci. Abychom maximalizovali využití čistých zdrojů, potřebujeme najít způsob, jak využít jejich možnosti nezávisle na měnící se poptávce. Jeden z nejjednodušších a nejúčinnějších způsobů ukládání čisté energie je přeměna elektrické energie na teplo a jeho akumulace do velkých objemů vody.

ÚVOD

Společnost PARAT HALVORSEN AS **má h**istori**i** od roku 1842. V současné době má společnost více než 7000 instalací různých kotlů na celém světě. V roce 1972 byl instalován první lodní kotel, dnes již více než 1000 lodních a **6000** offshore instalací.

Obr. 1 Oblasti instalací kotlů Parat

1. DVA MOŽNÉ ZPŮSOBY PŘEMĚNY ELEKTRICKÉ ENERGIE NA TEPLO

Existují dva základní způsoby, jak přeměnit elektrickou energii na teplo. Buď pomocí odporových ohřívačů nízkého napětí nebo odporových ohřívačů vysokého napětí. První se používá většinou při kapacitách maximálně 4 až 5 MW, protože investiční náklady na

realizaci a velikost zařízení se zvyšují téměř lineárně s kapacitou. Princip této technologie spočívá v přenosu elektrického proudu přes rezistor uvnitř trubkového topného tělesa. To následně generuje teplo, které se přenáší do média. Kapacita takového zařízení je závislá na rozsahu plochy ponořeného trubkového topného tělesa. Nevýhodou je nutnost instalace transformátoru nízkého napětí, značný rozsah použitých kabelů a silových rozvaděčů, resp. rozvodných panelů, což má dopad do pořizovacích nákladů na zařízení a celkový zastavěný prostor.

Oproti tomu vysokonapěťové kotle jsou mimořádně kompaktní, a to zejména s ohledem na dosaženou vysokou kapacitu. Principem je vytvářet teplo tokem proudu mezi elektrodami, které jsou ponořeny ve vodě. Odpor generovaný ve vodě mezi fázemi vytváří teplo přímo v tomto médiu.

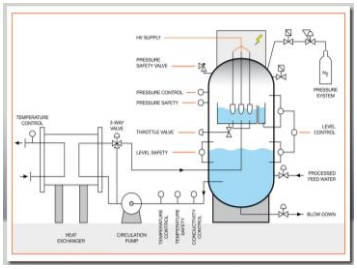
Společnost PARAT Halvorsen má dlouhou historii úspěšných realizací obou popsaných způsobů a nasazení zmíněných technologií. V tomto článku bude kladen důraz především na technologie vysokonapěťového kotle. Autor bude taktéž prezentovat rozsáhlé úvahy o výhodách, týkající se tohoto konkrétního výrobku a jeho možného využití.

2. State of the art = Supermoderní

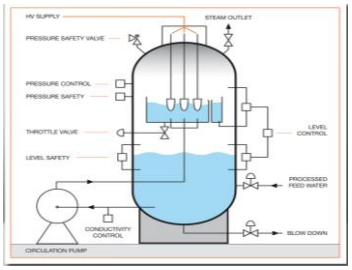
Pojem ’State of the Art‘ často znamená nejvyšší úroveň zařízení, techniky nebo vědecké úrovně dosažených v určitém čase. V případě technologie vysokonapěťového kotle se tento pojem vztahuje k provozní spolehlivosti jednotky po celou dobu její životnosti. Proto, aby bylo možné o tomto našem produktu hovořit jako o ’State of the Art je důležité, aby byly naplněny tři klíčové faktory v návrhu produktu:

- je třeba monitorovat tok energie, který zajišťuje potřebnou proudovou hustotu na povrchu elektrody. V případě, že proudová hustota je příliš vysoká, časem způsobí postupný úbytek materiálu elektrod. To pak snižuje ovladatelnost kotlové jednotky. Sekundární nevýhodou tohoto účinku je hromadění kovových částic ve vodě. Tu je pak potřeba v určitých cyklech odkalovat tak, aby byla zajištěna potřebná vodivosti. Tyto údržbářské úkony zvyšují spotřebu vody a snižují efektivitu zařízení.
- je třeba zajistit, aby kotel kladl vysoký ohmický odpor proti uzemnění. Aby toto bylo možné, musí být dostatečná izolační schopnost použitého materiálu, který přivádí vodu z vnější nádrže do vnitřní komory. Správné provedení konstrukce zaručí velmi nízký zemní proud. Tento zanedbatelný zemní proud umožňuje velmi kompaktní konstrukci kotle, protože není potřeba mít ochranný izolační kryt kolem hlavního pláště kotle. U PARAT elektrokotlů byl naměřen zemní proud pod 50mA.
- pro provozní spolehlivost elektrokotle jsou zásadní minimální odstávky. Kotle by měly být provozovány non-stop po celý rok, pouze s krátkou interní kontrolou a prověrkou bezpečnostního systému. Kotel tak funguje 99 % času.
  Elektrodové kotle PARAT splňují všechny tři výše uvedené požadavky.

Obr.2 Kotle PARAT



Obr.3 Teplovodní kotel PARAT



Obr.4 Parní kotel PARAT

3. APLIKACE A MOŽNOSTI

Vysoká tepelná kapacita, rychlá reakce na změnu, kompaktní instalace a celkově spolehlivý a téměř bezúdržbový provoz je vzácná kombinace výhod, které dělají z uvedené technologie vysokonapěťového kotle velmi užitečný nástroj pro širokou škálu průmyslových a technologických aplikací. Dále je uvedeno pouze několik typických příkladů. Možností je přitom daleko více.

3.1. Záložní zdroj

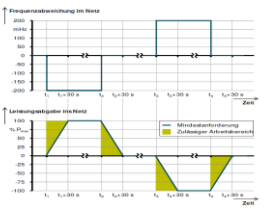
V mnoha tradičních kotelnách a teplárnách, je hlavní tepelný výkon založen na spalování topného oleje, uhelných nebo plynových kotlích. V případě nedostatku paliva, v době odstávek na údržbu, nebo poruchy, se mohou vysokonapěťové elektrodové kotle stát (díky svému rychlému startovacímu cyklu) efektivním záložním zdrojem tepla. Parat Halvorsen například nainstaloval vysokonapěťové elektrodové kotle jako záložní tepelný zdroj ve většině velkých nemocnic v Norsku.

3.2. Připínatelný zdroj

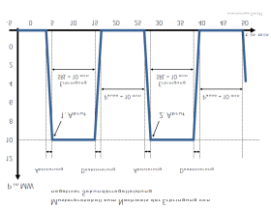
Pojem „připínatelné zdroje“ je odvozen od německého „Zuschaltbare Lasten“. Velké elektrické zdroje lze totiž ovládat tak, že jsou jejich dostupné kapacity efektivně využity pro zajištění rovnováhy v rozvodných sítích, a to bez nutností odstavení zdroje energie z provozu. Technologie, které toto umožňují, se velice rychle a ve velkém měřítku zavádějí do konceptu provozu energetických zařízení. Německá vláda je leaderem v tomto směru a intenzivně připravuje právní předpisy, aby byl tento koncept zajímavý i z dlouhodobého obchodního hlediska. Právní cesta je „umetena“ například pro instalaci „Zuschaltbare Lasten“ o výkonu 2 000 MW v severní části Německa. Toto zařízení bude kombinovat technologii Power to Heat s kombinovanou výrobou tepla a elektřiny. Díky této kombinaci dojde ke zdvojnásobení špičkového účinku celého zařízení.

3.3. Primární a sekundární regulace sítě

Jedním z hlavních požadavků na kotle v základním zařízení je schopnost zvýšit a snížit výkon od volnoběhu na plný výkon do 30 sekund. Vysokonapěťový kotel z Parat Halvorsen AS nabízí výjimečně rychlé regulační možnosti a splňuje požadavky na primární i sekundární regulaci pro parní a horkovodní systémy.



Obr.5 Primární regulace, Hoechst Frankfurt



Obr.6 Sekundární regulace, N-Ergie Nurnberg

3.4. Primární zdroj tepla

Dnes jsme svědky stále častějšího využití elektrické energie jako hlavního zdroje energie pro výrobu tepla v malých a středních energetických závodech. Praktické dlouhodobé přínosy

mohou v některých případech převažovat nad vyššími provozními náklady. Výjimečná spolehlivost, společně s čistotou a kompaktností zařízení, jsou významné výhody při zvažování různých alternativ.

3.5. Zařízení na volném moři

Velká zařízení pro zpracování ropy na pobřeží za běžných podmínek vyrábějí svou vlastní elektrickou energii pomocí plynové turbíny s rekuperací odpadního tepla. Na severním kontinentálním šelfu se připravují nové předpisy, které předepisují, aby procesní zařízení primárně spotřebovávalo energii z pevniny tak, aby snížili emise způsobené konvenčními elektrárnami s plynovou turbínou. Zpracování surové ropy však obvykle vyžaduje značné množství tepla, které je tradičně poskytováno kombinací odpadního tepla ze strojovny a olejových/plynových kotlů. Pro naplnění právního předpisu bude potřeba alternativní zdroj tepla. Vysokonapěťový kotel je pak ideálním řešením vzhledem k výjimečně nízké hmotnosti a potřebnému prostoru pro instalaci a vysoké spolehlivosti systému. Společnost Parat Halvorsen dodá v příštích letech dva kotle pro společnost Statoil pro novou plošinu Johan Sverdrup.

Obr. 7
Vysokonapěťový kotel BW Pioneer (8 MW) na plovoucím zařízení pro zpracovací a skladovací jednotky. Jde o verzi pro námořní použití (EX zóna 2, horká voda na 18 bar/180°C). Aplikace: Zálohování dodávek tepla v kombinaci s vyrovnáváním zatížení generátoru. Kotel je v provozu od roku 2009. Elektroda kotle je navržena speciálně pro provoz na pohybující se lodi. Tato technologie je patentována PARAT Halvorsen AS.

Obr.8
Vysokonapěťový kotel (1 x 15 MW, 10barh/160°C) ve společnosti Ško-Energo a.s., kotel slouží pro zajištění dálkového vytápění pro potřeby závodu Škoda Auto a pro poskytování podpůrných služeb sítě ČEPS

4. ZÁVĚR

Společnost Parat Halvorsen ve spolupráci se společností ISENG-MONT Levice instalovala v roce 2018 pro atomovou elektrárnu Jaslovské Bohunice parní elektrodový kotel o výkonu 30 MW. Jedná sa o první instalaci v atomové elektrárně a kotel je připojený do soustavy bloku elektrárny EBO V2. Kotel jako nový zdroj bloku V2 slouží pro dodávku páry a pro poskytovaní podpůrných služeb v síti SRV. Instalace nového zdroje přinesla:

- nový spolehlivý, pohotový, efektivní a nezávislý zdroj páry požadovaných parametrů pro potřeby jaderné elektrárny Jaslovské Bohunice
- zefektivnění a zkvalitnění poskytování služeb sítě SRV
- odstranění současných dopadů z poskytování služby SRV na technologických zařízeních SE EBO
- vytvoření technických předpokladů pro efektivní poskytování služeb rozvodné sítě na měnícím a vyvíjejícím se trhu.

Obr. 9
Vysokonapěťový parný kotel 30 MW a atomové elektrárně Jaslovské Bohunice V2 pro dodávku páry a poskytování podpůrných služeb sítě SRV.

VPLYV KONŠTRUKCIE HORÁKA NA SPAĽOVANIE PELIET

prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.
Ing. Juraj Trnka
doc. Ing. Michal Holubčík, PhD.
Ing. Nikola Kantová
Strojnícka fakulta ŽU v Žiline
Katedra energetickej techniky
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
juraj.trnka@fstroj.uniza.sk

Abstrakt
Medzi jednu z najdôležitejších otázok pri výbere vykurovacieho systému je otázka: Aké palivo je možné v danom vykurovacom zariadení spaľovať. Moderné automatické peletovacie kotly na tuhé palivá sú častokrát špecializované len na úzku škálu vhodných materiálov na výrobu peliet. Na trhu sa však začínajú objavovať aj pelety z lacnejších zdrojov. Mnohé horáky však nie sú schopné tieto nové druhy peliet spaľovať bez značných problémov pri horení. Článok sa zaoberá vplyvom správnej konštrukcie horáka na plynulosť spaľovacieho procesu a bezproblémových chod spaľovacieho zariadenia. Výsledky experimentov dokumentujú plynulosť spaľovacieho zariadenia pri spaľovaní menej kvalitných peliet s obsahom kôry pri použití modernejších spaľovacích technológií. Menej kvalitné pelety totiž spôsobujú tvorbu spekancov popola, ktoré spôsobujú prerušovanie plynulého procesu horenia čo sa vo výsledku prejavuje kolísaním výkonu zariadenia a nástupom tepelnej nepohody. Výsledky preukázali bezproblémové horenie aj pri tvorbe spekancov, no taktiež poukázali kolísanie výkonu a nutnosť manuálnej obsluhy regulácie najmä pri rozkurovaní alebo pri upchávaní prívodného potrubia. Taktiež preukázali výrazné poškodenie peliet na úseku šnekového podávača. Spomínané problémy si preto v konečnom dôsledku Vyžadujú ešte ďalší výskum, ktorý by zaistil úplnú plynulú a bez obslužnú prevádzku.

1. ÚVOD

Pelety sú malé granulované valčeky kruhového prierezu s priemerom od 2,5 do 8 mm s dĺžkou do 5 cm. Ich nespornou prednosťou je práve ich normalizovaná veľkosť, ktorá nám umožňuje plynulí chod spaľovania a reguláciu výkonu spaľovacieho zariadenia podľa potreby. Okrem toho pri ich výrobe môžeme používať rôzne druhy materiálov a spaľovať tak aj nové druhy palív. Tento trend však zo sebou nesie aj isté problémy o ktorých by som sa rád na úvod zmienil. Využitie menej kvalitnej biomasy na spaľovanie, mení chemické zloženie paliva a najmä obsah v popole obsiahnutých látok. Tieto látky obsiahnuté v rastlinnej fitomase preukázateľne vplývajú na znižovanie teploty taviteľnosti popola. Problémom rastlinných popolovín sú voľné oxidy ($SiO_2, CaO, Na_2O_2, K_2O$ a chloridy ktoré výrazne znižujú hodnotu teploty taviteľnosti popola. Oxid kremičitý hrá podstatnú úlohu sklovitého oxidu a oxid vápenatý spolu s oxidom draselným následne znižujú viskozitu vzniknutej

taveniny [1]. Znižovanie teploty taviteľnosti popola má za následok tvorbu spekancov, ktoré sú nebezpečné z dvoch dôvodov. Prvým z nich je že vytvárajú meteoritom podobné kryštáliky ktoré vďaka svojej vyššej váhe ostávajú v horáku a upchávajú ho a zabraňujú prísun nového paliva do procesu horenia. Druhým problém je adhézia vzniknutej taveniny k povrchom horáka alebo ostatným častiam spaľovacieho zariadenia ako výmenníkom, kde izolujú teplo výmenné plochy. Taktiež sa usádzajú na stenách horáka a spôsobujú zmenšovanie prierezu spaľovacieho priestoru. Pokiaľ dôjde ich prilepeniu k stenám horáka ich mechanické odstraňovanie zvykne byť problematické a môže viesť aj k poškodeniu samotného horáka. Obzvlášť náchylné sú horáky z krehkej liatiny. Článok pojednáva o vhodnej konštrukcií horáka vzhľadom na spomínaný problém.

2. VPLYV SMERU PLAMEŇA

Jedným z najvýraznejších vplyvov pri spaľovaní je smer plameňa. V praxi je možné spaľovať tuhé palivá len dvoma spôsobmi a to horizontálne a vertikálne alebo prípadne kombináciou týchto dvoch spôsobov. Z nášho hľadiska jedným z najdôležitejších faktorov pri spaľovaní je gravitácia, ktorá pôsobí na nezhorené pelety rovnako aj na zhorený zvyšok popola. Samotný popol nezvykne byť až takým problémom pretože malé častice popola so svojou hmotnosťou bývajú ľahko vyfúknuté von z telesa horáku. Problém nastáva pri spekaní keďže tu popol naberá na hmotnosti a čím je spekanec väčší tým väčšia gravitačná sila na neho pôsobí. S tohto dôvodu sú klasické retortové horáky s vertikálnym spaľovaním nevhodné na spaľovanie menej kvalitnej biomasy, pretože vzniknuté spekance musia ísť von priamo proti gravitačnej sile. Pri trubicových horizontálnych horákoch je situácia výrazne lepšia keďže spekance už nemusia prekonávať gravitačnú ale len treciu silu po stene trubice a väčšinou bývajú s procesu horenia bez problémov vyfúknuté. NO nevýhodou tohto systému je že rovnako ľahko môžu s procesu horenia vypadnúť aj nezhorené kúsky peliet. Istým kompromisom je naklonenie horáka do šikmej roviny smerom na hor, pod uhlom pri ktorom by sa pelety v trubici udržali a došlo by k ich plynulému horeniu. V opačnom prípade pri extrémne zvýšenej tvorbe spekancov je horák možné nakloniť nadol v smere gravitácie a zabrániť tak upchatiu horáka spekancami. Pri našom experimente sme porovnali výsledky oboch týchto spomínaných systémov ako môžete vidieť na obrázku:

Obr. 1 Smer plameňa: retortový horák vľavo a trubicový horák vpravo

3. POUŽITÉ MATERÁLY A METODIKA EXPERIMENTOV

Ako palivo bolo použité smrekové drevo s rôznym obsahom kôry:

- vzorka 1 – 100% smrekové drevo bez obsahu kôry
- vzorka 2 – 95% smrekové drevo s obsahom kôry 5%
- vzorka 3 - 90% smrekové drevo s obsahom kôry 10%,
- vzorka 4 - 80% smrekové drevo s obsahom kôry 20%.

Pred meraním bola stanovená vlhkosť jednotlivých vzoriek na sušiacej váhe RADWAG 50 SX a výhrevnosť pomocou kalorimetra LECO AC 500.

Experimentálne merania na určenie vplyvu konštrukcie horáka na spaľovací proces boli vykonané na lokálnom zdroji tepla s maximálnym výkonom 18 KW, kde boli namontované dva druhy horákov. Ako prvé boli vykonané merania s originálnym retortovým horákom kompatibilným z daným zdrojom. Druhé merania sa uskutočnili po výmene retortového horáka za novší tip rotačného horáka pre ktorý bolo treba prispôsobiť spaľovacie zariadenie.

Počas jednotlivých meraní boli merané plynné emisie, teploty a výkon spaľovacieho zariadenia po dobu 60 minút. Počas meraní sme sa snažili dosiahnuť plynulú prevádzku čo znamenalo stabilný výkon zabezpečený rovnomerným prísunom peliet do horáka. Taktiež sme sledovali priemernú hodnotu hodnoty komínovej teploty ktorá sa pohybovala na úrovni 135 °C. Každá vzorka bola spaľovaná minimálne dvakrát za sebou a nižšie uvedené výsledky sú aritmetickým priemerom týchto meraní. Spaľovanie každej vzorky prebiehalo za konštantných podmienok – približne rovnaká teplota okolia (21 ± 2 °C), rovnaké nastavenie prívodu a prerozdelenia spaľovacieho vzduchu, rovnaký komínový ťah (12 ± 2 Pa) a relatívna vlhkosť (40 ± 2 %) okolitého vzduchu.

Tepelný výkon a účinnosť krbovej vložky bola určená výpočtom nepriamou metódou v súlade s normou STN EN 13 229. Meranie plynných emisií, konkrétne oxidu uhoľnatého (CO), oxidov dusíka (NO_X), organických plynných uhľovodíkov (OGC), oxidu uhličitého (CO_2) a kyslíka (O_2) boli merané pomocou analyzátora emisií s NDIR fotometrickým senzorom. Hodnoty produkcie emisií boli prepočítané na normované podmienky (0 °C, 101325 Pa a 13 % obsah kyslíka v spalinách). Produkcia tuhých znečisťujúcich látok bola stanovená gravimetrickou metódou v súlade s normou STN ISO 9096 za podmienky dodržania izokinetického odberu spalín. Komínová teplota a teplota okolia bola stanovená pomocou termočlánku typu K (NiCr-Ni). Konštantný komínový ťah bol zabezpečený ventilátorom pre odvod spalín, ktorého otáčky boli regulované frekvenčným meničom.

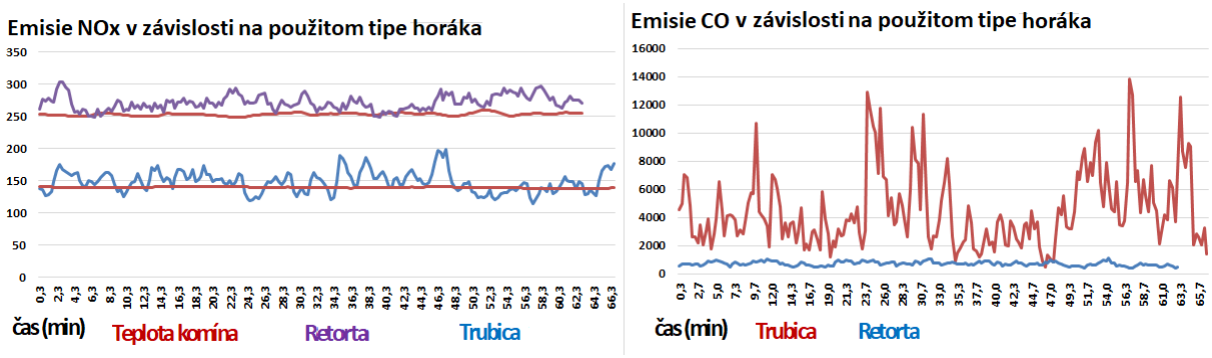
3. VÝSLEDKY EXPERIMENTOV

Tab. 1 uvádza priemerné namerané hodnoty stanovených parametrov počas experimentov. Hodnoty meraní porovnávajú spaľovanie štyroch rovnakých tipov vzoriek v dvoch rozdielnych tipov spaľovacích horákov.

Tab. 1 Priemerné výsledky experimentov (P – tepelný výkon, η - účinnosť, O_2 – podiel kyslíka v spalinách, CO_2 – podiel oxidu uhličitého v spalinách, $CO_{13\%}$ - koncentrácia oxidu uhoľnatého v spalinách, $NO_{X,13\%}$ - koncentrácia oxidov dusíka v spalinách, $OGC_{13\%}$ - koncentrácia organických plynných uhľovodíkov v spalinách, $TZL_{13\%}$ - koncentrácia tuhých znečisťujúcich látok v spalinách

Palivo	Tip horáka	P [kW]	η [%]	O_2 [%]	CO_2 [%]	$CO_{13\%}$ [mg.m^{-3}]	$NO_{x,\ 13\%}$ [mg.m^{-3}]	$OGC_{13\%}$ [mg.m^{-3}]	$TZL_{13\%}$ [mg.m^{-3}]
Vzorka 1	**Rotačný**	14.6	87.6	12.2	8.0	795.8	228.6	30.3	35.6
Vzorka 2	**Rotačný**	17.8	90.4	6.4	14.3	1598.1	177.1	13.3	46.4
Vzorka 3	**Rotačný**	17.9	90.9	5.4	15.4	2718.5	149.1	84.4	48.5
Vzorka 4	**Rotačný**	18.2	90.6	7.5	13.4	3613.7	199.9	69.7	57.7
Vzorka 1	**Retortový**	13.2	75.3	14.1	6.8	1381.8	232.6	20.1	25.4
Vzorka 2	**Retortový**	15.0	76.4	13.1	7.6	929.2	254.5	21.4	29.5
Vzorka 3	**Retortový**	14.6	75.7	13.1	7.6	771.9	243.9	32.6	35.3
Vzorka 4	**Retortový**	14.4	75.7	13.0	7.7	703.4	271.6	29.8	41.1

Z nameraných hodnôt jasne vyplýva že pri použití rotačného horáka došlo k zvýšeniu účinnosti oproti konvenčnému tipu retortového horáku skoro až o 15%. Zvýšenie účinnosti spaľovania viedlo k zníženiu komínovej teploty a teploty v spaľovacej komore čo sa pozitívne prejavilo na poklese emisií NOx. Čo môžeme vydieť na grafe (obr. 2). Taktiež použitá kôra pozitívne vplývala na búrlivosť horenia čo viedlo k zvyšovaniu výkonu zariadenia. Veľkou nevýhodou sa však ukázala príliš vysoká produkcia emisií najme CO spôsobená vypadávaním nezhorených častí peliet z priestoru horáka.



Obr. 2 Priebehy emisií v (mg.m^{-3}) *na základe tipu použitého horáka*

4. ZÁVER

Výskum dokázal že smer horenia a sklon horáka výrazne ovplyvňujú účinnosť a plynulosť prevádzky spaľovacieho zariadenia. Modernejšie horizontálne tipy horákov nemusia prekonávať gravitačnú silu, ktorá pôsobí na popol a vzniknuté spekance bráni odfukovaniu týchto častíc von zo spaľovacej komory horáka a spôsobuje upchávanie spaľovacej komory. Na druhej znížený účinok gravitačnej sily na nedohorené palivo spôsobuje vyfukovanie ešte nezhorených peliet vo s horáka do spaľovacej komory kde tieto pelety nedohárajú úplne alebo dohárajú nedokonale bez optimálneho prístupu vzduchu a teploty. To vede k nárastu straty mechanickým a chemickým nedopalom a najmä nárastu emisií CO. Vhodným kompromisom je využitie rotačného horáka s vhodným uhlom sklonu, ktorý by zvyšoval gravitačnú silu potrebnú na vyfúknutie nezhorených častíc z horáka.

Poďakovanie

Tento príspevok bol vytvorený v rámci projektu KEGA 033ŽU-4/2018 „Zdroje tepla a znečisťovanie životného prostredia“, APVV-15-0790 „Optimalizácia spaľovania biomasy s nízkou teplotou taviteľnosti popola“ a VEGA 1/0233/19 „Konštrukčná modifikácia horáka na spaľovanie tuhých palív v malých zdrojoch tepla“.

Literatúra

[1] HORÁK, J. a kol. Problematika stanovení charakteristických teplôt taviteľnosti popela biomasy. 2013. http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013_06_502-509.pdf

[2] JANDAČKA, J., HOLUBČÍK, M., PATSCH, M., VANTÚCH, M.: Moderné zdroje tepla na vykurovanie, 2016

[3] DZURENDA, L. Spaľovanie dreva a kôry. Zvolen: TU Zvolen 2005, 124 s.

[4] HANSEN, M. T. and company English Handbook for Wood Pellet Combustion Knowlhill: National Energy Foundation 2002, 85p.

VPLYV NESTACIONÁRNEHO PRÚDENIA SPALÍN KOTLA NA DYNAMIKU RECIRKULAČNÉHO VENTILÁTORA

prof. Ing. Stanislav Žiaran, CSc.
Ing. Ondrej Chlebo, PhD.
Strojnícka fakulta STU v Bratislave
Ústav aplikovanej mechaniky
a mechatroniky
Nám. slobody 17, 812 31 Bratislava
e-mail: stanislav.ziaran@stuba.sk
ondrej.chlebo@stuba.sk

Abstrakt
Tepelná energie spalín priemyselných kotlov sa využíva predovšetkým na ohrev ich energetického vzduchu. Prívod energetického vzduchu do kotla, zmiešaného so spalinami, zabezpečujú recirkulačné ventilátory. Článok je zameraný na zvýšenie životnosti a spoľahlivosti recirkulačných ventilátorov a ich komponent, ako aj na redukciu vibroakustickej energie šíriacej sa do okolitých stavebných a technologických konštrukcií. Obsahuje dynamickú analýzu recirkulačného ventilátora s efektívnym využitím nevyhnutných opatrení na zachovanie spoľahlivosti, životnosti a hospodárnosti prevádzky, ako aj bezpečnosti človeka a jeho zdravia. Analyzuje príčiny kvázi periodického zaťaženia ventilátora v axiálnom smere. K tomu sa využíva FFT analýza. Výsledkom dynamickej analýzy je návrh opatrení vedúci k predĺženiu životnosti a spoľahlivosti recirkulačných ventilátorov priemyselných kotlov teplární a elektrární.

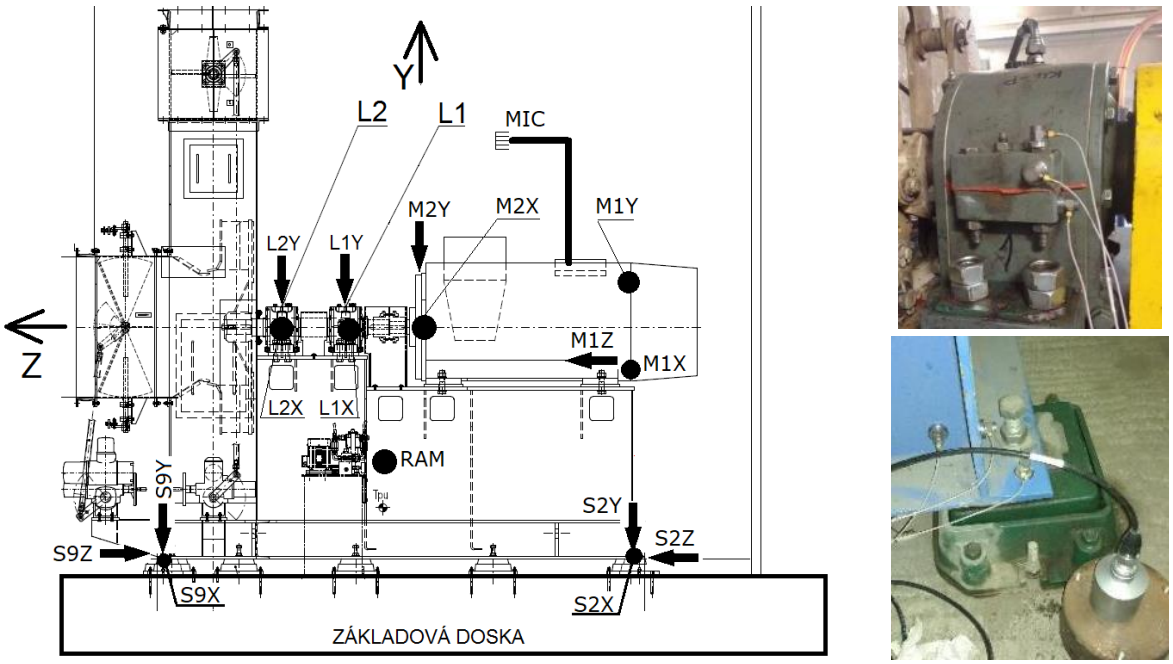
1. ÚVOD

Priemyselné kotle v teplárňach a elektrárňach k prevádzke vyžadujú aj mohutné rotačné zariadenia, ako sú napr. recirkulačné ventilátory, bez ktorých sú takéto kotle nevyužiteľné. Chod týchto rotačných strojov je závislý od viacerých prevádzkových faktorov kotlovej sústavy, ktoré majú nezanedbateľný vplyv na dynamiku týchto rotačných strojov. Preto je žiadúce trvale alebo pochôdzkovo sledovať ich prevádzkový stav meraním mohutnosti kmitania a keď je to nevyhnutné vykonávať aj frekvenčnú analýzu rotačných strojov. Článok sa zaoberá práve frekvenčnou analýzou recirkulačného ventilátora. K tomu bolo potrebné vykonať vibroakustické merania dynamického zaťaženia dôležitých komponentov ako sú ložiská, uloženie a zaťaženie obežného kolesa od prúdenia spalín, zaťaženie ložísk nevyváženosťou obežného kolesa, možným gyroskopickým momentom, nadmernými vôľami rotačných komponentov, nesúosovým spojením a pod., so sústredením sa na detekciu príčin možného nežiaduceho dynamického zaťaženia. Tiež detegovať stupeň poškodenia komponentov recirkulačného ventilátora v danom čase a navrhnúť účinné opatrenia na redukciu nadmerného dynamického zaťaženia ovplyvňujúceho predovšetkým životnosť ložísk obežného kolesa ventilátora. Pozornosť sa sústredila aj na iné komponenty recirkulačného ventilátora, ako je elektromotor, spojka, vibroizo-

látory a iné komponenty potrebné k celkovej dynamickej analýze ventilátora. Pre prijateľnú redukciu dynamického zaťaženia recirkulačného ventilátora spojenú s návrhom efektívnych opatrení je treba vykonať vibroakustické merania (FFT analýza) ventilátora vrátanie jeho uloženia, FFT analýzu merania zvuku generujúceho prúdením spalín, mohutnosť kmitania, časovú-frekvenčnú-amplitúdovú charakteristiku, vplyv uloženia na dynamické zaťaženie ventilátora, analýzu podmienok pre vznik prídavných dynamických reakcií spôsobených fluktuáciou spalín a gyroskopickým momentom. Článok sa však sústreďuje len na analýzu dynamického zaťaženia ventilátora od prúdenia spalín a jeho negatívny vplyv na životnosť komponentov ventilátora. Nadmerné dynamické zaťaženie spôsobuje aj únavové poškodenie konštrukcií, môže ovplyvňovať riadiace a kontrolne systémy ako celku a negatívne ovplyvňuje pracovné prostredie [6]. Pri návrhu redukcie dynamických vplyvov na ventilátor je treba pristupovať s efektívnym využitím nevyhnutných prostriedkov na zachovanie spoľahlivosti, životnosti a hospodárnosti prevádzky, ako aj bezpečnosti človeka a jeho zdravia. V danom prípade sa treba sústrediť na odstránenie fluktuácie spalín prúdiacich do recirkulačných ventilátorov.

2. CIEĽ, METODOLÓGIA EXPERIMENTU A MERACIA TECHNIKA

Cieľ vibroakustických meraní smeruje k zvýšeniu životnosti a spoľahlivosti recirkulačného ventilátora, jeho jednotlivých komponentov a najmä ložísk. Merania sa sústreďujú na posúdenie prevádzkového stavu ložísk obežného kolesa ventilátora a najmä vplyv zaťaženia od fluktuácie spalín na ložiská obežného kolesa ventilátora a na jeho uloženie (vibroizolátory) (Obr. 1).



Obr. 1 Meracie miesta na mechanickej sústave ventilátora s reálnou aplikáciou senzorov

Signál bol generovaný obežným kolesom ventilátora, ktorého ozva na telese ventilátora a jeho montážnej základni sa merala vo vybratých meracích bodoch (Obr. 1). Pri dynamickej analýze sa použila meracia karta B&K PULSE 3053-B-120 a akcelerometre B&K 4534-B-001 a B&K 4533-B-001 pripevnené na meranú konštrukciu a oceľový valec pomocou magnetov. Meracie prístroje a ich technické parametre reprezentujúce danú oblasť mechanického kmitania bolo pred meraním nízkofrekvenčného vlnenia potrebné počas overovacích postupov nastaviť. Podľa druhu signálu je veľmi dôležité, okrem frekvenčného rozsahu, správne nastaviť časové okná, druh spriemerovania a počet spriemerovaní za časovú jednotku [7]. Meraným parametrom me-

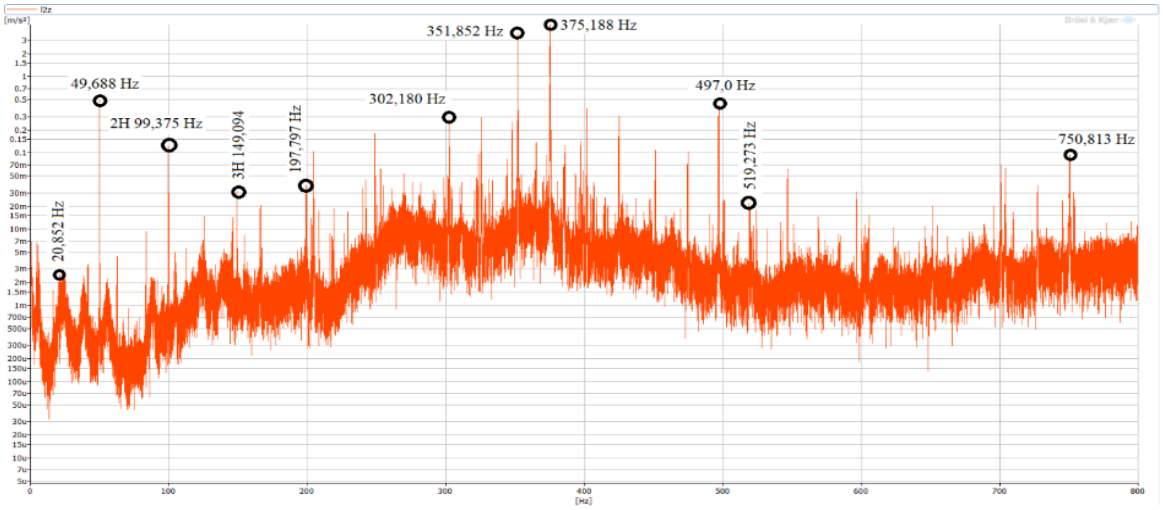
chanického kmitania bolo jeho zrýchlenie. Pre zvolený frekvenčný rozsah sa snímaný signál zrýchlenia spracoval FFT analýzou. Okrem merania kmitania na primárnom zdroji sa meraním zisťovali aj jeho prenosové cesty a ozva na stavebných a technologických konštrukciách, kde sa pre vybraté frekvencie analyzovala jeho energetická mohutnosť. Metodika prezentovaná v tomto príspevku môže byť použitá aj pre iné zdroje nízkofrekvenčného kmitania.

3. ANALÝZA DYNAMICKÉHO ZAŤAŽENIA RECIRKULAČNÉHO VENTILÁTORA

Analýzou dynamického zaťaženia (kmitania a hluku) recirkulačného ventilátora s príslušenstvom sa sledovala energetická mohutnosť mechanického kmitania s cieľom zistenia príčin nežiaduceho dynamického zaťaženia tohto ventilátora a možného stupňa poškodenia jeho dôležitých komponentov. Pozornosť sa sústredila najmä na ložiská obežného kolesa ventilátora, pružnú spojku a na jeho uloženie na stavebné konštrukcie. Na základe energetickej mohutnosti tohto vibroakustického prostredia je možné navrhnúť účinné opatrenia redukujúce nežiaduce dynamické zaťaženie na analyzované komponenty ventilátora, a to už spomínaných ložísk ventilátora a elektromotora, spojky a na prenos kmitania cez vibroizolátory. Zvolené meracie miesta kmitania sú zaznačené a zobrazené na Obr. 1. Meracie miesto na snímanie hladiny akustického tlaku bolo situované nad elektromotorom – MIC (Obr. 1). Pri analýze dynamického zaťaženia recirkulačného ventilátora sa vychádza z časového priebehu nameraného zrýchlenia, z frekvenčných-amplitúdových charakteristík, frekvenčných-fázových a z časových-frekvenčných-amplitúdových charakteristík [1, 5, 9].

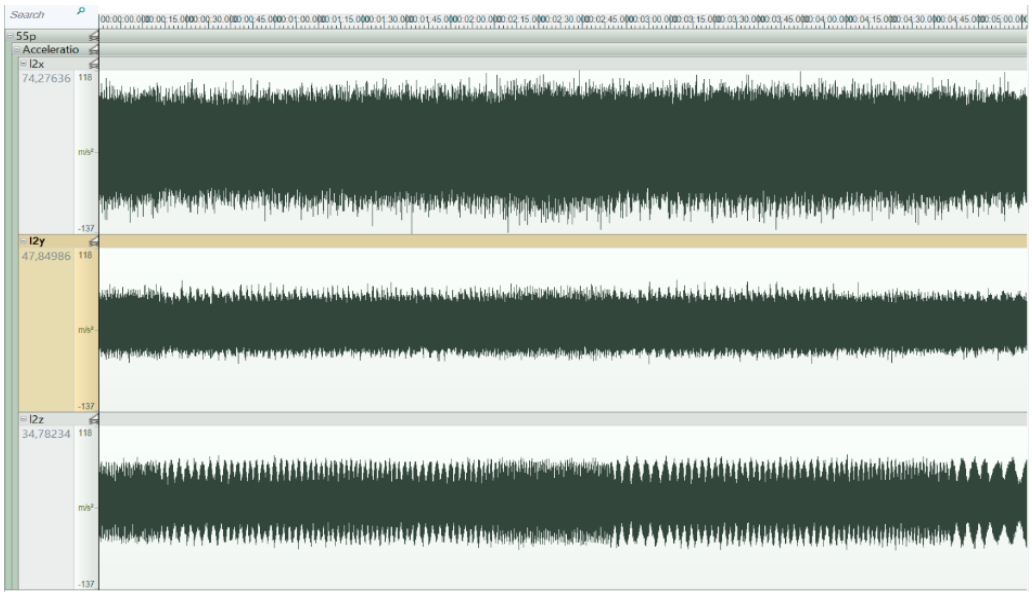
3.1 Analýza dynamického zaťaženia strojovej sústavy

Na posúdenie dynamického zaťaženia dôležitých konštrukčných uzlov ventilátorovej sústavy sa vypočítajú charakteristické frekvencie tejto sústavy (ložísk, elektromotora) a jej vibrodiagnosticky analyzovaných komponentov [5, 12]. Otáčková frekvencia bola presne určená z merania kmitania, teda z FFT analýzy (Obr. 2) a jej hodnota je $f_0 = 49{,}688$ Hz. Táto hodnota sa použila pri výpočte charakteristických frekvencií a na detekciu príčin a možných poškodení dynamického zaťaženia ventilátorovej sústavy. Na Obr. 2 sú zobrazené aj frekvencie s výraznými amplitúdami v definovanom frekvenčnom pásme do 800 Hz, a to najmä $f_1 = 302{,}18$ Hz, $f_2 = 351{,}852$ Hz a $f_3 = 375{,}188$ Hz, ďalej $f_4 = 497{,}0$ Hz a na konci sledovaného pásma je to frekvencia $f_5 = 750{,}813$ Hz. Frekvencie s výraznými amplitúdami charakterizujú určitý druh dynamického namáhania komponentov. Za povšimnutie stojí aj frekvencia $f_k = 20{,}852$ Hz.



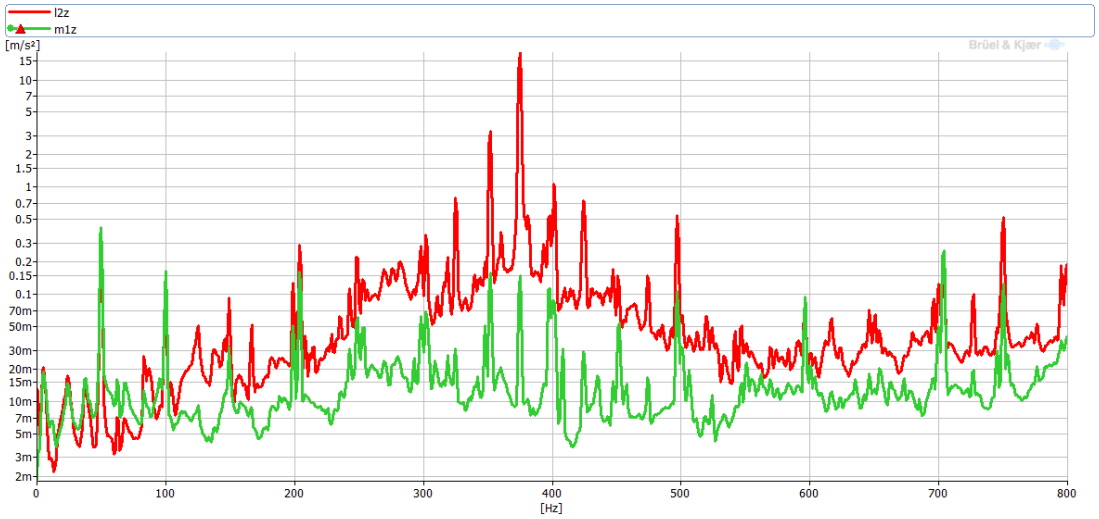
Obr. 2 Frekvenčná analýza recirkulačného ventilátora v sledovanom pásme s jemným delením

Z časovej analýzy dynamického zaťaženia je vo zvolených meracích miestach možné sledovať premenlivosť veľkosti amplitúdy zrýchlenia kmitania, ktorá jednoduchým a prehľadným spôsobom zobrazujú priebeh dynamického zaťaženia na ložisku uloženia obežného kolesa ventilátora v smeroch *x, y,* a *z*. Toto ložisko (L2 pozri Obr. 1) vykazuje maximálne dynamické zaťaženie. Pre jednoduché porovnanie dynamického zaťaženia v definovaných smeroch sa zvolila jednotná mierka (Obr. 3).



Obr. 3 Časový priebeh dynamického zaťaženia ložiska L2 uloženia obežného kolesa ventilátora

Časové priebehy v smeroch *x* a *y* logicky potvrdzujú rozdielne tuhosti uloženia ventilátora, no v axiálnom smere *z* je toto zaťaženie nezvyčajne veľké a časovo sa meniace smerujúce k nepravidelným periodickým pulzáciám, a to v závislosti od meniacej sa axiálnej sily pôsobiacej na obežné koleso generovanej zmenou tlaku spalín pred obežným kolesom ventilátora. Túto skutočnosť potvrdzujú aj frekvenčné spektrá získané meraním signálu na ložiskách L2 a L1 v uložení obežného kolesa ventilátora a v uložení rotora elektromotora M1 a M2 pre smery *x, y,* a *z* (pozri Obr. 1) a definované výkonové hladiny bloku. Frekvenčná analýza pre výkonovú hladinu bloku 55 % v axiálnom smere *z* je na Obr. 4. Frekvenčná analýza pre výkonovú hladinu bloku 70 % a 80 % bola frekvenčne analogická, ale amplitúdy sa menili [12].

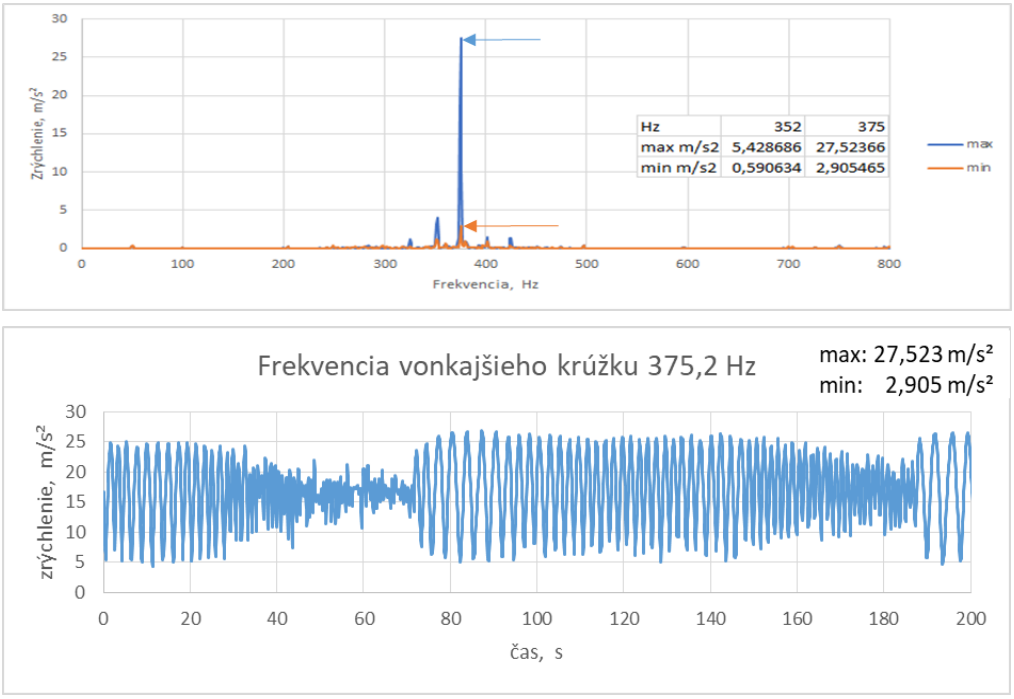


Obr. 4 Frekvenčné spektrá z analýzy dynamického namáhania ložísk obežného kolesa ventilátora a rotora elektromotora v axiálnom smere pri výkonovej hladine 55 %

Pri otáčkovej frekvencii 49,7 Hz sú všetky hodnoty zrýchlenia menšie ako 1 m/s^2 a pohybujú sa od (0,1 po 0,76) m/s^2. Možno konštatovať, že vyváženie rotujúcich častí ventilátora je pod hranicou prípustnej zostatkovej nevyváženosti [27]. Súosové spojenie hriadeľa obežného kolesa s rotorom elektromotora cez pružnú spojku nie je dostatočné, čo potvrdzuje aj 2. a 3. harmonická otáčkovej frekvencie (pozri Obr. 2). Vplyv na zmenu súosovosti má aj nadmerné axiálne zaťaženie ložísk obežného kolesa, kde dochádza k vzájomnému nepravidelne sa meniacemu pohybu vnútorného krúžku súdkového ložiska voči vonkajšiemu [2].

3.2 Analýza charakteru dynamického zaťaženia ložísk

Ako naznačujú frekvenčné spektrá a zaznamenaný časový priebeh sú ložiská obežného kolesa ventilátora zaťažované fluktuujúcou silou generovanou premenlivosťou tlakov spalín pôsobiacich na toto obežné koleso. Vychádzajúc z nameraného zrýchlenia v axiálnom smere sa premenlivosť axiálnej sily prejavuje veľkým rozdielom minimálnej a maximálnej axiálnej sily. Táto nepravidelná premenlivosť axiálnej sily je zachytávaná vo väčšej miere ložiskom L2 a približne polovičnou silou oproti ložisku L2 je namáhané ložisko L1. Táto premenlivosť axiálnej sily výrazne znižuje životnosť ložiska. Na Obr. 5 vo frekvenčnom spektre, v lineárnej mierke a jemu zodpovedajúcom časovom priebehu, je zaznamenané minimálne a maximálne zrýchlenie merané na ložisku L2, kde perióda sa časovo menila od približne 5 s do približne 12 s. Zrejme to súvisí s nedostatočným vyregulovaním prúdenia spalín v spalinovodoch kotla.



Obr. 5 Frekvenčné spektrá charakterizujúce premenlivé axiálne namáhanie vonkajšieho krúžku ložiska L2 v lineárnej mierke a časový priebeh zrýchlenia pre 55 % výkonovej hladiny

4. ZÁVER S NÁVRHOM OPATRENÍ

Z vibrodiagnostických meraní sa jednoznačne detegovala príčina výrazného premenlivého axiálneho dynamického namáhania ložísk obežného kolesa recirkulačného ventilátora. Hlavná príčina je generovanie nadmerného premenlivého dynamického zaťaženia obežného kolesa v axiálnom smere, a to výraznou nepravidelnou zmenou tlaku spalín pred obežným kolesom v dôsledku nedostatočného vyregulovania spalinovodnej sústavy. K tomu sa pripája aj

možná zámena ložiskových domcov, keďže nie koncové ložisko, ale ložisko bližšie k obežnému kolesu ventilátora zachytáva až dvojnásobne väčšie axiálne sily.

Vychádzajúc z uvedenej analýzy sa odporúča odstrániť alebo prijateľne redukovať zmeny tlaku spalín pred obežným kolesom ventilátora, a to napríklad vyregulovaním prúdenia spalín v potrubnej sústave. Znamená to zabezpečiť plynulý prietok spalín recirkulačným ventilátorom a takto v maximálnej miere redukovať nepriaznivú premenlivú axiálnu silu pôsobiacu nielen na ložiská uloženia obežného kolesa, ale aj na celú mechanickú sústavu ventilátora a jeho uloženie [3, 4, 8]. V prípade nevyregulovania prúdenia spalín sa odporúča vyriešiť elimináciu nadmerne sa meniace axiálne zaťaženie ložísk uloženia hriadeľa ventilátora s využitím vhodného axiálneho, či radiálneho-axiálneho ložiska. Pre tento dynamický stav obežného kolesa sú súdkové ložiská nie najlepším konštrukčným riešením, a ak sa budú používať, ich životnosť sa podstatne skráti. Tento nepriaznivý dynamický stav negatívne ovplyvňuje aj ostatné komponenty recirkulačného ventilátora, a to najmä pružnú spojku, ktorej životnosť sa podstatne skráti.
Namerali sa relatívne nízke hodnoty prenosového útlmu vibroizolátorov, dokonca záporného útlmu (-3,2 dB) pri frekvencii 375 Hz, čo zrejme spôsobuje nadmerné axiálne dynamické zaťaženie vibroizolátorov [10, 11, 12]. Príčinou nízkych a dokonca záporných hodnôt prenosového útlmu v axiálnom smere je meniaca sa axiálna sila generovaná pulzáciou spalín. Teda aj z hľadiska uloženia ventilátora je potrebné vykonať vyregulovanie spalinovodnej sústavy.

Literatúra

[1] Stradiot, J.-Michalíček, M.-Mudrik, J.-Slavkovský, J.-Záhorec, O.-Žiaran, S.: Dynamika strojov. 1.vyd. Alfa, Bratislava 1991. str. 474.

[2] Valivé ložiská. Publikace ZKL 3/13/CZ.

[3] Žiaran, S.: Výpočet útlmu kotlovej sústavy a akustický návrh tlmiča hluku spaľovacej turbíny. Výskumná správa, Bratislava 2004. str. 34 – SES Tlmače.

[4] Žiaran, S.: Akustický návrh absorpčno-reflexného tlmiča hluku ventilátora SI bCb65or/1675. Výskumná správa, Bratislava 2005. str. 32 – SIROCCO, GmbH Rakúsko-Torino, Taliansko.

[5] Žiaran, S.: Kmitanie a akustika. Znižovanie kmitania a hluku v priemysle. Monografia. Vyd. STU Bratislava 2006.

[6] Žiaran, S.: Ochrana človeka pred kmitaním a hlukom. Učebnica. Vydavateľstvo STU Bratislava 2008.

[7] Žiaran, S.**:** Technická diagnostika. Nakladateľstvo STU Bratislava 2013 str. 332.

[8] Žiaran, S.-Chlebo, O.: Príčiny nežiaduceho kmitania a hluku kotlov a kogeneračných jednotiek vo výhrevniach. Časť 1: Prenos kmitania uložením. Vykurovanie 2016, Stará Ľubovňa, s. 125-130.

[9] Žiaran, S.: Nízkofrekvenčný hluk a kmitanie. Vedecká monografia. Nakladateľstvo STU Bratislava 2016 str. 316, ISBN 978-80-227-4536-9.

[10] Žiaran, S.-Chlebo, O.: The Transmission of Vibroacoustic Energy from the Industrial Machines Through the Building Structure to the Mounting Base. ICSV24, London, 23-27 July 2017.

[11] Žiaran, S.-Chlebo, O.: Effects of isolating machine vibrations on the transmission of structure-borne and air-borne sound energy. In *Proceedings of the INTER-NOISE 2017, Hong Kong, Čína, str.* 6335-6344.

[12] Žiaran, S.-Chlebo, O.: Dynamická analýza recirkulačného ventilátora s návrhom opatrení na redukciu dynamického zaťaženia. Projekt DenoxAlpiq Kladno pre GE Powers.r.o. – tepláreň Alpiq elektráreň Kladno. Výskumná správa SjF STU Bratislava 2018, str. 46.

MODERNIZÁCIA A EFEKTÍVNOSŤ ZDROJOV TEPLA V PESTOVATEĽSKÝCH PÁLENICIACH

Ing. Kamila Víchová, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra Technických zariadení budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: kamilavichova2015@gmail.com

Abstrakt
Využitie biomasy je naozaj všestranné a nemusí sa používať len na vykurovanie obytných objektov. Energetický potenciál pri spaľovaní peliet sa osvedčil aj v pestovateľských páleniciach pri výrobe destilátu. Rada by som predstavila projekt ochrany stromov pred mrazmi. Aktuálne sa dočítate o tom, ako sa dá zachránené ovocie efektívne zužitkovať.

Na Slovensku sa časť dopestovaného ovocia už tradične používa na výrobu ovocných destilátov v pestovateľských páleniciach. Podľa štatistík výrobcov liehu máme v krajine približne 200-tisíc pestovateľov ovocia a vyše dvesto legálnych pálenic. „Pestovateľské pálenice slúžia na oficiálne a odborne realizované pálenie predovšetkým pre menších pestovateľov ovocia, ktorí si môžu za zvýhodnenú sadzbu dane vypáliť 43 litrov čistého liehu na jedného pestovateľa. V súčasnosti sa pri výrobe destilátov najčastejšie používajú tri metódy na ohrev ovocného kvasu. Najviac využívanou možnosťou na privedenie kvasu do varu je spaľovanie palivového dreva, ale na tento účel sa zvykne používať aj elektrina alebo plyn.

NEVÝHODY VYKUROVANIA DREVOM A PLYNOM

Drevo je v páleniciach tradičným palivom, ale prináša so sebou enormnú námahu pri jeho zaobstarávaní. Pri vykurovaní drevom je náročné regulovať destilačnú teplotu ovocnej zmesi. Rôznorodá kvalita a vlhkosť materiálu spôsobuje nerovnomerný proces horenia. Keď si drevo do pálenice donesie zákazník, často sa stáva, že je ešte surové a málo vyschnuté. Ideálne vyschnuté drevo by malo stáť aspoň dva roky, aby sa jeho vlhkosť prirodzenou cestou znížila minimálne na 20 percent.

Plyn je zase palivo, ktoré umožňuje dobrú reguláciu teploty nielen v páleniciach, avšak má celý rad nevýhod. Okrem iného je to vysoká teplota plameňa, drahá prevádzka, ale pri jeho využívaní treba rátať aj s tým, že zákazník musí po celý rok platiť zálohové platby. Elektrina je jednoznačne najdrahšou metódou zo všetkých spomínaných možností, väčšinou sa využíva pri dvojplášťových systémoch procesu pálenia.

VÝHODY PELIET A HORÁKOV

Máme bohaté skúsenosti z rekonštrukcií kotlov z pevného paliva na automatické peletové kotly. Preto sme sa rozhodli aplikovať peletový horák aj na jeden destilačný kotol v pestovateľskej pálenici v Jelenci. „Výsledky boli tak prekvapujúco pozitívne, že po testovacej prevádzke sme horákmi vybavili všetky ostatné kotly. Na základe tejto referencie sme prestavbu na vykurovanie pomocou horákov Pellas zrealizovali už v siedmich páleniciach na celom Slovensku," Za ten čas sme realizovali viaceré rekonštrukcie aj 100-ročných pálenícv, ktoré predtým vykurovali drevom a chceli prejsť na systém vykurovania peletami. Keďže každá pálenica je prototyp, treba k nej pristupovať individuálne.

Obr.1 Porovnanie farby spalín pri peletách a kusovom dreve

NEPRETRŽITÝ SERVIS

Obrovskou výhodou je, že rekonštrukcia spaľovacej komory kotla sa dá realizovať bez prerušenia prevádzky pálenice. Dôležité je správne nastaviť výkon horáka, ale niekedy sú nevyhnutné aj úpravy riadiaceho systému.

Keďže pelety sa v porovnaní s drevom spaľujú lepšie a efektívnejšie, nevytvára sa taká záťaž na životné prostredie. Nový systém sa tak dobre osvedčil, že viacero majiteľov pálenícv už stavia svoje zariadenia priamo pre horáky Pellas a mnohí z nich by sa už k starému spôsobu vykurovania na drevo alebo plyn nikdy nevrátili. „Je to taká neuveriteľná zmena, ako prechod medzi stredovekom a novovekom," poznamenal na margo prestavby jeden z majiteľov pálenice. Naša spoločnosť je majiteľom tejto technológie zaručuje 24-hodinový servis a garantuje im dodávku peliet za výhodné ceny po celý rok. V rámci celého Slovenska už sme realizovali prestavby pálenícv v Jelenci, vo Veľkých Bieliciach, v Pezinku, v Rimavskej Sobote, v Hronských Kosihách, v Detve a v Jablonke.

VYUŽITIE HORÁKOV PELLAS V EXISTUJÚCICH PREVÁDZKACH:

- dosahuje sa vysoká miera automatizácie, znížia sa nároky na obsluhu a podstatne sa zníži pracnosť,
- skráti sa čas potrebný na destiláciu, pretože po výmene kvasu ide systém okamžite na plný výkon,
- znížia sa celkové náklady aj z toho dôvodu, že nie je nutné zásobovať sa drevom za účelom jeho vyschnutia.

Obr. 2 Zapojenie rotačných horákov a zásobník s dopravníkmi

Obr. 3 Detail zapojenia horáka na existujúcom kotly s novými dvierkami

VÝHODY PRESTAVBY PÁLENICE NA PELETY

- teplota dosiahnutého plameňa je vyššia ako pri dreve, ale nižšia ako pri plyne, čo pôsobí na kvalitu destilátu,
- peleta má rovnomernú výhrevnosť, a preto sa ušetrí v priemere 15 minút na každej várke,
- dosiahne sa väčšia čistota prevádzky. Návratnosť sa prejaví už o niekoľko mesiacov.

Literatúra

[1] Prax autorky a spoločníkov
[2] Foto autorky

MOŽNOSŤ ZÍSKANIA PROSTRIEDKOV Z FONDOV EÚ PRE SUBJEKTY ÚSTREDNEJ SPRÁVY A ÚZEMNEJ SAMOSPRÁVY S CIEĽOM REDUKCIE EMISIÍ ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK DO OVZDUŠIA, S VYUŽITÍM SMART PRVKOV INTELIGENTNÉHO VYKUROVANIA

Ing. Matej Kerestúr
Slovenská agentúra životného prostredia
Odbor riadenia a implementácie projektov ochrany ovzdušia a zmeny klímy
Karloveská 2
841 04 Bratislava
e-mail: matej.kerestur@sazp.sk

Abstrakt
Koncom októbra 2018 Ministerstvo životného prostredia vyhlásilo v poradí ***45. výzvu, v rámci Operačného programu Kvalita životného prostredia, zameranú na náhradu zastaraných spaľovacích zariadení vo verejných budovách za nízkoemisné (s výnimkou OZE)****. Implementáciu výzvy zabezpečuje Slovenská agentúra životného prostredia ako sprostredkovateľský orgán pre operačný program Kvalita životného prostredia. Účelom výzvy je zníženie znečisťovania ovzdušia a zlepšenie jeho kvality, znížením znečisťujúcich látok akými sú PM_{10}, NOx, NH_3, VOC a SO_2 vypúšťaných do ovzdušia súčasným spaľovacím zariadením s využitím SMART prvkov inteligentného vykurovania. V nasledujúcich riadkoch Vám priblížim jej cieľ a vysvetlím základné podmienky ako získať nenávratný finančný príspevok, pričom* ***maximálna výška celkových oprávnených výdavkov na projekt je limitovaná 1.000.000,- Eur****.*

1. ÚVOD

Koncom minulého roka, Ministerstvo životného prostredia, ako riadiaci orgán Operačného programu Kvalita životného prostredia (ďalej len „OP KŽP“) vyhlásilo 45. výzvu na predkladanie žiadostí o NFP, zameranú na náhradu zastaraných spaľovacích zariadení vo verejných budovách za nízkoemisné (s výnimkou OZE).

1.1 Kvalita ovzdušia

Kvalitu ovzdušia vo všeobecnosti určuje obsah znečisťujúcich látok vo vonkajšom ovzduší[1]. Základným východiskom pre hodnotenie kvality ovzdušia na Slovensku sú výsledky meraní koncentrácií znečisťujúcich látok v ovzduší, ktoré realizuje Slovenský hydrometeorologický ústav na staniciach Národnej monitorovacej siete kvality ovzdušia (NMSKO). V nadväznosti na merania sa pre plošné hodnotenie kvality ovzdušia využívajú tzv. metódy matematického modelovania. Kritériá kvality ovzdušia (limitné a cieľové hodnoty, medze tolerancie, horné a dolné medze na hodnotenie a ďalšie) sú uvedené vo vyhláške MŽP SR č. 360/2010 Z. z. o kvalite ovzdušia.

1.2 Účel výzvy

Cieľom výzvy je primárne zníženie znečisťovania ovzdušia a zlepšenie jeho kvality, najmä pokiaľ ide o znečisťujúce látky PM_{10}, NOx, NH_3, VOC, SO_2. Tento cieľ je priamo spojený s energetickou efektívnosťou, nakoľko sa jedná o podporu pre spaľovacie zariadenia na výrobu tepla, ktoré by mali byť energeticky efektívne **s využitím SMART prvkov inteligentného vykurovania vo verejných budovách**[2], ktoré už majú ďalšie energetické opatrenia (s výnimkou výmeny spaľovacieho zariadenia/vykurovacieho systému) vykonané (napr. zateplenie budovy).

1.3 Energetická efektívnosť

Energetická efektívnosť predstavuje proces, ktorý prispieva k zvýšeniu energetickej účinnosti alebo k zníženiu energetickej náročnosti, premeny, distribúcie alebo spotreby energie pri zohľadnení technických, hospodárskych alebo prevádzkových zmien, alebo zmien správania koncových odberateľov a konečných spotrebiteľov[3].

Účel výzvy si však netreba zamieňať za energetickú efektívnosť, nakoľko tá je primárne podporovaná v rámci iných výziev vyhlásených sprostredkovateľským orgánom Slovenskou inovačnou a energetickou agentúrou (ďalej len „SIEA“), akými sú napr. výzva OPKZP-PO4-SC431-2018-48 zameraná na zníženie energetickej náročnosti verejných budov alebo OPKZP-PO4-SC411-2018-41 zameraná na výstavbu zariadení na využívanie aerotermálnej, hydrotermálnej alebo geotermálnej energie, výrobu a energetické využívanie skládkového plynu z čistiarní odpadových vôd atď. Výzvy zamerané na energetickú efektívnosť sa v rámci OP KŽP podporujú v rámci prioritnej osi 4, ktorá je v gescii SIEA.

2. ZÁKLADNÉ PODMIENKY POSKYTNUTIA NENÁVRATNÉHO PRÍSPEVKU

Samotnú výzvu z pohľadu dokumentácie, na základe ktorej žiadateľ vypracúva žiadosť o NFP možno rozdeliť do dvoch skupín:

a) prierezové dokumenty (pre OP KŽP), ktoré si vyžadujú riadne oboznámenie a následnú aplikáciu týchto ustanovení: Inštrukcia k určeniu podniku v ťažkostiach,

---

[1] § 7 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov stanovuje postup pre jej hodnotenie.

[2] Verejnou budovou sa rozumie budova používaná na národnej/lokálnej úrovni a využívaná verejnou správou na poskytovanie verejných služieb nehospodárskych služieb (max. 20% kapacity budovy môže byť používaných na hospodárske účely), pričom realizáciou projektu nesmie dôjsť k zmene charakteru využívania budovy a musí byť vo vlastníctve alebo správe žiadateľa, ktorý je oprávneným subjektom verejnej správy (žiadateľom).

[3] § 2 písm. h) zákona č. 321/2014 o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov

Príručka k oprávnenosti výdavkov, Formulár pre výpočet merateľných ukazovateľov hodnotenia finančnej situácie žiadateľa, Kritéria pre výber projektov, Príručka pre prijímateľa, Vzor zmluvy o poskytnutí NFP, Manuál pre informovanie a komunikáciu, Podporné dokumenty k procesu verejného obstarávania a príručka k procesu verejného obstarávania.

b) dokumenty a prílohy k samotnej výzve – obsahujú bližšie „na mieru šité“ informácie k vypracovaniu žiadosti o NFP, resp. povinných príloh žiadosti o NFP: Formulár Žiadosti o NFP (vrátane preddefinovaných formulárov príloh Žiadosti o NFP), Príručka pre žiadateľa, Zoznam povinných merateľných ukazovateľov projektu, Osobitné podmienky oprávnenosti výdavkov, Informácia pre žiadateľov.

Výzvu z pohľadu podmienok poskytnutia príspevku možno rozdeliť do základných 8 kategórií: oprávnenosť žiadateľa, oprávnenosť aktivít realizácie projektu, oprávnenosť výdavkov realizácie projektu, oprávnenosť miesta realizácie projektu, kritériá pre výber projektov, spôsob financovania, podmienky poskytnutia príspevku vyplývajúce z osobitných predpisov a ďalšie podmienky poskytnutia príspevku. V nasledujúcich podkapitolách tie najdôležitejšie z nich budú priblížené.

2.1 Oprávnenosť žiadateľa

Oprávnenými žiadateľmi v rámci tejto výzvy sú:

a) Subjekty ústrednej správy (organizácie štátnej správy[4] a ostatné subjekty verejnej správy[5]);

b) Subjekty územnej samosprávy[6].

Preukázanie splnenia podmienky oprávnenosti žiadateľa je kľúčový údaj v registri na webovom sídle „www.stastistics.sk“ v časti Databázy, Register organizácií a predstavuje tzv. „Inštitucionálny sektor“.

2.2 Oprávnenosť aktivít realizácie projektu

Povinnou súčasťou oprávnenosti aktivity projektu (podmienkou technického riešenia) **je výmena spaľovacieho zariadenia na vykurovanie, výmena palivovej základne,** t. j. prechod z aktuálne používaného paliva (najmä tuhého paliva akým je uhlie alebo biomasa) na nízkoemisné palivo (napr. zemný plyn). Zároveň nové palivo musí spĺňať podmienky nízkoemisného paliva, pričom toto nové palivo nesmie byť obnoviteľným zdrojom energie, resp. technické riešenie **nesmie využívať technológie, ktoré sa považujú za technológie obnoviteľných zdrojov**. **Projekt musí obsahovať SMART prvky inteligentného vykurovania,** ktorými sú napríklad zónová regulácia vykurovania (po miestnostiach) a zároveň režim vykurovania (napr. automatické nočné, dovolenkové a odchodové útlmy vykurovania) a zároveň ovládanie vykurovania prostredníctvom vzdialených zariadení s prístupom na internet (mobilný telefón, tablet, notebook). Súčasťou SMART prvkov môžu byť aj iné ako vyššie uvedené, ktoré musia mať súvis s verejnou budovou. V prípade zmeny palivovej

---

*[4] Ústredné orgány štátnej správy, ostatné ústredné orgány štátnej správy, štátne rozpočtové a príspevkové organizácie – v tomto prípade **miera spolufinancovania zo zdrojov prijímateľa predstavuje 0 %.***

*[5] Verejné vysoké školy a ďalšie subjekty ústrednej správy v tomto prípade **miera spolufinancovania zo zdrojov prijímateľa predstavuje 5 %.***

*[6] Obce a nimi zriadené rozpočtové a príspevkové organizácie, vyššie územné celky a nimi zriadené rozpočtové a príspevkové organizácie a ďalšie subjekty územnej samosprávy - v tomto prípade **miera spolufinancovania zo zdrojov prijímateľa predstavuje 5%**.*

základne zo spomínaného uhlia na zemný plyn je toto miesto realizácie obmedzené na oblasti vyžadujúce tzv. osobitnú ochranu ovzdušia[7]. Všetky možnosti zmien palivovej základne uvádza Tab.1 nižšie.

Tab. 1 Príklady zmeny/náhrady palivovej základne

Palivo / Palivo		Nové palivo (náhradné palivo)									
		Zemný plyn	LPG/CNG	Koks/lignit	Čierne uhlie	Hnedé uhlie	Vykurovací olej	Drevené peletky	Drevná štiepka	Kusové drevo	Elektrina**
Pôvodné palivo (nahrádzané palivo)	Zemný plyn	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✔
	LPG/CNG	x	x	x	x	x	x	x	x	x	✔
	Koks/lignit	✔ ***	✔ ***	x	x	x	x	x	x	x	✔
	Čierne uhlie	✔ ***	✔ ***	x	x	x	x	x	x	x	✔
	Hnedé uhlie	✔ ***	✔ ***	x	x	x	x	x	x	x	✔
	Vykurovací olej	✔	✔	x	x	x	x	x	x	x	✔
	Drevené peletky	✔	✔	x	x	x	x	x	x	x	✔
	Drevná štiepka	✔	✔	x	x	x	x	x	x	x	✔
	Kusové drevo	✔	✔	x	x	x	x	x	x	x	✔
	Elektrina*	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Legenda:
x - zmena palivovej základne nie je oprávnená
✔ - zmena palivovej základne je oprávnená
Modernizácie vykurovacích systémov je oprávnená výlučne len ako súčasť výmeny spaľovacieho zariadenia.

2.3 Oprávnenosť miesta realizácie projektu

Pre túto výzvu je oprávneným miestom realizácie projektu celé územie Slovenskej republiky. V prípade projektov zmeny palivovej základne prostredníctvom prechodu z uhlia na zemný plyn sú oprávneným územím výlučne v oblasti vyžadujúce osobitnú ochranu ovzdušia ako sú definované v § 8 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov: oblasť riadenia kvality ovzdušia[8], oblasť s výskytom intenzívneho zápachu, ak ide o vymedzenú časť zóny alebo aglomerácie o rozlohe najmenej 50 km2, v ktorej sa vyskytujú pachové znečisťujúce látky v koncentráciách, ktoré znepríjemňujú život obyvateľstvu (aktuálne nie je definovaná žiadna takáto oblasť), národný park[9], chránená krajinná oblasť[10] a kúpeľné mesto[11].

2.4 Spôsob financovania

Financovanie prebieha formou nenávratného finančného príspevku. Minimálna výška celkových oprávnených výdavkov na projekt je stanovená vo výške 25.000,- Eur a **maximálna výška celkových oprávnených výdavkov na projekt nesmie presiahnuť 1.000.000,- Eur.** Výška spolufinancovania závisí od typu žiadateľa, viď. kapitola 2.1 Oprávnenosť žiadateľa (poznámky pod čiarou).

---

[7] Podľa § 8 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov.
[8] Oblasti riadenia kvality ovzdušia sú definované v najaktuálnejšom dokumente „Hodnotenie kvality ovzdušia" zverejnenom na http://www.shmu.sk/sk/?page=996
** Elektrinu nie je možné nahradiť iným palivom, nakoľko by nedošlo k zníženiu emisií, resp. by muselo byť použité palivo OZE, čo je neoprávnené;*
*** nie ak je technológiou tepelné čerpadlo;*
**** len v oblastiach vyžadujúcich osobitnú ochranu ovzdušia ako sú definované v § 8 zákona č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov;*
[9] § 19 zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov.
[10] § 18 zákona č. 543/2002 Z. z. o ochrane prírody a krajiny v znení neskorších predpisov.
[11] § 35 zákona č. 538/2005 Z. z. o prírodných liečivých vodách, prírodných liečebných kúpeľoch, kúpeľných miestach a prírodných minerálnych vodách a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

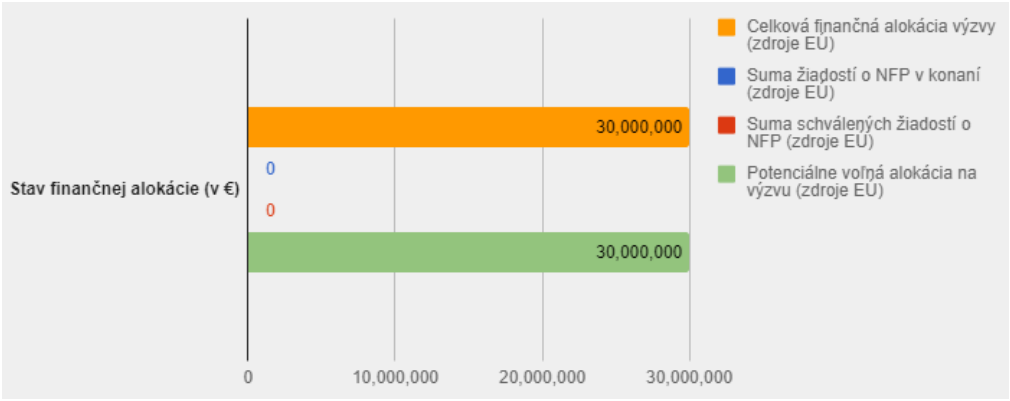
2.5 Kritériá pre výber projektov

Kritériá pre výber projektov pozostávajú z hodnotiacich kritérií a z výberových kritérií. Výberové kritéria sa v prípade dostatočnej alokácie neuplatňujú, pričom hodnotiace kritériá (kategorizované do 4 oblastí) sú definované ako kombinácia vylučujúcich a bodovaných kritérií. Na splnenie hodnotiacich kritérií je potrebné kladné hodnotenie vylučujúcich kritérií a zároveň minimálna hranica bodovaných hodnotiacich kritérií (60% z maximálneho počtu bodov bodovaných kritérií).

3. AKTUÁLNY STAV VÝZVY, ČERPANIE A HARMONOGRAM KÔL

Schvaľovanie Žiadostí o Nenávratný finančný príspevok prebieha formou hodnotiacich kôl, resp. „posudzovaných časových období“. Termíny uzavretia hodnotiacich kôl sú: 30.4.2019, 31.7.2019, 31.10.2019 v intervale 3 mesiacov od termínu uzavretia predchádzajúceho kola.

Graf. 1: Aktuálny stav výzvy OPKZP-PO1-SC414-2018-45 k 10.3.2019



3.1 Užitočné dokumenty a linky

Všetky potrebné informácie k 45. výzve v rámci OP KŽP v rátane povinných a nepovinných príloh sú k dispozícii na webovom sídle www.op-kzp.sk v časti „Výzvy“ a „Aktuálne výzvy“.

4. ZÁVER

Z predmetného príspevku je zrejmé, že možnosti ako získať finančné prostriedky z fondov EÚ, nielen v prípade 45. výzvy ale aj v iných spomenutých výzvach OP KŽP v rámci tohto príspevku, vytárajú priestor v prvom rade pre predstaviteľov verejnej správy a v neposlednom rade pre odborníkov z oblasti vykurovania a energetiky ako aj pre projektantov, ktorí sú spracovateľmi povinnej prílohy ŽoNFP č. 9 (povolenie na realizáciu projektu, vrátane projektovej dokumentácie) a prílohy ŽoNFP č. 10 (energetického environmentálneho posúdenia) a spoločne sa podieľať na znížení znečisťovania ovzdušia a zlepšenia jeho kvality na Slovensku prostredníctvom SMART technológií a inovácií pri zásobovaní teplom.

Literatúra

[1] 45. výzva na predkladanie ŽoNFP: *Náhrady zastaraných spaľovacích zariadení vo verejných budovách za nízkoemisné (s výnimkou OZE)*; kód výzvy: OPKZP-PO1-SC141-2018-45; Operačný program Kvalita životného prostredia; MŽP SR; Bratislava; 29.10.2018.

PLYNOVÝ KONDENZAČNÝ KOTOL, KTORÝ VYPLŇUJE MEDZERU NA TRHU

Ing. Jan Kouba

BRILON a.s.
Vajnorská 127/B
831 04 Bratislava
e-mail: info@brilon.sk
web: www.brilon.sk www.kondenzacni-kotle.cz www.thision.cz

Abstrakt
Plynový zdroj tepla patrí medzi osvedčené štandardy. Prieskum trhu ukazuje, že v oblasti zdrojov tepla s výkonom až približne 500 kW sa možno stretnúť s dvoma odlišnými koncepciami.

ÚVOD

Jednou z nich je použitie stacionárnych kotlov, ktoré bývajú robustnejšie, a tak naznačujú väčšiu prevádzkovú odolnosť a stabilitu. Druhá koncepcia vychádza z kotlov závesných, ktoré sú už z princípu ich umiestnenia materiálovo odľahčené a z veľkej časti využívajú rovnakých konštrukčných prvkov, ako kotly určené pre domácnosti, rodinné domy. Aj z výkonovo relatívne malých kotlov na úrovni 24 kW možno poskladať kotolňu s výkonom do 500 kW, pretože súčasné elektronické riadiace jednotky kotlov a k nim nadradené, často rozšíriteľné, kaskádové regulácie dokážu aj tak veľký počet kotlov spoľahlivo riadiť. S počtom takto pospájaných kotlových jednotiek však rastie pravdepodobnosť poruchy, a preto se obvyklá prax ustálila na hodnote do 4 kotlov v kaskáde.

1. ZÁVESNÝ KOTOL, ROBUSTNEJŠÍ AKO OSTATNÉ

Na jednej strane ponuky tak stojí prevádzkovo najstabilnejší stacionárny plynový kondenzačný kotol, z ktorých tie najpokrokovejšie s dvoma spiatočkami ponúkajú možnosť nemiešať rôzne teplé spiatočky pred vstupom do kotla spoločne a strácať tak energeticky úsporný potenciál kondenzácie. Na druhej strane stoja závesné kotly, ktoré k obstaraniu motivujú nižšou cenou a úsporou miesta, ale s negatívom kratšej životnosti a niekedy aj prevádzkových problémov, ktoré vyvolá použitie viacerých rôznych kovových konštrukčných materiálov vo vykurovacej sústave.

Obr. Plynový závesný kondenzačný kotol THISION® L EVO vykrýva priestor medzi závesnými kotlami na báze kotlov pre rodinné domy a kotlami stacionárnymi pre ťažšiu prevádzku.

Plynový závesný kondenzačný kotol THISION L EVO, ktorý začala ponúkať spoločnosť BRILON a.s., vykrýva priestor medzi oboma vyššie popísanými kategóriami. Tieto kotly vyrába ELCO, teraz súčásť nadnárodného koncernu. ELCO bolo založené v roku 1928 a táto značka patrí k vedúcim producentom tepelnej techniky predovšetkým pre komerčné objekty, bytové domy, veľké priemyslové areály atď. Do vývoja tepelnej techniky sa ELCO významne zapísalo v roku 1975, kedy uviedlo na trh prvý trubicový vákuový solárny kolektor alebo napríklad v roku 2003 zásadne novú, tzv. bezplameňovú, konštrukciu olejového horáka. Naďalej sa sústredí predovšetkým do oblasti priemyselného vykurovania, ktoré vyžaduje zariadenie s dlhodobou životnosťou a veľkou odolnosťou voči najrôznejším aj okrajovým prevádzkovým stavom. Pretože finančné straty z výpadku vykurovania v priemysle sú mnohonásobne vyššie ako z výpadku vykurovania zo sektoru bývania.

2. UNIKÁTNA KONŠTRUKCIA KOTLA THISION® L EVO

Plynový závesný kondenzačný kotol THISION® L EVO má unikátnu konštrukciu. Len krátko k minulosti. Ako začala história tepelnej techniky? Ľudia pri varení pokrmov na otvorenom ohni používali nádoby. Pre väčšie z nich sa vžil názov kotol. Prechod od prípravy jedla k výrobe tepla sa uskutočnil tým, že bol do kotla vložený vlnovec stočený z rúrky. Pohľad na vonkajší tvar kotlového telesa kotla THISION L EVO môže niekomu históriu pripomínať. Všetko ostatné je však celkom iné. THISION® L EVO nie je, ako naznačuje EVO v názve kotla, revolučnou novinkou. Ide o kotol, ktorý prešiel evolučným vývojom, počas ktorého boli postupne odstránené príčiny závad, ktoré sa v ťažkej, takmer priemyselnej prevádzke kotla po čase prejavili. Ide teda o kotol, ktorý prešiel skutočnou previerkou času, nie len urýchlenými testami v laboratóriu.

Obr. 1 Pohľad pod plášť kotla odhaľuje kotlové teleso a teplovýmenný výmenník, ktorý je v celej dĺžke od vstupu vykurovacej vody do kotla až po jej výstup len z jedného materiálu, ušľachtilej ocele s vysokou odolnosťou proti korózii.

Na obrázku 1, rezu kotlom, je vidieť, že kotlové teleso tvorí plášť z ušľachtilej ocele s vysokou odolnosťou voči korózii a vekami zo špeciálnej hliníkovej liatiny. Pod horným vekom je plochý diskový horák, ktorý zaberá celú spodnú plochu veka. Vodný výmenník kotla tvorí do dvojitej špirály stočená, rebrovaná rúrka rovnako z ušľachtilej ocele s vysokou odolnosťou voči korózii, ktorá plynulo nadväzuje na hladkú rúrku prechádzajúcu liatinovými vekami až k prípojom, kde opúšťa plášť kotla.

Vykurovacia voda pri prietoku kotlom THISION® L EVO preteká len rovnomerne kruhovým potrubím z ušľachtilej nehrdzavejúcej ocele. Tým sa už dopredu odstraňuje rada problémov, ktoré môžu byť spojené s prevádzkou iných kotlov, teda tých, kde dochádza ku styku vykurovacej vody a hliníkových zliatin. Že tieto problémy vyplývajúce z materiálovej nejednotnosti nie sú ojedinelé, potvrdzujú časté diskusie na najrôznejších odborných fórach a predovšetkým dôrazné lipnutie výrobcov takýchto kotlov na aplikácie najrôznejších chemických prímesí do vykurovacej vody vrátane zariadení, ktoré majú vykurovaciu vodu zbaviť všetkých v nej prítomných solí, vrátane tých, ktoré netvoria nerozpustný vodný kameň.

2.1 Výmenník

Výhodou výmenníku stočeného z kruhovej rúrky je to, že v tomto výmenníku nie sú úzke miesta, ktoré sú náchylné na ukladanie usadenín. Vykurovacia voda preteká výmenníkom postupne zdola nahor. Nie, ako sa to vyskytuje v niektorých typoch kotlov s vodorovnou osou výmenníka, kde v jednotlivých častiach špirály tečie voda hore a potom zase dole, kde sa môžu ukladať usadeniny a po čase môže dôjsť až k prepáleniu výmenníka. Ďalšiou výhodou výmenníka je jeho veľmi nízka hydraulická strata. Aj v čase energeticky veľmi úsporných čerpadiel ide o bonus, pretože cena elektrickej energie nie je zanedbateľná a rastie. Napríklad prevádzka 140 kW kotla na plný výkon je potrebný elektrický príkon menší ako 150 W.

2.2 Horák

Druhým prvkom, ktorý sa podieľa na nadštandardných vlastnostiach kotla THISION® L EVO medzi závesnými kotlami je plochý, diskový, nízkoteplotný horák. Funkcia horáku je spáliť zemný plyn s najvyšším využitím energie a s čo najnižšími emisiami. Oxidy uhlíka rieši elektronika riadenia spaľovacieho procesu. Súčasné emisné požiadavky sú však stále prísnejšie aj v oblasti emisií oxidov dusíka NOx. Vplyvom optimálne riadeného teplotného poľa pri horáku, kde je inak pre vznik emisií NOx nepriaznivá ako vysoká teplota, tak doba zotrvania spalín na vysokej teplote, sa pri kotloch THISION® L EVO podarilo znížiť emisie NOx na extrémne nízku hodnotu 30 mg/kWh, ktorá s rezervou spĺňa súčasné aj budúce požiadavky na Ekodesign výrobkov.

Obr. Plochý, diskový horák kotla THISION® L EVO

2.3 Elektronika

Z pohľadu elektronického riadenia chodu kotla THISION® L EVO, prípadne jeho pripravenosti na zapojenie do kaskády, nejde o riešenie individuálne, vyvinuté výrobcom. Použitý je dnes štandardný systém založený na platforme Siemens LMS 14.

Obr. Elektronický systém Siemens LMS 14, umiestnený na zadnej strane spodného odklopného panelu, riadi chod kotla. Súčasne je však pripravený na reguláciu viacerých kotlov, ak sú pospájané do kaskády.

Obr. Výkon kotlov THISION® L EVO možno regulovať od 15 kW jedného výkonovo najmenšieho kotla až po odporúčaných 4 kotlov najväčšej rady, teda celkového výkonu 550 kW.

3. ENERGETICKÁ EFEKTÍVNOŤ KOTLOV THISION® L EVO

Stupeň kondenzácie závisí na teplote spiatočky a vlastnostiach tepelného výmenníka. Kotol umožňuje prevádzku pri rozdiely teplôt medzi spiatočkou a prívodom až 30 K. Táto hodnota nie je medzi závesnými kotlami obvyklá. Rozširuje sa možnosť využiť na zvýšenie stupňa kondenzácie pri súbežnej príprave teplej vody priaznivú nízku teplotu spiatočky. S menším povoleným rozdielom teplôt by bolo nutné riešiť ochranu kotlového telesa kotla pred jeho deštrukciou vplyvom rôznych teplotných dilatácií konštrukčných prvkov, a teda znížiť stupeň kondenzácie, alebo využitie energie v zemnom plyne.

Dôkazom veľmi výkonnej a účinnej vykurovacej plochy výmenníka je schopnosť prevádzky kotla na plný výkon pri minimálnom rozdiely medzi teplotou spiatočky vykurovacej vody

a teplotou spalín len 2 K. Aj pri takto malom teplotnom rozdiely, ktorý umožňuje posun prevádzkových teplôt čo najnižšie z pohľadu maximálnej kondenzácie, možno využíť plný výkon tohto nástenného kotla.

4. TLAK 8 bar

Keď sa hovorí o tom, že kotol THISION® L EVO vykrýva priestor medzi obvyklými závesnými kotlami a kotlami stacionárnymi svojou zvýšenou robustnosťou, tak dôkazom tvrdenia je aj jeho zvýšená tlaková prevádzková odolnosť 8 bar. Úplne bežná prevádzková tlaková odolnosť u robustnejších kotlov určených pre väčšie objekty, ako sú rodinné domy, je 4 až 6 bar. Sú aj kotly, napríklad Wessex Modumax, u ktorých je najvyšší prípustný prevádzkový tlak až 10 bar. Hodnota 8 bar je v segmente závesných kotlov veľmi zaujímavá.

5. PRÍSLUŠENSTVO

Spoločnosť Brilon a.s. ako systémový dodávateľ tepelnej techniky má vo svojom sortimente ku kotlu THISION® L EVO príslušenstvo, ako sú spalinové systémy, zásobníkové ohrievače vody atď. Projektantom a realizačným firmám poskytuje plnú technickú podporu.

MODERNÉ FLEXILNÉ RIEŠENIE REKONŠTRUKCIE TEPELNÉHO HOSPODÁRSTVA V PRIEMYSELNOM AREÁLI

Ing. Robert Štefanec
NRG flex, s.r.o.
Moyzesova 2/B
902 01 Pezinok
e-mail: stefanec@nrgflex.sk

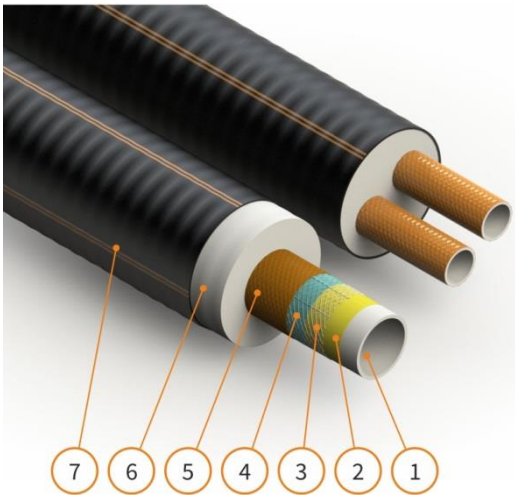
Abstrakt
Článok pojednáva o plastovom predizolovanom potrubí NRG FibreFlex Pro ako alternatívne riešenie náhrady oceľového potrubia v centralizovanom zásobovaní teplom. Poukazuje na výhody plastového potrubia, ktoré majú za následok jednoduchšiu montáž a manipuláciu, čo prináša výrazné skrátenie doby montáže a tým aj zníženie celkových investičných nákladov oproti oceľovému potrubiu.

1. ÚVOD

V roku 2015 stál Estónsky dodávateľ tepla, Järvakandi Soojus, pred výzvou, ako zrekonštruovať existujúce rozvody tepla z 2MW plynového kotla, ktorý bol napojený na odpadné teplo z blízkej fabriky na výrobu skla. Keďže existujúce rozvody tepla boli na konci životnosti, tak sa rozhodli, že ich v rámci rekonštrukcie tepelného hospodárstva a projektu vymenia.

1.1 Výzva

Existujúce teplené rozvody boli v nadzemnom prevedení, priamo cez areál závodu. Avšak nové predizolované potrubia majú byť inštalované pod zem. Trasovanie bolo zmenené a ide okolo celého závodu, a prechádza tak oblasť s intenzívnou premávkou – až 30 kamiónov denne, ktoré dovážajú suroviny potrebné na nepretržitú výrobu. Toto si vyžiadalo inštaláciu 1 400m flexibilného predizolovaného potrubia DN125 maximálne za týždeň, čo by bolo veľmi náročne ak by sa na realizáciu použilo bežné oceľové predizolované potrubie. Lokálna montážna firma odhadla harmonogram na štyri týždne.



1 – PE-Xa médiová rúrka
2 – vysokoteplotne odolná adhezívna vrstva
3 – sieťka z aramidového vlákna
4 - vysokoteplotne odolná adhezívna vrstva s kyslíkovou bariérou
5 – ochranná vrstva rúrky pre médium
6 – polyuretánová izolácia
7 – LDPE plášť s difúznou bariérou

Obr. 1

1.2 Parametre tepelnej siete

Prevádzková teplota: 85-95°C
Prevádzkový tlak: 4 bar
Dĺžka potrubia: 1,400m

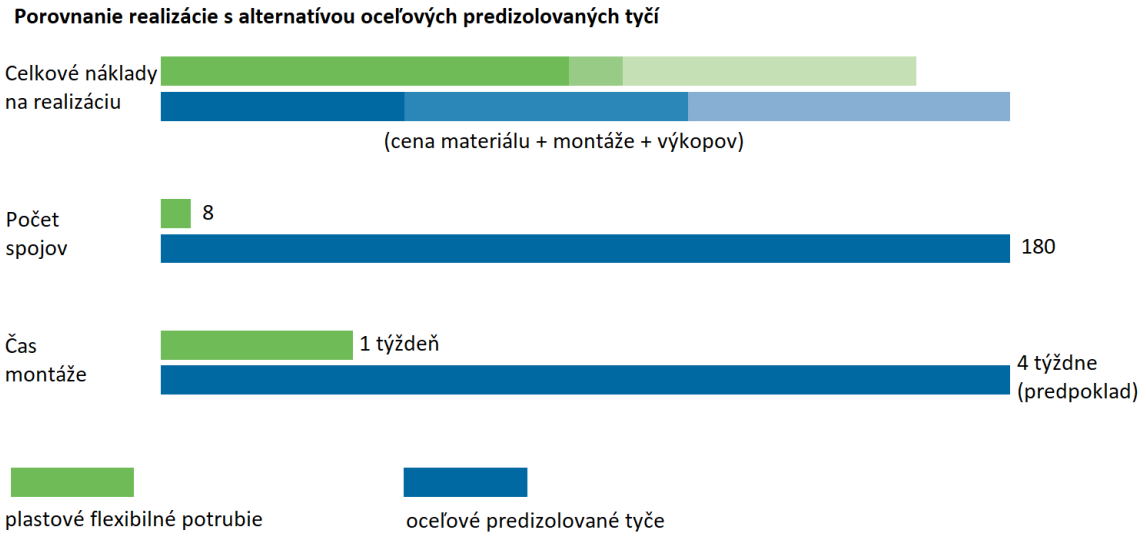
2. RIEŠENIE

Je všeobecne známe, že plastové predizolované potrubia umožňujú výrazne rýchlejšiu montáž v porovnaní s oceľovými predizlovanými tyčami. Vďaka dodávke v kotúčoch alebo na bubnoch je možné dodať na stavbu dlhé kusy potrubia, ktoré je možné položiť do výkopu s minimom spojov. Avšak bežné plastové predizolované potrubia by nebolo možné použiť kvôli vyššej prevádzkovej teplote. Na to aby bolo možné tento projekt zrealizovať a dodržať krátku dobu inštalácie a obmedzení vo výrobe, bolo použité inovatívne riešenie plastových predizolovaných potrubí s termoplastickou výstužou NRG FibreFlex Pro, keďže tieto bezpečne spĺňajú potrebné parametre a vyššiu prevádzkovú teplotu a tlak.

Tab. 1 Porovnanie vlastností plastových predizolovaných potrubí

POTRUBIE	MAXIMÁLNA TRVALÁ PREVÁDZKOVÁ TEPLOTA (min. 30 rokov)	MAXIMÁLNA KRÁTKODOBÁ PREVÁDZKOVÁ TEPLOTA	MAXIMÁLNY TRVALÝ PREVÁDZKOVÝ TLAK RÚROK PRE MÉDIUM d32-d160
Bežné flexibilné predizolované potrubia	80 °C	95 °C	6 bar
NRG FibreFlex	80 °C	95 °C	10 bar
NRG FibreFlex Pro	95 °C	115 °C	10/16 bar

3. VÝSLEDKY PROJEKTU



Obr. 2

3.1 Popis projektu

Celkovo bolo dodaných 1 400m potrubí NRG FibreFlex Pro v dimennzii d140 (DN125), ktoré boli dodané na ôsmych bubnoch s priemerom 3,6m, pričom na každom bolo ca. 200m potrubia. Potrubie z každého bubna bolo odvinuté do výkopu rýchlejšie ako za dve hodiny a minimalizoval sa tým čas, kedy musel byť výkop otvorený v úsekoch medzi spojmi. Všetky prekážky, ktoré sa vyskytli počas montáže – ako napríklad betónové základy v trase výkopu – boli vďaka flexibilite potrubí prekonané. Termoplastické vystužené rúrky pre médium majú v porovnaní s bežnými jednovstvovými plastovými polymérovými rúrkami pre médium výrazne menšiu hrúbku steny. Toto dovoľuje potrubiam NRG FibreFlex Pro byť výrazne flexibilnejšími počas montáže, čo je veľmi dôležité pre manipuláciu väčších dimenzií poturbí (hlavne pre rúrku pre médium d75 až d160). Plastové predizolované potrubia NRG FibreFilex Pro minimalizujú počet spojov vďaka dĺžke dodávaných kotúčov. Preto je riziko zlyhania pri realizácii doizolovania vonkajšieho plášťa výrazne znížené, niečo čo je pri oceľových predizolovanách potrubiach tak dôležité. Celé 1 400m dlhé potrubie bolo spojené iba ôsmimi spojkami, čo je výrazne menej v porovnaní so 180 doizolovaniami, ktoré by boli potrebné pri bežnom oceľovom predizolovanom potrubí na to, aby sa mohli obísť všetky prekážky. Realizácia rekonštrukcie rozvodov bola dokončená podľa požiadavky do jedného týždňa. Samotná pokládka by bola spravená rýchlejšie, ak by sa nebol predĺžil potrebný čas na výkopové práce, kvôli nepredvídateľným prekážkam.

Obr. 3

4. ZÁVER

Napriek vyšším nákladom na materiál pre vybrané flexibilné predizolované potrubia, je to s porovnaním alternatívneho riešenia s bežným oceľovým predizolovaným potrubím v celkových investičných nákladoch lacnejšie riešenie. Ušetrilo sa veľa času a nákladov na výkopové práce vďaka tomu, že nebolo nutné robiť násobne väčšie množstvo zvarov a doizolovaní na mieste.

PROBLEMATIKA NÁVRHOV SYSTÉMOV NA SPÄTNÉ ZÍSKAVANIE TEPLA

prof. RNDr. Milan Malcho, PhD.
Ing. Stanislav Gavlas, PhD.
Ing. Richard Lenhard, PhD.
Ing. Katarína Kaduchová, PhD.
Ing. David Hečko
Strojnícka fakulta,
Žilinská univerzita v Žiline
Katedra energetickej techniky
Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina
e-mail: milan.malcho@fstroj.uniza.sk

Abstrakt
Pre ďalší rozvoj technológií a pre zabezpečenie primeranej kvality životného prostredia je potrebné zvyšovať aj energetickú efektívnosť technologických procesov využívaním nízko- a stredne potenciálnych energetických zdrojov odpadového tepla. Ako nevyhnutný sa ukázal trend v intenzívnejšom využívaní obnoviteľných, ekologicky prijateľných zdrojov energie a racionalizácie spotreby energií hlavne v tých odvetviach priemyslu, poľnohospodárstva a komunálnej sféry, ktoré sú typické vysokou energetickou náročnosťou (metalurgické a keramické technológie, procesy sušenia, vykurovanie a chladenie a pod.). Hoci ekonomicky najvýhodnejšie sa javia vysokoteplotné zdroje s možnosťou využitia citeľného tepla, existuje vysoký energetický potenciál aj pri nízkoteplotných hlavne sušiacich technológiách s možnosťou spätného zisku tepla latentného. Na základe vlastnej výskumnej činnosti autori poukazujú na obmedzenia pre nasadenie štandardných výmenníkov tepla a na špecifiká niektorých technológií.

1. ÚVOD

Pomerne málo využívanú skupinu zdrojov energie tvoria i v súčasnosti energeticky využiteľné odpady, ktoré vznikajú ako vedľajšie produkty najmä v priemyselnej, poľnohospodárskej výrobe, ale aj v iných odvetviach. Sú to priemyselné odpadové teplá, chemicky viazaná energia priemyselných, komunálnych a bytových odpadov, ktoré majú charakter palív, chemicky viazaná energia v odpadoch rastlinného a živočíšneho pôvodu – charakter biomasy, iné energetické odpady, napr. potenciálna energia stlačených plynov a mechanická energia.

Priemyselné odpadové teplo, ktoré vzniká v rôznych technologických procesoch priemyselnej a energetickej výroby, je najdôležitejším druhotným energetickým zdrojom. S rastom cien energie sa ekonomickejším stáva aj jej spätné získavanie tepla z nízkopotenciálneho

odpadového vzduchu. Z rôznych možností je v súčasnej dobe u nás najschodnejšie spätné získavanie tepla z odpadového vzduchu a spalín využitím rekuperačných výmenníkov tepla.

Značným obmedzením ich aplikácií v technologických procesoch je znečistenie odpadového vzduchu lepivým prachom alebo kondenzátom, ktoré môže podstatne znížiť tepelnú efektívnosť, alebo aj vyradiť zariadenia na spätné získavanie tepla z činnosti.

2. ZDROJE ODPADOVÉHO TEPLA V TECHNOLOGICKÝCH PROCESOCH

V priemyselných technológiách dochádza často k masívnym tokom odpadového nízko- a stredne potenciálneho tepla. Tieto zdroje tepla je možné vo vhodných utilizačných zariadeniach spätne využívať ako druhotné energetické zdroje (DEZ) najvýhodnejšie v tých technológiách, ktoré ho produkujú. Druhotné energetické zdroje tak obecne prispievajú k znižovaniu spotreby palív a energie. Niekedy v technologických procesoch, ktoré odpadové teplo produkujú, sa ale nevyužívajú, pretože ich parametre sú pre pôvodnú technológiu nevhodné. Tieto však môžu byť zdrojom energie pre iné zariadenia, v ktorých môžu úplne alebo čiastočne nahradiť palivo alebo energiu.

Jednou z ciest, ako znižovať náklady na tepelnú energiu je jej spätné získavanie z odpadového tepla prostredníctvom výmenníkov tepla rôznej konštrukcie, ktorá závisí od danej aplikácie. Technické riešenie DEZ je vo väčšine prípadov v podstate vždy možné, pri praktickom riešení však ich využitiu často bráni ekonomická náročnosť riešenia.

Množstvo energie v DEZ je dané súčinom kvalitatívneho a kvantitatívneho ukazovateľa. Kvantitatívny ukazovateľ je množstvo nositeľa energie, kvalitatívny ukazovateľ je koncentrácia energie v jednotke množstva (hmotnosti alebo objemu).

Z hľadiska pomeru medzi kvalitatívnym a kvantitatívnym ukazovateľom rozoznávame:

- **nízkopotenciálne energie,**
- **energie stredného potenciálu a**
- **energie s vysokým potenciálom.**

Pri technicko-ekonomickom posúdení využitia DEZ je potrebné uvažovať hlavne tieto ukazovatele:

- ***Výška energetickej hladiny***

Je charakterizovaná pri citeľnom odpadovom teple teplotou a pri potenciálnej energii tlakom. V zásade pri využívaní citeľného odpadového tepla by nemala teplota spalín používaných napr. pre výrobu pary klesnúť pod 450 °C.

Pravidelnosť výskytu DEZ

Tento ukazovateľ je veľmi významný, pretože pre nepravidelný výskyt sa ťažko hľadá vhodné miesto pre odber resp. využitie tepla.

Technická obťažnosť zužitkovania DEZ

Technické riešenia sú v niektorých prípadoch veľmi obtiažne a vyžadujú si značné investičné náklady. Riešenia sú v podstate vždy originálne, know-how často neúmerne drahé a v podstate objektívne technicko-ekonomické posúdenia bez meraní komplikovane dostupné.

- ***Použiteľnosť získanej energie***

Je typickým problémom vo väčšine našich priemyselných prevádzkach, pretože DEZ bývajú v podstate väčšie, ako sú ich možnosti pre ich využitie vo výrobe, prípadne v závode.

Okrem vyššie spomenutých ukazovateľov pre úspešnú aplikáciu návrhu systému na spätné získavanie tepla je potrebné splniť aj ďalšie podmienky dané

- ***technickými možnosťami realizovateľnosti navrhovaného riešenia,***

- ***ekonomickými ukazovateľmi počas využívania zariadenia a***
- ***požiadavkami na životné prostredie.***

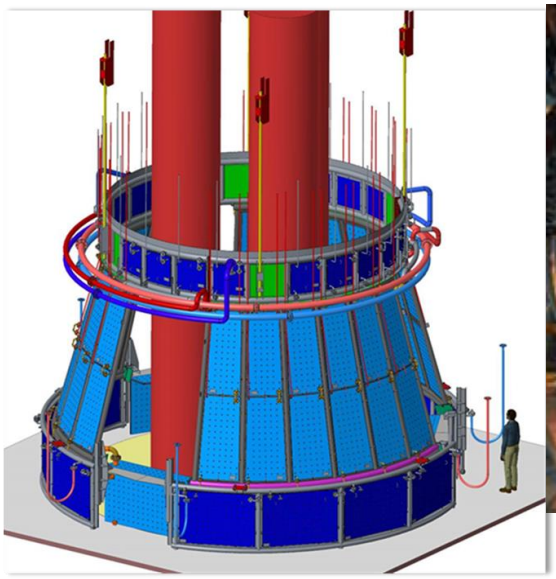
Pri využívaní DEZ by mala platiť ekonomická zásada, že získaná energia pri uvážení všetkých nákladových položiek musí byť ekonomicky efektívnejšia ako energia z iného zdroja. Možnosti spätného získavania tepla z procesu výroby a jeho následné využitie je problematika so širokým spektrom úloh, ktoré je potrebné pre úspešný návrh DEZ vyriešiť komplexne.

3. APLIKÁCIE SPÄTNÉHO ZÍSKAVANIA TEPLA Z VYSOKO POTENCIÁLNEHO TEPLA

Pri výrobe ferosilícia (FeSi) v EOP vznikajú ako vedľajšie produkty kremičité úlety, ktoré sú tvorené kondenzáciou pár oxidu kremičitého vychádzajúcich z oblasti elektrického oblúka EOP. Úlety sú veľmi jemné častice pravidelného guľového tvaru a hladkého povrchu. Kremičitý úlet má výborné tepelnoizolačné vlastnosti ($\lambda \leq 0{,}04\ W.m^{-1}.K^{-1}$) a výraznú schopnosť usadzovania na stene potrubí a výmenníkov tepla. Tieto vlastnosti spalín komplikujú výrazným spôsobom riešenia využitia DEZ zo spalín EOP.

Vsádzka produkuje teplo hlavne vyžarovaním spalín do okolia, najmä do odsávacieho klobúka, a to nestacionárne a nehomogénne. Steny pece sú tak vystavené tepelnému žiareniu horiacej vsádzky a unikajúcim spalinám. Model možného riešenia odsávacieho klobúka s inštalovanými výmenníkmi tepla je uvedený na obr. č. 1. Tepelné zisky z horiacej vsádzky je možné určiť na základe meraní, počítačovou simuláciou alebo matematickým modelovaním prenosu tepla.

Zariadenie je vyvinuté a skonštruované účelovo pre použitie v danom závode. Je zostavené z klobúka pece, dverných clôn a prstenca (obr. č. 2).



Obr. 1 Návrh systému na spätné získavanie tepla z klobúka EOP – 3D

Obr. 2 Výmenníky tepla na spätné získavanie tepla z klobúka EOP – realizácia 1. etapy

Klobúk pece je navrhnutý ako tlaková nádoba rozdelená na tri nezávislé segmenty. Numerické simulácie transportu tepla v EOP pri zjednodušenej geometrii nezaneseného plášťa pece ukázali, že z celého klobúka pece EOP23 je možné odviesť do teplonosného média – teplá voda – celkový tepelný výkon cca 2,4 MW.

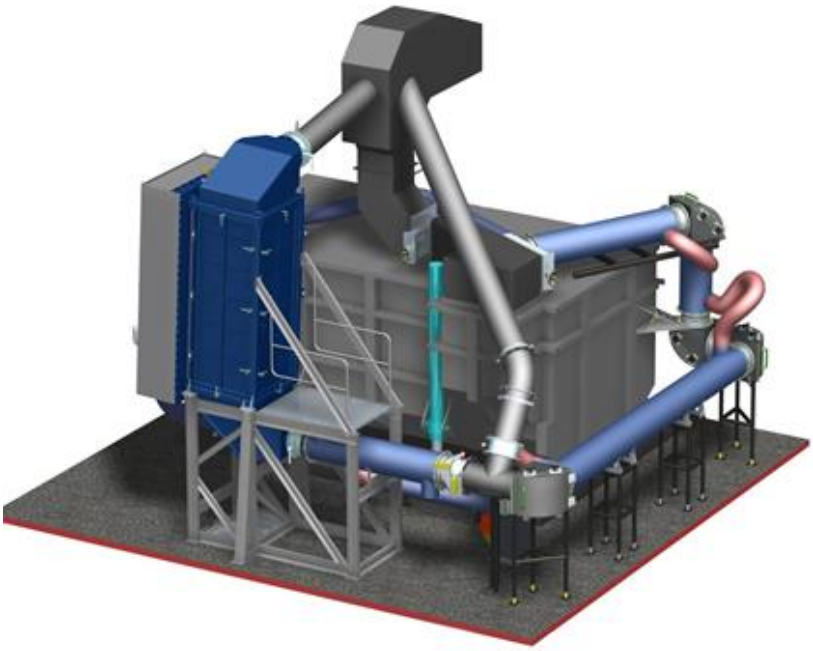
4. VYUŽITIE ENERGETICKÉHO POTENCIÁLU ODPADOVÉHO TEPLA STREDNÉHO POTENCIÁLU PRI ČASOVO NESPOJITÝCH PROCESOCH

Výroba elektroporcelánu je technologicky náročný proces, ktorý si vyžaduje nadštandardné požiadavky na technologické teploty. Vypaľovacia krivka je zložitá a závisí od druhu vypaľovaných výrobkov, glazúr a hmoty. Maximálna teplota výpalu je cca 1 300 °C.

Na základe údajov o technologickom procese bol konštrukčne navrhnutý výmenník tepla (VT), pričom sa vychádzalo z matematického modelu, ktorý bol vytvorený pomocou teórie podobnosti. Výmenník je zložený z rúrkovnice a plášťa, ktorý je tvorený membránovými stenami (obr. č. 3), čím je riešený hlavne prenos tepla žiarením zo spalín do stien a súčasne je vyriešené aj chladenie stien. Súčasťou výmenníka je aj jeho obtok (bypass), cez ktorý sú spaliny po ich dochladení cez klapku napojené na absorbér fluóru.

Na spätné získavanie tepla zo spalín ustaľovacej pece na tavenie sekundárneho hliníka bola navrhnutá sústava výmenníkov tepla (obr. č. 4) na predohrev spaľovacieho vzduchu a na ohrev teplej vody pre vykurovací systém firmy.

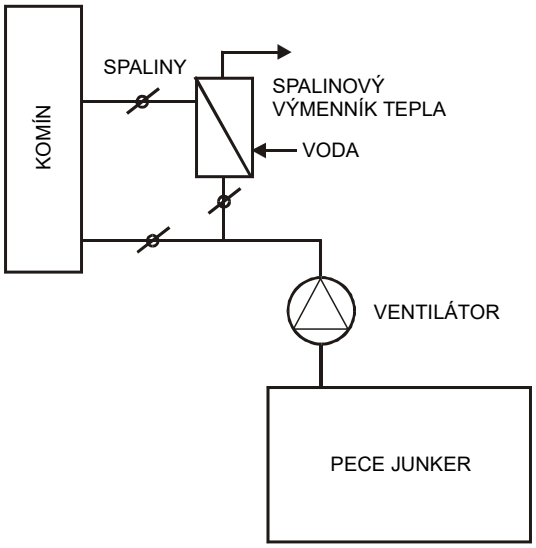
Obr. 3 Membránové steny VT



Obr. 4 Výmenníky tepla na taviacom agregáte sekundárneho hliníka

Pre spätné získavanie tepla zo spalín pecí na ohrev kovových tyčí sú vzhľadom na nízky obsah pevného úletu vhodné rúrkové výmenníky spaliny – voda. Pre vypočítané tepelné výkony obsiahnuté v spalinách (615 kW), objem spalín (10 430 m^3/hod) a teplotu spalín 350 °C bol navrhnutý na základe matematického modelu rúrkový výmenník tepla spaliny – voda o výkone 430 kW. Výmenník pozostáva zo segmentov rúrkovnice, nosného skeletu, oplášteniа a napojenia na potrubie prívodu spalín a odťah do komína.

Veľkou výhodou tohto systému je možnosť umiestnenia získaného tepla v technológii, ktorá ho produkuje (ohrev pracovných kvapalín).

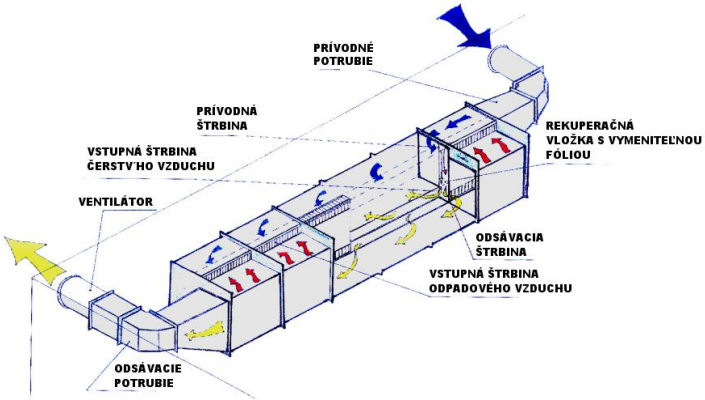


Obr. 5 Schéma usporiadania systému spätného získavania tepla

Obr. 6 Realizácia systému spätného získavania tepla z ohrievacích pecí JUNKER

5. MOŽNOSTI APLIKÁCIE VÝMENNÍKOV TEPLA NA SPÄTNÉ ZÍSKAVANIE NÍZKOPOTENCIÁLNEHO TEPLA

Niektoré ďalšie analýzy tepelných technologických procesov ukazujú na ďalšie možností využitia masívnych zdrojov hlavne nízko potenciálneho odpadového tepla pri sušiacich procesoch a pri vetraní priemyselných hál. Typickým prípadom sú technológie sušenia. Problémy pri riešení spôsobujú malé rozdiely teplôt medzi privádzaným a odvádzaným vzduchom, nízky súčiniteľ prestupu tepla zo vzduchu a zvýšenie tlakových strát inštaláciou zariadení na spätné získavanie tepla. Regeneračné výmenníky sú v tejto oblasti neaplikovateľné, pretože škodliviny a vlhkosť by sa dostávali aj do nasávaného vzduchu, čím by sa znižovala účinnosť sušenia. Tepelné trubice tomuto efektu kontaminácie čerstvého vzduchu zabraňujú, pretože nasávaný a odvádzaný vzduch môžeme od seba izolovať. Doterajšie experimentálne skúsenosti potvrdili, že sú možnosti reálneho použitia tepelných trubíc s uzavretou slučkou na spätné získavanie tepla v znečistenom prostredí. Sú však podmienené ich konštrukciou vhodnou pre čistenie.



Obr. 7 Výmenník tepla vzduch – vzduch s polykarbonátovými vložkami

Z hľadiska čistiteľnosti teplo-výmenných plôch a rozsahu teplôt teplonosných médií (20 °C až 120 °C) sa ukázal ako veľmi vhodný materiál teplovýmenných plôch polykarbonát vo forme polykarbonátových dosiek, ktoré umožňujú aj doskorebrové kombinácie teplovýmenných plôch (obr. č. 7). Získané experimentálne výsledky a kriteriálne rovnice ukazujú, že pri usporiadaní prúdov, aké sú v reálnych konštrukciách, nemožno používať štandardný teoretický model pre výmenník, ale je potrebné aplikovať aj programové systémy, ktoré riešia dané problémy pomocou CFD metód.

6. ZÁVER

Hoci ekonomicky najvýhodnejšie sa javia vysoko teplotné zdroje s možnosťou využitia citeľného tepla, existuje veľký energetický potenciál aj pri nízkoteplotných hlavne sušiacich technológiách s možnosťou spätného zisku tepla latentného. Z realizovaných analýz nasadenia systémov pre spätné získavanie tepla je možno vidieť, pri veľkých objemových prietokoch je možné získať aj z nízko potenciálneho tepla značné energetické zisky. Medzi najdôležitejšie faktory ovplyvňujúce efektívnosť získavania spätného tepla patrí proces zanášania teplovýmenných plôch výmenníkov, keďže takmer vždy je odpadový vzduch alebo spaliny značne znečistený rôznymi druhmi úletov. Ak sa podarí vyriešiť tento problém zanášania tak, že údržba a čistenie systému vychádza v dostatočne dlhých periódach, potom je tento systém vysoko efektívny a umožňuje podstatným spôsobom znížiť energetickú náročnosť daného technologického procesu.

Získané výsledky tiež ukázali, že pri realizáciách výmenníkov a aj celých systémov na spätné získavanie tepla bude potrebné pri ich optimálnom návrhu použiť spoľahlivé teoretické resp. numerické modely z oblasti prenosových javov (FLUENT, ANSYS,...) pri rôznych konštrukčných a priestorových obmedzeniach daných technologickým procesom. Teploty vstupných médií do výmenníka tepla a objemové prietoky je potrebné verifikovať meraním a vykonaním vstupného energetického auditu.

Teoretické a experimentálne práce jednoznačne ukázali, že použitie takto navrhnutých systémov výmenníkov tepla v technickej praxi, kde je reálny potenciál tepla znečisteného vzduchu a spalín, je možné a ekonomicky výhodné. Získaná energia je energia čistá, ktorá sa nemusí vyrábať z primárnych zdrojov.

Poďakovanie
Príspevok vznikol v rámci riešenia projektov: APVV-15-0778 „Limity radiačného a konvekčného chladenia cez fázové zmeny pracovnej látky v slučkovom termosifóne“, APVV-17-0311 „Výskum a vývoj bezodpadovej technológie pre dekompozíciu a selekciu nežiaducich zložiek z procesného plynu generovaného splynovacím zariadením“, VEGA 1/0738/18 „Optimalizácia energetických vstupov pre rýchle generovanie hydrátov zemného plynu a biometánu na akumuláciu vysokopotenciálnej primárnej energie“.

Literatúra

[1] MALCHO, M. – JANDAČKA, J. – LENHARD, R. – GAVLAS, S. – OCHODEK, T. Numerical simulation of heat transport from the electric arc furnace to the heat recovery system. In: Communications : scientific letters of the University of Žilina. - ISSN 1335-4205. - Vol. 18, no. 1A (2016), s. 115-121.

[2] MALCHO, M. – GAVLAS, S. – PAPUČÍK, Š. – KADUCHOVÁ, K. Spätné získavanie tepla z technologických procesov. EDIS, 2018, ISBN 978-80-554-1415-7.

[3] GAVLAS, S. – MALCHO, M. – NOSEK, R. Utilization of waste heat in the steel industryIn. In: REMOO-2015: the 5th international conference & workshop “Technological, Modelling and Experimental Achievements in Energy Generation Systems” : proceeding : Budva, Montenegro 23-24 September. - Erlangen: Verlag e.K., 2015. - ISBN 978-3-9816624-7-4. -[6] s.

IV. SEKCIA

KOGENERAČNÉ ZDROJE ENERGIE

vedie: prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.

- *Jozef Šoltés*
- *Miroslav Rimár, Milan Abraham, Marcel Fedák, Andrii Kulikov, Jakub Váhovský*
- *Marcel Hrobárik*
- *Radovan Illith, Viera Hricová*
- *Peter Ďurčanský*
- *František Urban, František Ridzoň, Peter Mlynár*
- *Marek Patsch, Peter Ďurčanský, Jozef Jandačka*

NOVÉ EMISNÉ LIMITY A PREVÁDZKA KOGENERAČNÝCH JEDNOTIEK

Dr. Ing. Jozef Šoltés, CSc.
Národná energetická spoločnosť
Zvolenská cesta 1
974 05 Banská Bystrica
e-mail: jozef.soltes@nesbb.sk

Abstrakt
Ostatná novelizácia vyhlášky MŽP SR č. 410/2012 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší nadobudla účinnosť 19.12.2017. Novelizáciou bola implementovaná Smernica 2015/2193/EÚ o obmedzení emisií určitých znečisťujúcich látok do ovzdušia zo stredne veľkých spaľovacích zariadení (v našich právnych predpisoch je označenie „ väčšie stredné spaľovacie zariadenia"). Podstatné sprísnenie niektorých emisných limitov platné pre ***nové*** *stredne veľké zariadenia prináša značné problémy pre prevádzkovateľov ako aj dodávateľov týchto zariadení z pohľadu dodržiavania stanovených EL.*

1. ÚVOD

Smernica 2015/2193/EÚ o obmedzení emisií určitých znečisťujúcich látok do ovzdušia zo stredne veľkých spaľovacích zariadení t. j. spaľovacie zariadenia s menovitým tepelným príkonom (MPT) ≥ 1 MW a < 50 MW upravila hodnoty emisných limitov pre vybrané znečisťujúce látky a dotknuté spaľovacie zariadenia. Predmetná smernica bola implementovaná do novely vyhlášky MŽP SR č. 410/2012 Z. z. Vyhláška priniesla podstatné sprísnenie emisných limitov (EL) pre niektoré znečisťujúce látky (ZL) vo vybratých kategóriách palív resp. spaľovacích zariadení. V nasledujúcich článkoch sú porovnané hodnoty EL **nových** stredne veľkých spaľovacích zariadení a **jestvujúcich** stredne veľkých spaľovacích zariadení.

2. EMISNÉ LIMITY

Členenie väčších stredných spaľovacích zariadení vo vzťahu k uplatňovaniu emisných limitov

Jestvujúce zariadenie	Spaľovacie zariadenie a) uvedené do prevádzky pred **20. decembrom 2018** alebo b) spaľovacie zariadenie, ktoré je povolené pred **19. decembrom 2017**, ak je uvedené do prevádzky najneskôr **20. decembra 2018**
Nové zariadenie	Spaľovacie zariadenie iné ako jestvujúce zariadenie

Emisné limity pre väčšie stredné spaľovacie zariadenia spaľujúce tuhé palivá, kvapalné palivá a plynné palivá - nové zariadenia

	Emisný limit [mg/m^3]				
	TZL	SO_2	NOX	CO	TOC
Nové zariadenia MTP ≥ 1 - 5 MW					
Tuhé palivá okrem biomasy	**50**	**400**	500	250	-
Biomasa	50	200[1])	*500*	250	20

Plynový olej	-	-	**200**	110	-
Iné kvapalné palivo	**50**	**350**	**300**	110	-
ZPN	-	-	**100**	50	-
Iné plynné palivo	-	35, 100[2]), 200[3]), 400[4])	200	100	-
Nové zariadenia s **MTP** > 5 MW					
Tuhé palivá okrem biomasy	20, 30[5])	400	300	150	-
Biomasa	20, 30[5])	200[1])	**300**	150, 250[6])	20
Plynový olej	-	-	200	110	-
Iné kvapalné palivo	20	**350**	300	110	-
ZPN	-	-	**100**	50	-
Iné plynné palivo	-	35, 100[2]), 200[3]), 400[4])	200	100	

vzťažný kyslík: tuhé palivá – 6%, kvapalné a plynné palivá – 3%

1) EL sa neuplatňuje pre zariadenia spaľujúce výlučne drevnú biomasu.

2) Platí pre spaľovanie bioplynu.

3) Platí pre spaľovanie nízkovýhrevných plynov z vysokých pecí v železiarskom a oceliarskom priemysle.

4) Platí pre spaľovanie nízkovýhrevných plynov z koksárenských pecí v železiarskom a oceliarskom priemysle.

5) Platí pre spaľovacie zariadenia s MTP ≤ 20 MW.

6) Platí pre spaľovanie slamy.

Emisné limity pre väčšie stredné spaľovacie zariadenia spaľujúce tuhé palivá, kvapalné palivá a plynné palivá - jestvujúce zariadenia

Palivo	**MTP**	**Emisný limit [mg/m³]**				
		TZL	SO_2	NOX	CO	TOC
Tuhé palivo okrem biomasy	≥1 ÷ <5	**100**	**700**	500	250	-
	≥5 ÷ <50	20	**700**	300	150	-
Biomasa	≥1 ÷ <5	**150**	-	*350*	250	20
	≥5 ÷ <10	**50**	-	*350*	150, 250[1])	20
	≥10 ÷ <50	20	-	**350**	150	20
Kvapalné palivá	≥1 ÷ <10	**20**	-	**350, 250[2])**	110	-
	≥10 ÷ <50		**850**			-
ZPN	≥1 ÷ <50	-	-	**120[3]), 150[4]), 200[5])**	50	-
Iné plynné palivo	≥1 ÷ <50	5	35	200	100	-

1)Platí pre spaľovanie slamy

[2])Platí pre plynový olej

[3]) Platí pre zariadenia s pretlakovými horákmi s teplotou teplonosného média < 200 °C (teplovodné, horúcovodné alebo parné kotly).

[4]) Platí pre zariadenia s pretlakovými horákmi s teplotou teplonosného média ≥ 200 °C (termoolejové alebo parné kotly).

[5]) Platí pre zariadenia s atmosférickými horákmi.

Emisné limity pre plynové turbíny - <u>nové zariadenia</u>

Podmienky platnosti EL	Štandardné stavové podmienky, suchý plyn, O_{2ref}: 15 % objemu			
	Pre plynové turbíny platia EL pri zaťažení > 70 %			
	Emisný limit [mg/m3]			
	TZL	**SO_2**	**NOX**	**CO**
Plynový olej	-	-	**75**	100
Iné kvapalné palivá	**10,20[1])**	**120**	**75**	100
ZPN	-	-	50	100
Iné plynné palivá	-	**15, 40[2])**	**75**	100

1) Platí pre zariadenia s MTP ≤ 5 MW.

2) Platí pre spaľovanie bioplynu.

Emisné limity pre plynové turbíny - jestvujúce zariadenia

MTP	Palivo	Emisný limit			
		TZL [mg/m^3]	SO_2 [mg/m^3]	NO_x [mg/m^3]	CO [mg/m^3]
< 20MW	plynné	-	-	**150[3])**	100
	kvapalné	všetky stavy: 4.°B	600[1])**	**200[3])**	100
≥ 20MW	plynné	-	-	**150[3])**	100
	kvapalné	trvalá prevádzka: 2.°B nábeh: 3.°B	600[1])**	**200[3])**	100

1) Pri spaľovaní plynového oleja alebo motorovej nafty s obsahom síry ≤ 0,1 % hmotnosti sa emisný limit na SO_2 neuplatňuje.
3) Emisné limity platia pre jednotlivé plynové turbíny s tepelnou účinnosťou ≤ 30 % vrátane. Pre plynové turbíny s účinnosťou > 30 % sa emisný limit koriguje vynásobením hodnotou podielu η/30, kde η je skutočná účinnosť v %.

Emisné limity pre piestové spaľovacie motory - nové zariadenia

Podmienky platnosti EL	Štandardné stavové podmienky, suchý plyn, O_{2ref}: 15 % objemu				
	Pre zariadenia v OPR pre motory platia osobitné EL pre NO_x, ak uplatňujú primárne opatrenia na znižovanie emisií NO_x a spĺňajú tieto emisné limity pre NO_x				
	Emisný limit [mg/m^3]				
	TZL	SO_2	NOX	CO	Formaldehyd
Plynový olej	-	-	**190,** 225[1])	250	25[2])
Iné kvapalné palivá	**10, 20[3])**	**120**	**190,** 225[1])[4])	250	25[2])
ZPN	-	-	**95,** 190[5])	250	25[2])
Iné plynné palivá	-	**15, 40[2])**	190	250	25[2])

1) Platí pre dvojpalivové motory v kvapalnom režime.
2) Platí pre spaľovanie bioplynu.
3) Platí pre zariadenia s MTP ≤ 5 MW.
4) Platí pre dieselové motory s celkovým MTP ≤ 20 MW s RPM ≤ 1 200 ot/min.
5) Platí pre dvojpalivové motory v plynnom režime.

Emisné limity pre piestové spaľovacie motory - jestvujúce zariadenia

Podmienky platnosti EL		Štandardné stavové podmienky, suchý plyn, $O_{2\,ref}$: 15 % objemu					
		Pre zariadenie používané výlučne na núdzovú prevádzku, ak je v prevádzke < 500 h/rok, sa emisné limity neuplatňujú.					
		Všeobecné emisné limity sa neuplatňujú okrem všeobecných emisných limitov pre tuhé anorganické znečisťujúce látky zaradené v 2. skupine, ktoré platia, ak je na účel dodržiavania emisných limitov pre TZL nainštalovaný odlučovať.					
Typy motorov		**MTP [MW]**		**Emisný limit [mg/m^3]**			
		od	**do**	**TZL**	**NO_x**	**CO**	**Formaldelhyd[1])**
Vznetové (dieselové) motory		≥ 0,3	< 3	**10[2]), 50[3])**	**380**	250	25
		≥ 3	< 5	**10[2]), 50[3])**	190	250	25
		≥ 5		**10[2])[5])**	190, 225[7])	250	25
Zážihové (plynové) motory		≥ 0,3	< 1	*10[2]), 50[3])*	190, 300[8])	250, 500[9])	25
		≥ 1		*10[2])[5])*	**190**	250	25
Dvojpalivové motory	Plynné palivá	≥ 1		*10[2])*	190	250	25
	Kvapalné palivá	≥ 1		10[5]), 50	225	250	25

1) Platí na spaľovanie bioplynu; pre zariadenia povolené do 1. januára 2013 platí od 1. januára 2016.
2) Platí na spaľovanie plynných palív v zariadeniach povolených od 1. januára 2014; pre ZPN z verejnej distribučnej siete a skvapalnené uhľovodíkové plyny sa špecifický emisný limit neuplatňuje.
3) Platí na spaľovanie kvapalných palív.
5) Platí pre zariadenia na spaľovanie kvapalných palív povolené od 1. januára 2014.
7) Platí pre motory s MTP (5 – 20) MW s otáčkami za minútu 1 200 spaľujúce ťažký vykurovací olej a kvapalné biopalivá/biooleje.

8) Platí pre dvojtaktné motory.

2.1. Komentár k uvedeným EL a porovnanie hodnôt pre nové a jestvujúce zariadenia

- Pre všetky EL uvedené v predchádzajúcich tabuľkách platí že:
  - pri EL označených žltou farbou boli pre nové zariadenia uvedené do prevádzky po 20. decembri 2018 významne sprísnené hodnoty EL,
  - pri EL označených modrou farbou boli pre nové zariadenia zmiernené hodnoty EL,
  - pri EL označených červenou farbou síce nedošlo ku zmene, ale dodržanie týchto EL je pre prevažnú väčšinu spaľovacích zariadení prakticky nerealizovateľné.
- Z pohľadu hodnôt EL pre nové resp. jestvujúce väčšie stredné spaľovacie zariadenia možno konštatovať, že dodržiavanie nových EL je problematické najmä u týchto ZL a spaľovacích zariadení:
  - kotly:
    - TZL – 50 mg/m^3 pre tuhé palivá – hodnotu je možné dosiahnuť len nasadením elektrofiltra alebo tkaninového filtra,
    - SO_2 - 400 mg/m^3 pre tuhé palivá – hodnotu je možné dosiahnuť len pre nízkosírnaté palivá, či vylučuje spaľovanie slovenského resp. českého uhlia bez použitia sekundárnych opatrení,
    - SO_2 - 350 mg/m^3 pre kvapalné palivá – hodnotu je možné dosiahnuť len pre nízkosírnaté palivá,
    - NOx - pri spaľovaní ZPN dochádza k sprísneniu požiadavky na EL (100 mg/m^3),
    - CO – pri spaľovaní slamy síce nedochádza ku zmene EL, ale dodržanie týchto EL je pre prevažnú väčšinu spaľovacích zariadení nerealizovateľné,
  - spaľovacie turbíny:
    - NOx – pre všetky palivá dochádza k sprísneniu požiadavky na EL,
    - SO_2 – pre všetky palivá dochádza k sprísneniu požiadavky na EL,
  - spaľovacie motory:
    - podstatným sprísnením je najmä hodnota EL pre NOx pri spaľovaní ZPN; uvedenú hodnotu je možné dosiahnuť inštalovaním sekundárnych opatrení (DENOX).

3. ZÁVER

Novelizácia vyhlášky MŽP SR č. 410/2012 Z. z., ako aj vyhlášky MŽP SR č. 411/2012 Z. z. má nasledujúce dopady na energetiku SR:

- zvýšenie nárokov na investície v dôsledku inštalácie zariadení na zníženie emisií (tkaninové filtre, elektrofiltre, desox, denox, zmena palivovej základne, atď.) pri inštalovaní nových spaľovacích zariadení spĺňajúcich nové hodnoty EL,
- nárast prevádzkových nákladov,
- zníženie konkurencieschopnosti výrobcov tepla značným nárastom ceny tepla; uvedené môže viesť k zvýšeniu požiadaviek na odpájanie sa od CZT,
- zvýšenie produkcie CO_2 v dôsledku inštalácie dodatočných zariadení na zníženie emisií (napr. tkaninové filtre – vyššia spotreba elektriny na pohon ventilátorov),
- potreba aplikácie sekundárnych opatrení na zníženie produkcie CO_2.

Literatúra

[1] Zákon č. 293/2017 Z. z., ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 137/2010 Z. z. o ovzduší v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony

[2] Vyhláška MŽP SR č. 315/2017 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška MŽP SR č. 410/201)2 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o ovzduší v znení neskorších predpisov

[3] Vyhláška MŽP SR č. 316/2017 Z. z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhl. MŽP SR č. 411/2012 Z. z. o monitorovaní emisií zo stacionárnych zdrojov znečisťovania ovzdušia a kvality ovzdušia v ich okolí

METÓDY ZVYŠOVANIA ÚČINNOSTI ENERGETICKÝCH ZARIADENÍ NA BÁZE KOGENERÁCIE

prof. Ing. Miroslav Rimár, CSc.
Ing. Milan Abraham
Ing. Marcel Fedák, PhD.
Ing. Andrii Kulikov, PhD.
Ing. Jakub Váhovský
Fakulta výrobných technológii so sídlom v Prešove
Štúrova 1, 08101 Prešov
e-mail: milan.abraham@tuke.sk

Abstrakt
Hodnotenie charakteristík priebehu prevádzky zariadenia má množstvo typov a to v závislosti na sledovaných parametroch. Časť predloženého príspevku sa zaoberá kreovaním modelu kogeneračnej jednotky umožňujúcej monitorovanie spalinových ciest vo vzťahu k produkcii znečisťujúcich látok a to nedeštruktívnym spôsobom. V takomto prípade nedeštruktívneho monitorovania a zásahov do objektu napredujú vo významnej miere využívanie tzv. virtuálnych laboratórií. Priorita kladená v tomto príspevku je fokusovaná na správnosť činnosti existujúceho systému v prípade integrácie externého zariadenia do už existujúcej spalinovej dráhy a následná analýza ovplyvniteľnosti ďalšieho priebehu častíc spalín.

1. ÚVOD

Integrácia obnoviteľných zdrojov energie a systém kogenerácie na základe zákona č. 309/2009 Z. z. sa stáva dôležitejšou súčasťou produkcie energie[1]. Implementácia smernice Európskeho parlamentu a rady 2004/8/ES je nevyhnutným článkom rozvoja vnútorného trhu s energiou[2]. V rámci ďalšieho progresu je dôraz kladený predovšetkým na podporu kogenerácie založenej na dopyte po využiteľnom teple. Navrhnuté systémy kogenerácie sú zoptimalizované podľa ekonomických a energetických požiadaviek s ohľadom na environmentálne kritériá. Sústavy sú riadené prostredníctvom mikroprocesorov, ktoré sú podmienené aktuálnou potrebou energií. Hlavnou myšlienkou inštalácie kogeneračných jednotiek je znížiť náklady na primárne energie, znižovanie znečistenia a zvýšenie účinnosti integráciou obnoviteľných zdrojov energie. Najvýznamnejšie hodnotenie charakteristík v rámci prevádzky kogenerácie je sledovanie samotných parametrov kogeneračnej jednotky. Tieto charakteristiky sú zvyčajne monitorované autonómnym riadiacim systémom, ktorý umožňuje on-line prístup k meraným údajom. Avšak dané merania sú zamerané na udržanie požadovaných výstupných energetických veličín. Meranie produktov spaľovania je realizované rovnakou metodikou ako pri konvenčných zdrojoch tepla[6]. V praxi sú využívané vo významnej miere diskrétne spôsoby merania a to za účelom hodnotenia dodržiavania legislatívnych limitov. V oblasti optimalizácie procesu sú zase využívané

kontinuálne merania, umožňujúce sledovanie dlhých časových úsekov a ich spätné hodnotenie. Využitie takéhoto spôsobu merania je však z hľadiska tvorby komparačných meraní náročné pretože veľmi často neumožňuje meranie na viacerých zariadeniach súčasne. Jednou z možností je využitie tzv. virtuálnych laboratórií. Časť predloženého príspevku sa zaoberá kreovaním modelu kogeneračnej jednotky umožňujúcej monitorovanie spalinových ciest vo vzťahu k produkcii znečisťujúcich látok a to nielen k zariadeniu, ale aj k okoliu inštalácie. Simulácia umožňuje meniť vstupné a prevádzkové podmienky, inštalovať rôzne prvky ako sú výmenníky, chladiče, ohrievače, turbokompresory a iné zariadenia a sledovanie ich vplyvu na konkrétne zlepšenie už existujúceho systému[9]. Takto je možné zabezpečiť zvýšenie účinnosti energetického zariadenia[5]. Na softvérové simulácie a prezentáciu výpočtových analýz bol využitý softvér ANSYS 19.0. Simulačné softvéry v dnešnej dobe poskytujú často krát dokonalý model priebehu aktuálneho riešeného technického aspektu.[10]

2. MATERIÁL A METÓDY

Návrh predstavuje integračné prepojenie s už jestvujúcim systémom centrálnej prípravy TÚV, zásobovania teplom a elektrickou energiou. Je vykonaná virtualizácia zariadenia v simulačnom prostredí a to vo vzťahu interakcie k vonkajšiemu prostrediu. V porovnaní s konvenčnými spôsobmi výroby elektrickej energie, kde teplo vzniknuté pri výrobe elektrickej energie je chápané ako odpadové teplo, kogeneračná jednotka takto produkované odpadové teplo umožňuje využiť ako zdroj vykurovacej energie alebo tepla na prípravu TÚV. Oproti konvenčným spôsobom výroby elektrickej energie, kde v tepelných elektrárňach sa účinnosť pohybuje na úrovni cca 30%, resp. v paroplynových cykloch, kde je účinnosť dosahovaná na úrovni 50 – 60 %, KVET technológia umožňuje využiť energiu paliva s účinnosťou v rozmedzí 80-90%. Z hľadiska energetickej efektívnosti je v príspevku hodnotená KVET a to vo vzťahu k možnosti využitia potenciálu spalín a to ku kumulovanej produkcii kombinovanej energie[8]. Sledované obdobie predstavuje zimnú prevádzku reprezentovanú januárom a letnú prevádzku augustom a to za roky 2015 až 2018.
Hodnotená kogeneračná jednotka je určená na prípravu teplej vody v systéme CZT. Samotná kogeneračná jednotka sa skladá z plynového spaľovacieho motora MWM/TCG 2016 V12C s generátorom, ktorý poskytuje 600kW elektrického a 650kW tepelného menovitého výkonu[9]. Pre kreovanie modelu prúdenia spalín je potrebné vykonať analýzu charakterizujúcu ich kvantitatívno kvalitatívne parametre. Jednou z možností je vykonanie krátkodobých, respektíve dlhodobých kontinuálnych meraní. Výhodou tohto spôsobu je presné stanovenie hodnôt[5][7]. Z hľadiska dlhodobého hodnotenia je možné vychádzať aj z teoretických výpočtov za predpokladu dokonalého spaľovania plynného paliva. V tomto prípade metodika umožňuje na základe dlhodobého hodnotenia vstupných vlastností paliva a objemov jeho spotreby stanovovať ekvivalentne teoretické množstvá spalín a ich jednotlivých zložiek. Ako uvádza [4] Rosin a Fehling na základe pokusov zistili, že spálením fyzikálne a chemicky značne odlišných palív vznikajú spaliny, ktorých zloženie sa veľmi málo odlišuje. Ďalej je možné konštatovať, že na základe ich zistení existuje lineárna závislosť medzi vzniknutým množstvom spalín, výhrevnosťou paliva a spotrebou vzduchu. Takto stanovené hodnoty umožňujú spresnenie vstupných údajov využívaných pre definovanie navrhnutého modelu. Vzhľadom na charakter simulačného nástroja, ktorý umožňuje simulovať samotný spaľovací proces a na základe toho sledovať aj priebehy samotného toku a množstva spalín v spalinovej ceste[4]. Na ich verifikáciu bolo vykonané meranie (tab.1) pre dva výkonové stavy a to cca 60% a cca 100%. Meranie bolo realizované pomocou zariadenia Testo 350 S.

Tabuľka 1 Meranie Testo 350 S

výkon [%]	tep. spalín [°C]	kyslík [%]	CO [ppm]	CO_2 [%]	NO [ppm]	NOx [ppm]	H_2 [ppm]	rosný bod [°C]	O_2 vzt [%]	lambda	eta [%]
58	149,5	9,51	7	6,51	138	145	1	49,5	3	1,83	93,5
98,8	162,1	9,84	17	6,32	122	128	2	49	3	1,88	92,7

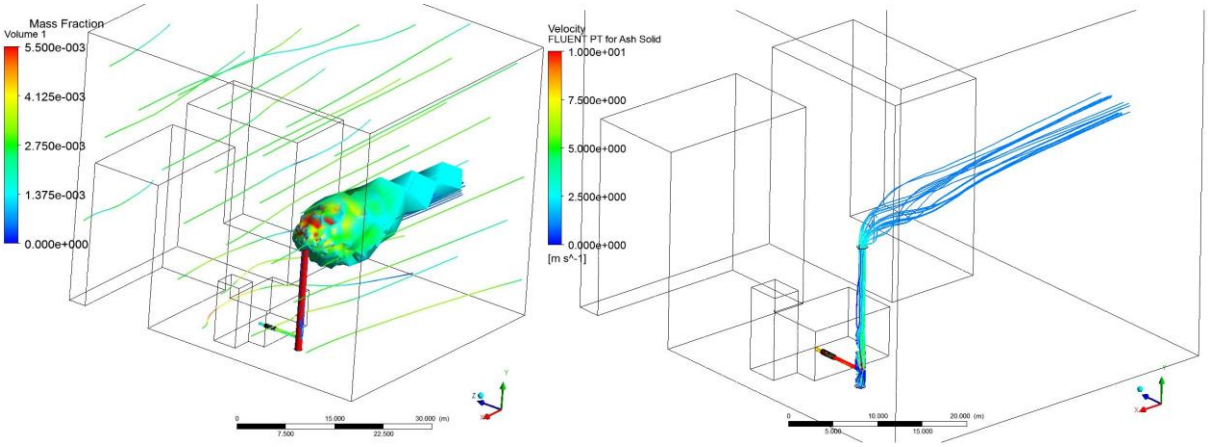
Na základe vyhodnotenia realizovaných meraní bol navrhnutý model riešenia, ktorého súčasťou je simulácia samotného priebehu v spalinovej dráhe kogeneračnej jednotky.

3. MODEL NÁVRHU RIEŠENIA

Model riešenia pozostáva zo sériovo umiestneného nového výmenníka v spalinovej ceste. Úlohou tohto výmenníka je zvýšenie energetickej účinnosti systému ako celku. Na základe vykonanej analýzy uvedenej v predchádzajúcej kapitole je možné stanoviť kvantitatívne parametre spalín, ktoré slúžia ako vstupné údaje pre riešený model. Priemerný tok spalín predstavuje po prepočte na normálne podmienky tlaku 1180m^3.hod^{-1}. Priemerná hodnota teploty spalín vstupujúcich do spalinovej cesty je 440°C. V súčasnosti je v spalinovej ceste inštalovaný rúrkový výmenník. Po prechode spalín daným výmenníkom je ich priemerná teplota cca 160°C. Simulačné riešenie hodnotí výmenníky so spádom 440/80 °C. Potrebná teoretická teplota spalín v spalinovej ceste by nemala klesnúť pod teplotu definovanú rosným bodom spalín (rosný bod stanovený meraním viď tab.1). To znamená, že dostupný tepelný spád pre ďalšie energetické využitie predstavuje hodnotu ΔT 80K resp. ΔT 360K pre tandemové zapojenie výmenníkov. Uvažovaná stredná merná tepelná kapacita spalín c_{s100K}=1,377kJ.m^{-3}.K^{-1} c_{s200K}=1,388kJ.m^{-3}.K^{-1}

Výsledok modelu KVET pre teoretický tepelný výkon spalín pre priemerne hodnoty pri stanovených podmienkach je rovný Pk=36,46kW. Následne denný teoretický zisk predstavuje 875,18kWh/deň resp. 27,13MWh/mesiac. Z hľadiska zimnej prevádzky je výkon spalín stanovený na Pk=41,37kW.

Následne denný teoretický zisk v danom type prevádzky predstavuje 992,95kWh/deň resp. 30,78MWh/mesiac. Letná prevádzka Pk=31,56kW, čo v prepočte predstavuje 757,40 kWh/deň a 23,48 MWh/mesiac.



Obr. 1 Simulačné riešenie modelu spalinovej cesty

Na zobrazenom modely je možné vidieť detailný priebeh a monitorovanie spalinovej cesty vo vzťahu k produkcii znečisťujúcich látok. Na podrobnú analýzu bol zvolený ročný interval 2015-2018 a to konkrétne mesiace január/august. Kreovaný model kogeneračnej jednotky umožňuje bližšiu analýzu a nedeštruktívny spôsob prezentácie spalinovej dráhy a jej online monitorovanie na základe matematických prepočtov a možnostiach virtuálneho laboratória. Na základe výsledkov simulácií a analýz vyplýva, že je možné zvýšiť účinnosť inštalovanej kogeneračnej jednotky integráciou externého zariadenia v spalinovej dráhe, ktorá neovplyvní ďalší priebeh procesu. V tomto konkrétnom prípade je to integrácia kondenzačného výmenníka pred vstupom do komína. Vstupná teplota do navrhovaného výmenníka predstavuje cca. 160°C pričom potenciál tejto v súčasnosti odpadovej energie je možné využiť napríklad na predohrev nasávaného vzduchu v zimnom období.

4. ZÁVER

Z porovnania vyplýva, že pre zvolený tepelný spád 80K predstavuje teoretický energetický zisk približne 31MWh/mesiac a to pre zimnú prevádzku, čo predstavuje energetický nárast o cca 7,6%. Letná prevádzka umožňuje navýšenie energetického potenciálu v priemere o 23,5 MWh. Tento rozdiel je spôsobený charakterom využitia tepla v letnom období. Simulačný model potvrdil možnosť realizácie daného riešenia umiestnenia výkonovo vhodnejšieho výmenníka do spalinovej cesty. Výsledky poukazujú na zachovanie si dostatočných kinetických vlastnosti spalín aj po prechode prekážkou tvorenou konštrukciu výmenníka.

Poďakovanie
Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-16-0192

Literatúra

[1] Zákon č. 309/2009 Z. z. o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov
[2] SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY 2004/8/ES z 11. februára 2004 o podpore kogenerácie založenej na dopyte po využiteľnom teple na vnútornom trhu s energiou, a ktorou sa mení a dopĺňa smernica 92/42/EHS
[3] Hodnoty vážených priemerov kvalitatívnych parametrov zemného plynu, ktorý na území Slovenskej republiky distribuuje spoločnosť
SPP - distribúcia, a. s. Bratislava - http://www.spp.sk/sk/velki-zakaznici/zemny-plyn/o-zemnom-plyne/emisie/
[4] Varga, A., Jablonský, G., Lukáč, L. and Kizek, J.,: Tepelná technika pre hútnikov, Technická univerzita v Košiciach, Hútnicka fakulta. Košice: EQUILIBRIA,s.r.o, 2013. ISBN 978-80-553-1590-4
[5] Gurský, J.,: Základy tepelnej techniky, Alfa Bratislava, 1981
[6] Rimár, M., Skok, P.,: Thermodynamic, 2013
[7] Rimár, M., Fedák, M.,: Combustion processes, Proceedings of selected scientific papers, Stary Smokovec, 2014
[8] Krbek, J., Ochrana, L., Polesný, B., Heat supply and cogeneration (1999)
[9] Abraham, M., Fedák, M., Kulikov, A., Šmeringai, P., Váhovský, J.,: Evaluation of efficiency CHP systems for electric energy production, ISSN: 2585-9102, 27-30, 2018
[10] Mary Kathryn Thompson, John Martin Thompson, ANSYS Mechanical APDL for Finite Element Analysis, 2017

MODERNIZÁCIA TEPLÁRNE V ŽILINE – ZMENA MÉDIA Z PARNÉHO NA HORÚCOVODNÉ A NOVÝ ZDROJ

Ing. Marcel Hrobárik
Žilinská teplárenská, a.s.
Manažér úseku Životné prostredie a eurofondy
Košická 11
011 87 Žilina
e-mail: marcel.hrobarik@ziltep.sk

Abstrakt
Žilinská teplárenská, a.s. od roku 1967 vyrába teplo a elektrickú energiu. Teplom zásobuje obyvateľstvo mesta Žilina a priemyselných odberateľov. Palivovú základňu tvorí hnedé uhlie a zemný plyn. Pre plnenie emisných limitov znečisťujúcich látok emitovaných do ovzdušia platných od roku 2016 boli vykonané dve ekologizačné opatrenia, a to výstavba odsírovacieho zariadenia v rokoch 2007 až 2009 a inštalácia denitrifikácie kotlov v rokoch 2014 až 2015. Po investíciách do ekológie budeme v roku 2019 pokračovať opatreniami na zvýšenie energetickej efektívnosti a to zmenou média pri distribúcií tepla z parného na horúcovodné a intenzifikáciou výroby elektrickej energie.

1. ÚVOD

Žilinská teplárenská, akciová spoločnosť Žilina bola založená 1.1. 2002 ako právny nástupca zrušených Stredoslovenských energetických závodov, š.p. Žilina, na základe rozhodnutia č. 686 vlády SR o privatizácií štátneho podniku Stredoslovenské energetické závody, š.p. Žilina.

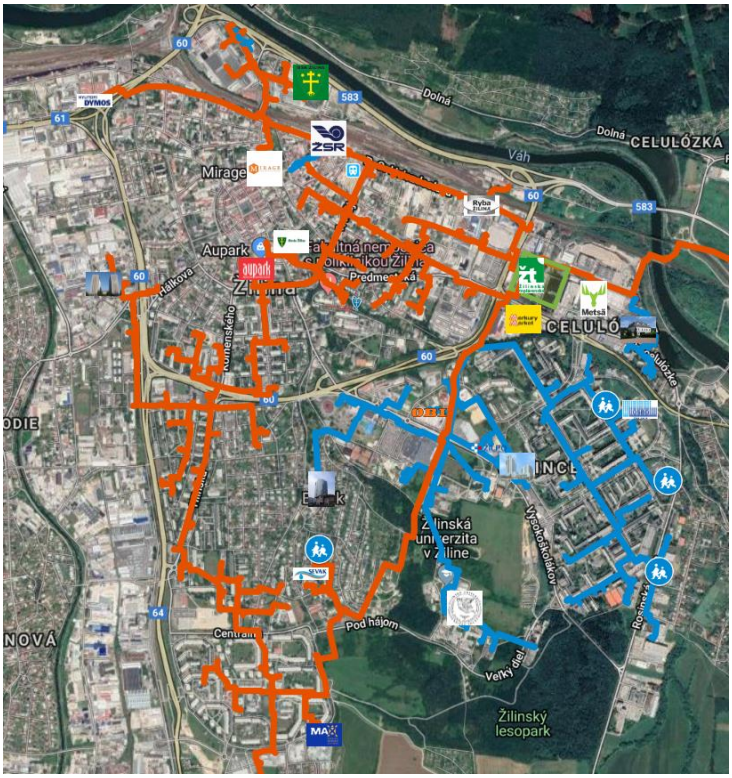
Žilinská teplárenská, a. s. Žilina (ŽT, a.s.) pôsobí na území mesta Žilina. Predmetom činnosti je výroba tepelnej a elektrickej energie. ŽT, a.s. dodáva teplo pre komunálny a priemyselný sektor v meste Žilina a tým pokračuje v dlhoročnej činnosti Teplárne Žilina.

Na vysokotlakých parných kotloch sa spaľovaním hnedého uhlia a stabilizáciou zemným plynom vyrába prehriata para o teplote 545 °C a tlaku 9,42 MPa, ktorá slúži na výrobu elektrickej energie na protitlakových turbínach. Po redukcií teploty a tlaku v turbínach sa časť tepelnej energie využíva na ohrev vody pre horúcovodnú sieť a ostatná energia sa vedie do parovodu. Vyrobená para sa vedie k užívateľom prostredníctvom distribučnej siete.
Vyrobenú elektrickú energiu dodávame regionálnej distribučnej spoločnosti.

Tab. 1 Výrobné zariadenia Žilinskej teplárenskej, a.s.

Výr. zariadenie	Inštalovaný výkon	Výr. zariadenie	Inštalovaný výkon
Kotol K1 (HU, ZP)	75 t/h (58,3 MWt)	Turbína TG1	12 MWe
Kotol K2 (HU, ZP)	75 t/h (58,3 MWt)	Turbína TG2	12 MWe
Kotol K5 (HU, ZP)	125 t/h (111 MWt)	Turbína TG3	25 MWe
Kotol PK3 (ZP)	75 t/h (58,3 MWt)	Turbína TG4	0,8 MWe

2. ZMENA MÉDIA Z PARNÉHO NA HORÚCOVODNÉ



Obr. 1 Distribučná sieť ŽT, a.s. Žilina

V roku 2017 bol Žilinskej teplárenskej, a.s. pridelený nenávratný finančný príspevok (NFP) z Operačného programu Kvalita životného prostredia na projekt „Stavebné úpravy existujúcich rozvodov tepla a zmena média z parného na horúcovodné“.

Projekt sa člení na tri časti:

- Potrubné rozvody a rozšírenie centrálnej výmenníkovej stanice (CVS) v areáli ŽT, a.s.
- Potrubné rozvody Vetva V3 Solinky
- Odovzdávacie stanice tepla (OST) – vetva V3 Solinky po bod 6 (OST vo vlastníctve ŽT, a.s. a OST vo vlastníctve spoločnosti Bytterm, a.s. Žilina)

Celkové náklady projektu budú vo výške 8,65 mil. EUR z toho NFP bude 5,58 mil. EUR. Stavebné práce začnú po ukončení zimnej vykurovacej sezóny v mesiaci apríl 2019 a ukončenie hlavných aktivít projektu je v mesiaci október 2019. Všetky tri časti projektu budú realizované súčasne. Každá časť projektu má vysúťaženého samostatného zhotoviteľa.

V súčasnej dobe je distribučná tepelná sieť obstarávateľa tvorená prevažne parnými rozvodmi, ktorých dĺžka je cca 48,19 km, dĺžka horúcovodných rozvodov tvoriacich distribučnú tepelnú sieť obstarávateľa je cca 25,77 km. Tepelnými napájačmi distribuuje obstarávateľ teplo prostredníctvom teplonosnej látky, ktorou je para s parametrami 0,8 MPa a 250 °C, a to pre bytovo komunálny sektor na vykurovanie, prípravu teplej úžitkovej vody a pre technologické odbery v meste Žilina. Horúca voda je ako teplonosná látka v súčasnosti využitá len pre distribúciu tepla na sídlisko Vlčince. Napájače Solinky a Mesto sú navzájom prepojené v území medzi sídliskami Solinky a Hliny VI., čím je sieť týchto dvoch vetiev zokruhovaná.

Prevádzkové parametre nových horúcovodných rozvodov budú v nasledovných hodnotách:

1. Prevádzkové teploty média v zimnom období 110/55 °C, teplota okolitého prostredia predizolovaných potrubí vedených v bezkanálovom uložení 10°C, klasických potrubí v kanáloch a kolektoroch 30°C a prevádzková doba 5000 h.
2. Prevádzkové teploty média v letnom období 90/50°C, teplota okolitého prostredia predizolovaných potrubí vedených v bezkanálovom uložení 10°C, klasických potrubí 25°C a prevádzková doba 3760 h.

Celkové vypočítané budúce straty tepla vypočítané v pôvodne navrhovanej topológii boli určené na úrovni 4 209,79 MWh za rok.

Tab. 2 Ekologické a energetické aspekty opatrenia

Zmeny v spotrebe energie	***Elektrina***		***Teplo***		***Ročné úspory/zníženie produkcie***					
Opatrenie Jedn.	***- MWh/r***	***+ MWh/r***	***- MWh/r***	***+ MWh/r***	***Energia v primárnom palive MWh/r***	***CO_2 t/r***	***TZL kg/r***	***CO kg/r***	***SO_2 kg/r***	***NO_x kg/r***
Zmena teplonosného média z pary na HV		572,3	6 092		6 465	2 204	351	586	4 671	2 888

3. NOVÝ ZDROJ ŽT, a.s. Žilina

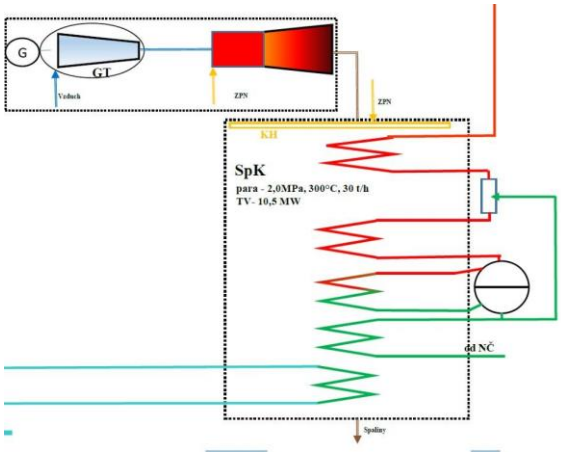
Žilinská teplárenská, a.s. (ďalej len ŽT) objednala zhotovenie energetickej štúdie s cieľom zefektívnenia výroby elektriny a tepla. Zo štúdie vyplynula ako najvýhodnejšia alternatíva nového zdroja spaľovacia plynová turbína na výrobu elektrickej energie s následnou regeneráciou tepla. Dňa 4.12.2018 vydalo Ministerstvo hospodárstva SR Rozhodnutie, ktorým vydáva pre ŽT, a.s. Žilina „Osvedčenie na výstavbu energetického zariadenia s kombinovanou výrobou elektriny a tepla“.

3.1 Opis technického riešenia.

Dôvodom realizácie projektu je potreba zvýšenia efektívnosti výroby tepla a elektrickej energie, postupné vytesňovanie hnedého uhlia ako hlavného paliva. Nový zdroj bude pracovať ako hlavný výrobný zdroj hlavne počas mimovykurovacej sezóny, cez vykurovaciu sezónu bude prevádzka nového zdroja doplnená niektorým z uhoľných kotlov K1, K2, K5. Plynový kotol PK3 bude pripravený ako záloha.

Zariadenie nového zdroja bude pozostávať z inštalácie spaľovacej turbíny na báze zemného plynu (GT) s inštalovaným elektrickým výkonom 25 MWe a inštalácie spalinového kotla (SpK). Inštalovaný výkon parnej časti spalinového kotla je 22,4 MW a inštalovaný výkon horúcovodnej časti spalinového kotla je 10,5 MW. Celkový inštalovaný výkon spalinového kotla je 32,9 MW.

Spalinový kotol bude projektovaný ako jednotlakový, jednobubnový s prirodzeným obehom vody. Parametre pary sú navrhnuté tak, aby kotol mohol pracovať do rozdeľovača 1,8 MPa a cez redukčno-chladiacu stanicu (RCHS) do rozdeľovača 1,0 MPa, čím sa zabezpečí bezproblémová prevádzka pri paralelnej prevádzke spalinového kotla s ostatnými parnými kotlami.



Obr. 2 Schéma Nový zdroj ŽT, a.s. Žilina

Po inštalácii nového zdroja dôjde k zefektívneniu výroby a distribúcie tepla, zefektívneniu výroby elektriny, zníženiu prevádzkových nákladov, zvýšeniu výnosov, zvýšeniu energetickej hospodárnosti a efektívnosti, zníženiu zaťaženia životného prostredia.

3.2 Zdroj znečisťovania ovzdušia

Z pohľadu ochrany ovzdušia prinesie realizácia investičného zámeru podstatné zníženie zaťaženia ovzdušia znečisťujúcimi látkami – oxidy síry, TZL, NOx v porovnaní s priemerom množstva vypustených znečisťujúcich za roky 2015 – 2017. Celkový objem CO a CO_2 sa síce výrazne nemení, z dôvodu nárastu spaľovania zemného plynu namiesto uhlia, ale zníži sa objem CO a CO_2 na 1 MWh vyrobenej elektrickej energie.

Tab. 3 Emisie znečisťujúcich látok

Skleníkový plyn, znečisťujúce látky ZL	**Jednotka**	**Vypustené emisie ZL rok 2021**	**Vypustené ZL priem. 2015-17**
CO_2	t/rok	242 512	241 942
TZL	t/rok	10,4	20,1
CO	t/rok	58,2	46,7
SO_2	t/rok	121,3	283,8
NO_x	t/rok	194,8	235,6

4. ZÁVER

Výmena parných rozvodov I. etapa – vetva Solinky by mala v roku 2020 pokračovať II. a III. etapou, ktoré by ukončili modernizáciu rozvodov tepla podľa požiadaviek na maximálnu efektívnosť distribúcie tepla. Stavby sú pripravené po projekčnej stránke aj čo sa týka stavebných povolení. Čakáme iba na vyhlásenie výzvy na predkladanie Žiadosti o nenávratný finančný príspevok. Uvedené opatrenia pomôžu zefektívniť a modernizovať výrobu a distribúciu tepla v meste Žilina.

POHON OBEHOVÝCH ČERPADIEL A ELEKTRICKÉHO OHREVU v ostrovnej prevádzke KVET

Ing. Radovan Illith, PhD.
Ing. Viera Hricová, PhD.
SPP – distribúcia, a.s.
Mlynské nivy 44/b, 821 11 Bratislava
e-mail:
radovan.illith@spp-distribucia.sk
viera.hricova@spp-distribucia.sk

Abstrakt
*Predmetom **základnej štúdie realizovateľnosti** (ďalej len „**štúdia**“) je vyhodnotenie podmienok a predpokladov pre nasadenie kogeneračnej výroby tepla a elektrickej energie v spoločnosti, ktorá sa venuje strojárskej výrobe (ďalej len „**Spoločnosť**“) v súvislosti s novelizovaným zákonom č. 309/2009 Z. z. „Zákon o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov“. Novela zákona do značnej miery obmedzuje „svojimi novými pravidlami“ nasadenie KVET najmä čo sa týka podpory doplatkom a príplatkom.*

Cieľom štúdie je navrhnúť také riešenie, ktoré:
- *zefektívni spotrebu energií (elektrina a plyn),*
- *zníži prevádzkové náklady,*
- *zabezpečí návratnosť investície na nákup nových technológií do 10 rokov,*
- *umožní autonómne a flexibilné zabezpečovanie energetických potrieb spoločnosti.*

Systém, ktorý je prezentovaný v štúdii, je možné aplikovať v centrálnych zdrojoch tepla každého typu.

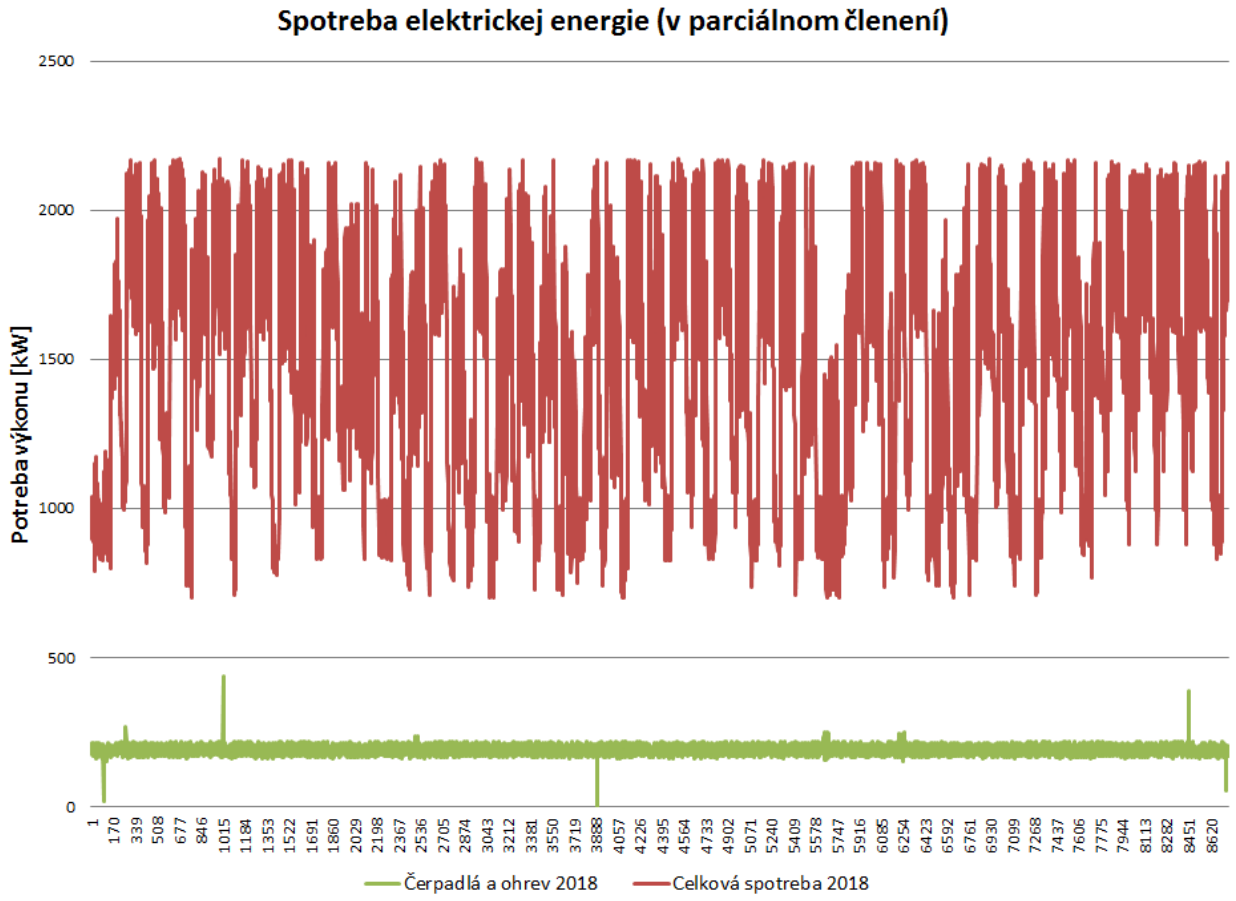
1. ÚVOD

Spoločnosť sa venuje ľahkej strojárskej výrobe, o ktorej výrobky je v súčasnosti celosvetový záujem. Vďaka dlhoročnej tradícii firma musí optimalizovať svoje výrobné procesy, aby naďalej bola konkurencieschopná voči iným výrobcom a dodávateľom. Výroba prebieha od návrhu až po výsledný produkt. Ešte v roku 2017 spoločnosť pracovala v dvojsmennej prevádzke. Od konca roku 2018 výroba prešla do trojsmennej.

Štúdia bola vypracovaná na základe nasledovných východiskových údajov, podkladov a informácií:
- Informácie na základe dotazníka,
- Interné informácie spoločnosti SPP – distribúcia, a.s. (spotreba zemného plynu).

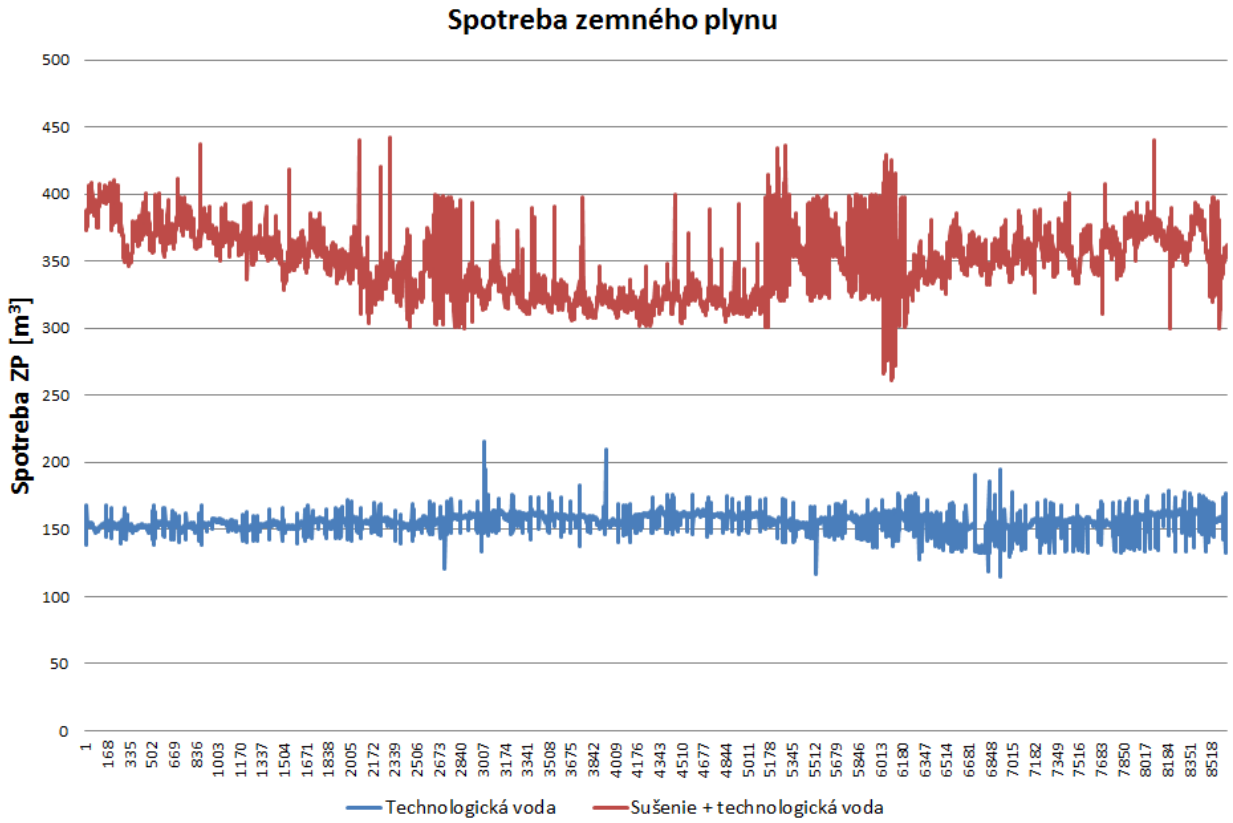
2. SPOTREBA ENERGIÍ

Elektrická energia: Priemerná cena elektrickej energie je **111 €/MW**. Maximálna potreba výkonu elektrickej energie je približne na úrovni **2 200 kW** (stráženie príkonu), základná potreba elektrickej energie (tzv. base load) sa blíži k hodnote **700 kW** počas celého roka (Graf č. 1).



Graf č. 1 – Priebeh spotreby elektrickej energie (štandardný priebeh, tu rok 2018) – trojsmenná prevádzka

Zemný plyn: Tepelná energia je dodávaná z centrálneho zdroja tepla. Približne **95%** spotrebovaného zemného plynu sa využíva na **technologické účely**. Časť zemného plynu sa na využíva na sušenie (sušiace pece) pri teplotách 160°C a časť na ohrev technologickej vody (80°C). Priebeh spotreby zemného plynu (ďalej len „ZP“) počas roka (2018) je znázornený v grafe č. 2. Jedná sa o technologický odber bez vplyvy od vonkajšej teploty.



Graf č. 2 – Priebeh spotreby zemného plynu (štandardný priebeh, tu rok 2018) – trojsmenná prevádzka

3. NÁVRH VÝKONU KOGENERAČNEJ JEDNOTKY

Kogeneračná jednotka bude slúžiť výhradne na pohon čerpadiel a predohrevu pracovnej látky. Spotreba elektrickej energie je znázornená v grafe č. 1, zelená krivka. Potreby trvania výkonu je 7 000 hodín za rok (trojsmenná prevádzka), a to ako pre potrebu elektrickej energie, tak tepla.

Koncept určenia výkonu a spôsobu prevádzky kogeneračnej jednotky je daný obmedzeniami novelou *309/2009 Z.z. Zákon o podpore obnoviteľných zdrojov energie a vysoko účinnej kombinovanej výroby a o zmene a doplnení niektorých zákonov*.

§3 Spôsob podpory a podmienky podpory výroby elektrickej energie
(4) Podpora podľa odseku 1 písm. c) (doplatok) sa ***vzťahuje na elektrinu vyrobenú***
b) vysoko účinnou kombinovanou výrobou v zariadení na kombinovanú výrobu s celkovým inštalovaným výkonom do 1 MW vrátane, z ktorého ***sa využije najmenej 60 % vyrobeného tepla na dodávku tepla centralizovaným zásobovaním teplom*** *a úspora primárnej energie určená podľa § 19 ods. 1 písm. g) dosahuje najmenej 10 %.*

Z dôvodu, že spoločnosť nedodáva a ani neplánuje dodávať vyrobenú tepelnú energiu z kogeneračného zdroja do systému centralizovaného zdroja tepla, v zmysle zákona nemôže získať podporu doplatkom.

Z tohto dôvodu je zvolený koncept pohonu čerpadiel a predohrevu pracovnej látky kogeneračnou jednotkou, ktorá nie je pripojená do sústavy a je trvalo oddelená od sústavy.

Čerpadlá a zariadenie na predohrev pracovnej látky sú poháňané elektrickou energiou vyrobenou v kogeneračnej jednotke. Vyrobená elektrická energia je privedená priamo do spotrebičov, ktoré sú galvanicky oddelené od elektrizačnej siete.

Ak výrobca elektrickej energie nie je pripojený do distribučnej siete, ale výhradne do galvanicky oddelenej siete nehradí platbu za prístup do DS, tarifu za systémové a prevádzkové služby. A, samozrejme, nezíska podporu doplatkom.

Na základe analýzy spotreby elektrickej energie *(Graf. č. 1)* bol výkon kogeneračnej jednotky stanovený na 220 $kW_{e.}$

Tabuľka č. 1: Základné parametre kogeneračnej jednotky

	KGJ
Elektrický výkon **[kWe]**	220
Tepelný výkon [kWt]	264
Hodinová spotreba ZP [m^3/hod]	59
Elektrická účinnosť [%]	39
Tepelná účinnosť [%]	46,8
Doba prevádzky [hod]	7 000

Elektrická energia bude privedená k odberným zariadeniam priamo, bez vedenia vo vnútornej sústavy organizácie (galvanicky oddelené zariadenie od elektrickej sústavy). Množstvo vygenerovanej tepelnej energie je hlboko pod potrebu tepelnej energie, teda vygenerované teplo je možné využiť v rámci procesov zákazníka.

4. EKONOMICKÉ HODNOTENIE PROJEKTU

Pri ekonomickom hodnotení (tabuľka č. 2) boli stanovené nasledujúce východiskové predpoklady:

- Doba splácania úveru 7 rokov,
- WACC 7,2%,
- Doba hodnotenia projektu 15 rokov,
- Cena tepla (€/GJ) zostáva nezmenená (ceteris paribus).

Tabuľka č. 3: Ekonomické hodnotenie navrhovaného technického riešenia

Bilancia energií	
Výroba tepla	1 848 MWh (t)
Výroba elektrickej energie	1 540 MWh (e)
- z toho spotreba zdroja	46 MWh (e)
- z toho pre odberné zariadenia (oddel. sieť)	1 494 MWh (e)
Spotreba zemného plynu	0,413 tis. m^3/rok
Zdroje financovania	
Vlastné zdroje	10 000 €
Komerčný úver	220 000 €
Zdroje financovania spolu	230 000 €

Náklady spolu (prevádzka, údržba) (bez GO)	159 034 € / rok
Výnosy / úspory	
Dodávka tepla	61 680 €
Doplatok za vysoko účinnú výrobu elektriny	0 €
Úspora nákladov na elektrinu	165 812 €
TP a SS	0 €
Platba za prístup do DS	0 €
Celkové výnosy	227 492 €
Výsledky ekonomického hodnotenia	
Kumulovaný DCF (NPV)	294 564 €
IRR	25 %
Návratnosť	4,69 roky

5. ZÁVER

Cieľom analýzy bolo vyhodnotiť podmienky, určiť výkon a predpoklady nasadenia **kogeneračnej jednotky v čisto ostrovnom režime** na pohon **čerpadiel a predohrevu pracovnej látky.** Použitie tohto konceptu výroby el. energie a tepla je ako po technickej, ale aj ekonomickej stránke vysoko efektívne a zmysluplné aj pri nových pravidiel uvedených v zákone 309/2009 z.z.

Doba návratnosti projektu je 4,69 roka, kumulovaný diskontovaný CF je 294 564 € v 15 roku. Vnútorné výnosové percento celého projektu je 25 %.

APLIKÁCIA NUMERICKÝCH METÓD PRI URČOVANÍ VÝKONOVÝCH PARAMETROV KOGENERAČNEJ JEDNOTKY

Ing. Peter Ďurčanský, PhD.
Strojnícka fakulta ŽU
Katedra energetickej techniky
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
e-mail: peter.durcansky@fstroj.uniza.sk

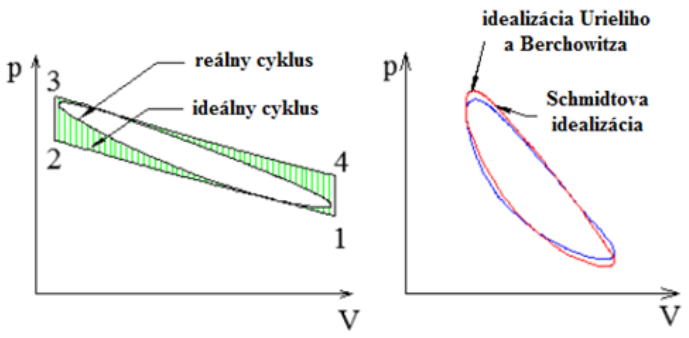
Abstrakt
Numerické simulácie priniesli širokú škálu možných aplikácií a príležitostí na použitie nielen vo vede, ale aj v priemysle. S novými rozvinutými numerickými metódami môžeme nielen popísať existujúce systémy, ale vieme aj predvídať možné správanie alebo možný stav kontrolovaného systému. Viac ako vhodným nástrojom je práve Matlab s nadstavbou Simulink, ktorá umožňuje simuláciu jednotlivých fyzikálnych dejov za pomoci názorných blokových schém. Každý blok môže predstavovať buď zmenu termodynamického stavu, alebo samotnú časť zariadenia, napríklad horák, alebo výmenník tepla. Tento článok sa zaoberá numerickou simuláciou prevádzky teplovzdušného motora s aplikáciou na reálne zariadenie.

1. ÚVOD

Napriek skutočnosti, že prvotný návrh Stirlingovho motora možno datovať už od roku 1816, najväčší pokrok v technológií a porozumení zariadení pracujúcich na princípe Stirlingovho cyklu nastal v posledných 40-tich rokoch. Hoci je ich sériová výroba v súčasnosti obmedzená len na stroje pre špeciálne účely, jeho perspektívne využitie v kombinácií s obnoviteľnými zdrojmi naznačuje potenciál pre komerčné účely. Svedčí o tom aj úsilie rozsiahlych výskumných a vývojových skupín v USA, Japonsku a rôznych európskych krajinách. Napriek tomu všeobecné vedomosti a porozumenie Stirlingových motorov je stále na nízkej úrovni. Dôsledkom je, že v priebehu rokov boli navrhnuté aplikácie a zhotovené prototypy Stirlingových motorov, ktorých výkonnosť často zaostávala za teoretickými predpoveďami. Absencia komerčného úspechu napriek evidentným výhodám je pravdepodobne spôsobená nedostatkom vhodných modelovacích techník a technologickej náročnosti výroby.[1,2]

2. NUMERICKÁ ANALÝZA

Skutočný termodynamický cyklus sa od reálneho značne líši. Je to spôsobené nedokonalými izotermickými podmienkami, únikom tepla do okolia a inými vplyvmi. Z tohto dôvodu je účinnosť ideálneho cyklu vyššia ako reálneho cyklu.



Obr. 1 Znázornenie reálneho a ideálneho Stirlingovho cyklu v diagrame p-V [1]

Ideálny cyklus je od reálneho značne odlišný, preto sa pre návrh Stirlingovho motoru používajú analytické alebo numerické modely, prípadne sa vychádza zo skúseností konštruktéra. Vzťahy pre výpočet parametrov Stirlingovho motora Schmidtovou metódou sú uvedené v práci [1] a [2]. Schmidtova analýza ideálneho modelu Stirlingovho motora, kde kompresné a expanzné priestory udržiavané na príslušných teplotách chladiča a ohrievača viedli k paradoxnej situácii, že ani ohrievač, ani chladič nepriniesli žiadny čistý prenos tepla počas cyklu, a preto boli nadbytočné. Všetok požadovaný prenos tepla sa uskutočnil cez hranice izotermických pracovných priestorov. [4], [5] To samozrejme nie je správne, pretože steny valca nie sú určené na prenos tepla. Preto je vhodné pre presnejší výpočet použiť alternatívny adiabatický model pre motory Stirlingových cyklov. Tento model vychádza z návrhu podľa [1] a [6].
Aplikovaním rovnice energetickej rovnováhy na každý výmenník tepla, berúc do úvahy, že ide o izotermické priestory, dostávame nasledujúce výrazy:

$$\frac{dQ_k}{d\varphi} = \frac{V_k\left(\frac{\partial p}{\partial \varphi}\right)C_v}{r} - c_p(T_{ck}m_{ck} - T_{kr}m_{kr}) \tag{1}$$

$$\frac{dQ_r}{d\varphi} = \frac{V_r\left(\frac{\partial p}{\partial \varphi}\right)C_v}{r} - c_p(T_{kr}m_{kr} - T_{rh}m_{rh}) \tag{2}$$

$$\frac{dQ_h}{d\varphi} = \frac{V_h\left(\frac{\partial p}{\partial \varphi}\right)C_v}{r} - c_p(T_{rh}m_{rh} - T_{he}m_{he}) \tag{3}$$

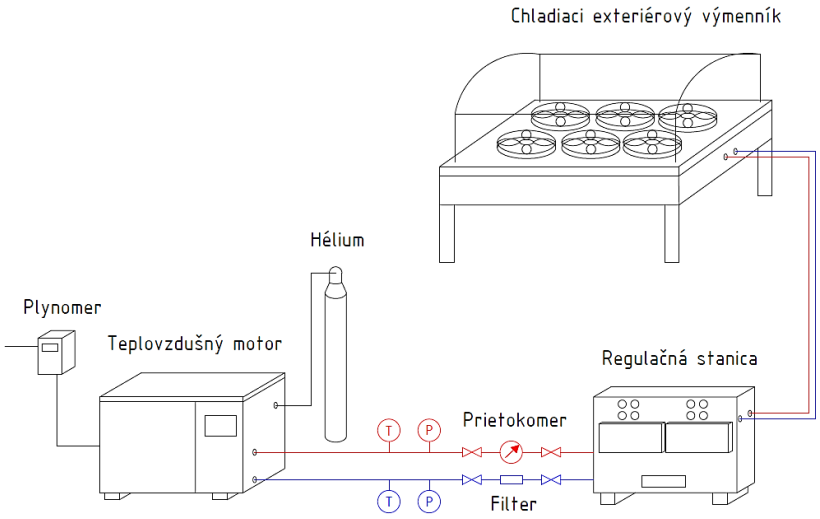
Potom celkovú prácu cyklu v závislosti od uhla natočenia kľuky dostaneme ako súčet jednotlivých zložiek kompresnej a expanznej práce.

$$\frac{dW}{d\varphi} = \frac{dW_c}{d\varphi} + \frac{dW_e}{d\varphi} \tag{4}$$

V nasledujúcej kapitole sa analyzoval vypracovaný výpočet a prispôsobil na reálny motor prevádzkovaný na Katedre.

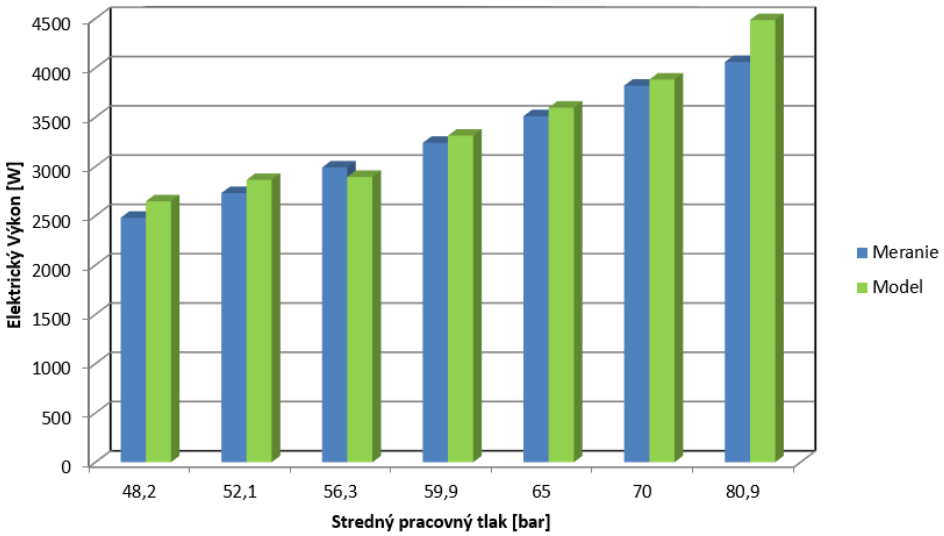
4. SKÚŠOBNÝ STAV

Ako už bolo spomínané v predchádzajúcich kapitolách, meranie a výpočet bol upravený pre Stirlingov teplovzdušný motor, ktorý je súčasťou skúšobného stavu kogeneračnej jednotky. Meranie prebehlo pri rôznom nastavení pracovného tlaku motora s použitím zemného plynu ako paliva podľa schémy na nasledujúcom obrázku.



Obr. 2 Schéma zapojenia pri meraní so zemným plynom

Meranými veličinami boli vstupná a výstupná teplota z výmenníku tepla, ktorý je súčasťou kotla. Pre ich meranie boli vytvorené jímky na prívodom a odvodnom potrubí, do ktorých boli umiestnené snímače. Meranie teploty sa realizovalo odporovými teplomermi PT100, prietoku magnetickým prietokomerom a tlaku tlakomermi. Vnútorné parametre motoru ako teplota chladiča, ohrievača, spaľovacej komory a pracovný tlak hélia sú zaznamenávané riadiacim panelom motoru. Tieto hodnoty sú pomocou technológie MODBUS zaznamenávané do počítača. Kogeneračná jednotka sa pripojila na výmenníkovú regulačnú stanicu, ktorá prebytočnú tepelnú energiu dochladzovala prostredníctvom externého chladiča. Následne sa nameraný výkon porovnal s navrhnutým matematickým modelom podľa kapitoly 2. Výsledky sú na Obr. č. 3.

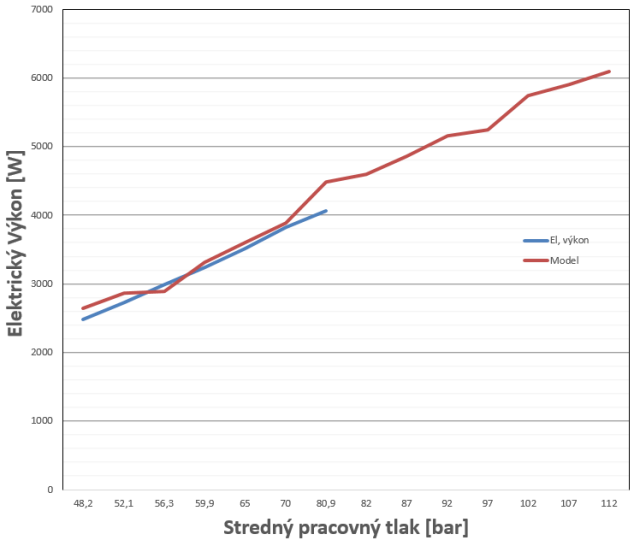


Obr. 3 Nameraný a teoretický výkon Stirlingovho motora

Na Obr. 3 sú uvedené výkony namerané pri príslušných pracovných tlakoch hélia. Zvyšovaním tlaku pracovného plynu v priestore motora je riadený celkový výkon motora, teda pri konštantnom objeme motora sa zvyšovaním hmotnosti pracovného plynu následne zvyšuje výkon motora. Zvýšenie tlaku o hodnotu približne 5 barov má za následok nárast elektrického výkonu o 250 W. Tepelný výkon sa plynule zvyšoval až na výrazný nárast o 450 W, ktorý bol zaznamenaný pri zmene tlaku zo 48,2 na 52,1 baru. Tento nárast je spôsobený zväčšením teplotného rozdielu chladiacej vody, ktorý v počiatočnom meraní nebol stabilizovaný.

5. ZÁVER

Matematický model bol vytvorený a prispôsobený na základe prevádzky reálneho motora, i keď predpoklady, za ktorých boli odvodené vzťahy charakterizujúce daný Stirlingov obeh, sú značnou idealizáciou skutočnosti.



Obr. 4 Nameraný a teoretický predpokladaný výkon Stirlingovho motora

Graf na Obr. 4 zobrazuje predpokladaný výkon so zvyšovaním stredného pracovného tlaku, pričom motor umožňuje navýšenie tlaku až na 120 barov. Na základe vytvoreného matematického modelu môžeme povedať, že je možné pri danom type motora dosahovať výkon až 6,2 kW. Účinnosť transportu energie do pracovného média, ktorá v podstatnej miere ovplyvňuje tepelnú účinnosť, je nutné podrobiť bližšiemu skúmaniu a stanoviť limity transportu pre jednotlivé tlaky pracovného média. Výsledky tejto práce taktiež poskytujú informácie o tom, čo je možné očakávať od daného motora pri zvolenej konfigurácii zdrojov tepla.

Poďakovanie

Výskum je podporovaný z projektu "APVV-15-0778 - Limity radiačného a konvenčného chladenia cez fázové zmeny pracovnej látky v termosifónovej slučke" a APVV-15-0790 "Optimalizácia procesu spaľovania biomasy s nízkou teplotou taviteľnosti popola ". Projekt je spolufinancovaný z fondov EÚ. Názov projektu: "Výskum nových metód premeny tepla z OZE na elektrickú energiu s použitím nových progresívnych termálnych cyklov" ITMS 26220220117

Literatúra

[1] URIELI, I. - BERCHOWITZ, D. M. 1984. *Stirling cycle engine analysis*. Bristol: Hilger

[2] FINKELSTEIN, T. – ORGAN, A. J. 2001. *Air Engines. The history, sciance, and Reality of Perfect Engine.* New York: ASME Press, 2001. 261 s. ISBN-13: 978-07918-0171-0

[3] ORGAN, A. J. 1992. *Thermodynamics and Gas Dynamics of the Stirling Cycle Machina*. Cambridge: University Press. ISBN 0-521-41363-X

[4] ORGAN, A. J. 2007. *The air engine. Stirling cycle power for a sustainable future*. New York: CRC Press, 2007. 276 s. ISBN 978-1-4200-6672-2

[5] F. Incropera, D. DeWitt, Fundamentals of Heat and Mass Transfer III. (John Wiley and Sons, New York, 1990)

[6] WALKER, G. 1980. *Stirling Engines*. Oxford: Clarendon PRESS, 1980. 367 s.

[7] VEREIN DEUTCHER INGENIEURE - VDI: *Heat atlas*. Düsseldorf: Springer, 2010. 1590 strán. ISBN 978-3-540-77876-9

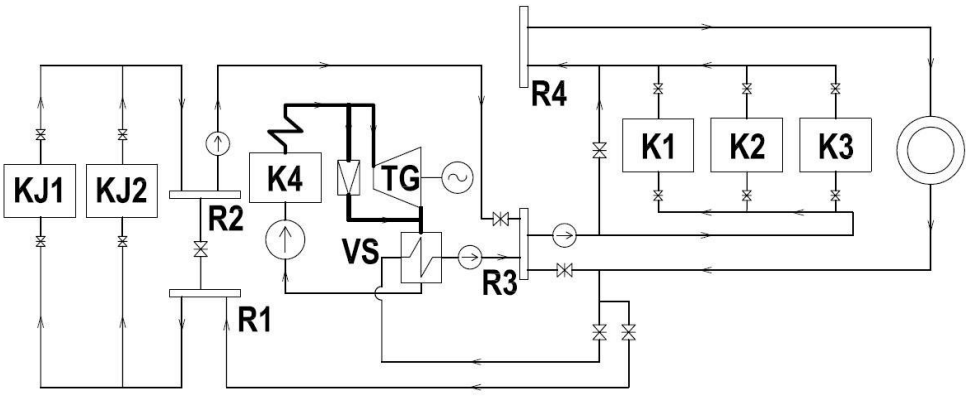
OPTIMALIZÁCIA PREVÁDZKY TEPLÁRNE

prof. Ing. František Urban, CSc.
doc. Ing. František Ridzoň, CSc.
Ing. Peter Mlynár, PhD.
Strojnícka fakulta STU v Bratislave
Ústav energetických strojov a zariadení
Nám. slobody 17
812 31 Bratislava
e-mail: frantisek.urban@stuba.sk

Abstrakt
Pre optimalizáciu prevádzky teplárne bolo vybrané optimalizačné kritérium – účelová funkcia – minimálne denné palivové náklady na teplo. Súčasťou účelovej funkcie pri kombinovanej výrobe elektriny a tepla (KVET) je výber metódy delenia palivových nákladov na náklady pripadajúce na teplo a na elektrinu. Analyzovaný bol vplyv metódy delenia palivových nákladov na teplo a elektrinu, cien zemného plynu (ZP) a výnosov za elektrinu na optimálne radenie a zaťažovanie energetických strojov a zariadení inštalovaných v teplárni.

1. ÚVOD

Optimalizovaná bola prevádzka teplárne, ktorej zjednodušená tepelná schéma je znázornená na obr. 1. Označenie a regulačné rozsahy tepelných výkonov horúcovodných kotlov K1, K2, K3, parného kotla K4, kogeneračných jednotiek KJ1, KJ2 a výmenníkovej stanice VS sú zhrnuté v tab. 1. Turbogenerátor TG má nominálny elektrický výkon 25 MW. V tepelnej schéme sú vyznačené tiež rozdeľovače R1, R2, R3 a R4.



Obr. 1 Zjednodušená tepelná schéma teplárne

V príspevku je ilustrovaná optimalizácia prevádzky kotlov, KJ, TG a VS inštalovaných v teplárni počas charakteristického dňa vykurovacieho obdobia. Potreby tepla sústavy centralizovaného

zásobovania teplom (SCZT) sú určené na prahu zdroja tepla v hodinových intervaloch $\Delta\tau$ = 1 h v čase τ ε*<0 h, 24 h>*. Denná dodávka tepla do SCZT na prahu teplárne je 1 707 MWh, minimálna potreba tepla $P_{q,min}$ = 48,90MW a maximálna $P_{q,max}$ = 81,20 MW. Denný diagram zaťaženia (DDZ) teplárne je znázornený na obr. 3.
V ekonomických výpočtoch sa predpokladá, že tepláreň nakupuje zemný plyn za neregulovanú cenu (vztiahnutú na spaľovacie teplo) variantne C_{ZP} = 37,00 €.MWh^{-1} = 0,3941 €.m^{-3}. , resp. C_{ZP} = 23,00 €.MWh^{-1} = 0,2498 €.m^{-3}.

Tab. 1 Označenie a regulačné rozsahy tepelných výkonov kotlov, KJ a parného kotla K4 spolupracujúceho s protitlakovou turbínou TG

Označenie kotla, KJ, TG, VS		Regulačný rozsah (MW)	
Ki	i	$P_{Ki,min}$	$P_{Ki,max}$
K1	1	3,00	15,00
K2	2	17,00	58,00
K3	3	17,00	58,00
K4	4	30,00	105,00
KJ1	5	2,70	4,20
KJ2	6	2,70	4,20
VS (K4+TG)	7	17,76	78,12

2. OPTIMALIZÁCIA METÓDOU CHARAKTERISTÍK

Optimalizácia radenia a zaťažovania štyroch kotlov, dvoch kogeneračných jednotiek KJ, turbogenerátora TG a výmenníkovej stanice VS inštalovaných v teplárni pozostáva z týchto častí:

1. generovanie existujúcich kombinácií radenia kotlov, KJ, TG a VS v teplárni,
2. výber kombinácií radenia kotlov, KJ, TG a VS pokrývajúcich potreby tepla SCZT,
3. optimalizácia zaťažovania kotlov, KJ, TG a VS všetkých kombinácií radenia pokrývajúcich potreby tepla SCZT,
4. výber optimálnej kombinácie radenia optimálne zaťažovaných kotlov, KJ TG a VS.

Optimálna kombinácia radenia a zaťažovania energetických strojov a zariadení inštalovaných v teplárni sa počíta pre optimalizačné kritérium minimálne denné palivové náklady na teplo $N_{\mathrm{pal\ q,m}} \stackrel{\mathrm{def}}{=} \min$, pričom sa predpokladá:
- pri KVET sa náklady na teplo delia energetickou (m = en), Kadrnožkovou (m = Kadr) a rozdielovou (m = roz) metódou,
- energetické stroje a zariadenia počas dňa nemožno nabiehať ani odstavovať.

Na vytvorenie matematického modelu optimalizácie prevádzky teplárne treba zostaviť charakteristiky tepelných energetických strojov a zariadení inštalovaných v teplárni.
Tok palivových nákladov na teplo $n_{pal\ q\ i,m}$ (€.s^{-1}) kotla K_i možno zohľadnením jeho účinnosti η_{Ki}, ceny C_{ZP}, prietoku $m_{ZP\ i}$ a výhrevnosti $Q_{n\ ZP}$ ZP a koeficientu $\beta_{q\ i,m}$ delenia palivových nákladov na teplo podľa metódy m vyjadriť v závislosti od tepelného výkonu kotla P_{Ki}

$$n_{\mathrm{pal\ q\ i,m}} = C_{\mathrm{ZP}} \,.\dot{m}_{\mathrm{ZP\ i}} = \beta_{\mathrm{q\ i,m}} \,.\frac{C_{\mathrm{ZP}}}{\eta_{Ki} \,.\, Q_{\mathrm{n\ ZP}}} \,.\, P_{Ki} \,.$$

Bodmi $n_{\mathrm{pal\ q\ i,m}}(P_{\mathrm{Ki}})$ v rozsahu regulačného výkonu kotla boli preložené regresné priamky ekonomickej charakteristiky kotla Ki

$$n_{\mathrm{pal\ q\ i,m}} = \mathrm{b}_{1\ 1,\mathrm{roz}} \,.\, P_{\mathrm{Ki}} + \mathrm{b}_{0\ \mathrm{i,m}} \,.$$

Tok palivových nákladov na teplo určený rozdielovou metódou delenia $n_{\mathrm{pal\ q\ i,roz}}$ je rozdielom toku palivových nákladov $n_{\mathrm{pal\ i}}$ parného kotla K4 alebo KJ a výnosov za elektrinu $v_{\mathrm{e\ i}}$ vyrobenú v turbogenerátore TG; resp. KJ

$$n_{\mathrm{pal\ q\ i,roz}} = n_{\mathrm{pal\ i}} - v_{\mathrm{e\ i}} .$$

Tok výnosov za elektrinu $v_{\mathrm{e\,i}}$ je závislý od výkupnej ceny elektriny $C_{\mathrm{e\,i}}$, tarify za prevádzkovanie systému **(***TPS***),** tarify za systémové služby (*TSS*), platby za prístup do distribučnej sústavy, tzv. G-komponent (G_k) a svorkového výkonu $P_{\mathrm{e\,i}}$.

$$v_{\mathrm{e\,i}} = \frac{C_{\mathrm{e\,i}} - TPS - TSS - G_k}{3600} \,.\, P_{\mathrm{e\,i}}$$

Uvažované sú nasledujúce výnosy $v_{\mathrm{e\,TG}}$, $v_{\mathrm{e\,KJ}}$ za elektriku vyrobenú v TG, resp. KJ

$v_{e\,TG} = C_{e\,TG} - TPS - TSS - G_k$ = 81,71 - 25,98 - 6,98 - 5,00 = 43,75 €.MWh^{-1}

$v_{e\,KJ} = C_{e\,KJ} - TPS - TSS - G_k$ = 91,70 - 25,98 - 6,98 - 5,00 = 53,74 €.MWh^{-1} .

Tok palivových nákladov $n_{\mathrm{pal\,q,m}\,\tau}$ v zdroji tepla v čase τ je súčtom tokov palivových nákladov $n_{\mathrm{pal\,q\,i,m}}$ jednotlivých prevádzkovaných kotlov a kogeneračných energetických zariadení

$$n_{\mathrm{pal\,q,m}\,\tau} = \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}} \mathrm{j_{K\,i}} \,.\, n_{\mathrm{pal\,q\,i,m}}.$$

Požaduje sa, aby v čase τ bol súčet výkonov P_{Ki} jednotlivých energetických strojov a zariadení rovný potrebe tepla $P_{ZT,\tau}$ SCZT na prahu zdroja

$$P_{ZT,\tau} = \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}} \mathrm{j_{K\,i}} \,.\, P_{\mathrm{K\,i}}\,,$$

pričom prevádzkový stav energetického stroja alebo zariadenia i je $\mathrm{j_{K\,i}} \in < 0, 1 >$.

Pre optimalizačné kritérium- účelovú funkciu - minimálne palivové náklady na teplo dodané do SCZT počas hodnoteného obdobia

$$N_{\mathrm{pal\,q,m}} \stackrel{\mathrm{def}}{=} \min,$$

v každom čase τ musí byť aj tok palivových nákladov na teplo $n_{\mathrm{pal\,q,m}\,\tau}$ minimálny

$$n_{\mathrm{pal\,q,m}\,\tau} = \sum_{\mathrm{i=1}}^{\mathrm{n}} \mathrm{j_{K\,i}} \,.\, n_{\mathrm{pal\,q\,i,m}} \stackrel{\mathrm{def}}{=} \min.$$

Z tokov palivových nákladov na teplo sú pre potreby tepla SCZT počas dňa metódou charakteristík [1] vypočítané minimálne denné palivové náklady na teplo $N_{\mathrm{pal\,q,m\,min}}$ pre každú vyhovujúcu kombináciu radenia energetických strojov a zariadení. Následne sú určené merné palivové náklady (€.kWh^{-1}) $mn_{\mathrm{pal\,q,m}}$ na dodávku tepla a elektriny $mn_{\mathrm{pal\,e\,i,m}}$. vyrobenej v TG, KJ1 a KJ2.

3. ANALÝYA VÝSLEDKOV OPTIMALIYAČNÝCH VÝPOČTOV

Pre optimalizáciu prevádzky teplárne boli zostavené výpočtové programy v jazyku Pascal.

V teplárni (obr. 1) existuje 96 kombinácii radenia kotlov, KJ, TG a VS. Ak energetické stroje a zariadenia počas dňa nemožno nabiehať ani odstavovať, pre zadaný priebeh potreby tepla počas dňa na prahu teplárne (obr. 3) vyhovuje 51 kombinácií ich radenia. Kvôli prehľadnosti je konkrétna kombinácia označená tromi číselnými hodnotami prevádzkových stavov j_{Ki} zariadení i, ktoré sú navzájom oddelené bodkou. Prvá číselná hodnota označuje prevádzkové stavy troch horúcovodných kotlov K1, K2 a K3. Prevádzkové stavy parného kotla K4 a TG vyjadruje druhá číselná hodnota a tretia číselná hodnota označuje prevádzkové stavy kogeneračných jednotiek KJ1 a KJ2. Napríklad kombinácia radenia označená 100.11.11. znamená, že horúcovodný kotol K1 je v prevádzke (j_{K1}= 1), horúcovodné kotly K2 a K3 sú odstavené (j_{K2} = j_{K3} = 0), parný kotol K4 a protitlaková turbína sú v prevádzke (j_{K4} = j_{K7} = 1) a prevádzkované sú obe kogeneračné jednotky KJ1 a KJ2 (j_{K5} = j_{K6} = 1).

Kombinácie radenia optimálne zaťažovaných energetických strojov a zariadení pre optimalizačné kritérium a jeho modifikácie sú zoradené vzostupne v závislosti od hodnoty denných palivových nákladov na teplo $N_{pal\,q,m}$.

V tab. 2 a tab. 3 sú uvedené denné charakteristické hodnoty optimálnej kombinácie radenia a zaťažovania energetických strojov a zariadení inštalovaných v teplárni v závislosti od metódy delenia palivových nákladov, ceny ZP a výnosov za elektrinu:

teplo dodané do SCZT počas dňa Q_{ZT}, výroba elektriny A_{TGv}, A_{KJ} v TG a spolu v KJ1, KJ2, palivové náklady na teplo $N_{pal\,q}$, na elektrinu $N_{pal\,e\,TG}$, $N_{pal\,KJ}$ vyrobenú v TG a KJ, merné palivové náklady na teplo $mnpal_q$, elektrinu $mnpal_{e\,TG}$, $mnpal_{e\,KJ}$.

Pre obe uvažované ceny ZP je pri aplikácii energetickej metódy delenia nákladov na teplo optimálna kombinácia 100.11.00. radenia a prevádzky kotla K1, parného kotla K4 a TG. Kombinácia 000.11.11. (K4, TG, KJ1 a KJ2) je optimálna za predpokladu delenia palivových nákladov Kadrnožkovou metódou pre obe ceny ZP a rozdielovou metódou pre cenu ZP 23,00 €.MWh^{-1}. Pre rozdielovú metódu a cenu ZP 37,00 €.MWh^{-1} je optimálna kombinácia 100.11.11. (K1, K4, TG, KJ1 a KJ2). Podľa rozdielovej metódy delenia nákladov sú merné palivové náklady na elektrinu $mnpal_{e\,TG}$ = 44,78 €.MWh^{-1} a $mnpal_{e\,KJ}$ = 54,77 €.MWh^{-1}. Súčasne to sú aktuálne výnosy za elektrinu vyrobenú v teplárni. Merné palivové náklady na elektrinu $mnpal_{e\,TG}$, $mnpal_{e\,KJ}$ vypočítané podľa Kadrnožkovej a energetickej metódy delenia nákladov (C_{ZP} = 37,00 €.MWh^{-1}) sú vyššie ako výnosy za elektrinu. V týchto prípadoch by merné náklady na elektrinu neboli uhradené v plnej výške, pre uhradenie palivových nákladov by bolo potrebné zvýšiť merné palivové náklady na teplo $mnpal_q$, t.j. variabilnú zložku ceny tepla.

Z celkového počtu 51 variantov radenia energetických strojov a zariadení, ktoré pokryjú potrebu tepla počas vybraného dňa, sa v 43 variantoch realizuje KVET a vo zvyšných 8 variantoch sú v prevádzke iba kotly. Pri aplikácii všetkých troch metód delenia palivových nákladov, pre obe uvažované ceny ZP spolupracujú parný kotol K4, TG a VS v poradí v prvých 21 variantoch. Výnimka je pri delení palivových nákladov rozdielovou metódou a cene ZP 37,00 €.MWh^{-1}, kedy spolupracujú kotol K4, TG a VS v prvých 3 variantoch.

Varianty monovýroby tepla sú na posledných 8 miestach pri aplikácii Kadrnožkovej metódy delenia a rozdielovej metóde pri predpokladanej cene ZP 37,00 €.MWh^{-1}.

Z tab. 4 je zrejmé, ako metódy delenia palivových nákladov vplývajú na denné palivové náklady a teda aj na variabilnú zložku ceny tepla. Pri cene ZP 37,00 €.MWh^{-1} je rozdiel $N_{pal\,q,\,ro}$ - $N_{pal\,q,\,Kadr}$ 24 688 € a pri cene ZP 23,00 €.MWh^{-1} $N_{pal\,q,\,en}$ - $N_{pal\,q,\,Kadr}$ = 12 758 €. Palivové náklady na teplo 51. kombinácie radenia sú v porovnaní s optimálnou kombináciou radenia a zaťažovania energetických strojov a zariadení v teplárni vyššie o 4,7 % (rozdielová metóda, C_{ZP} = 37,00 €.MWh^{-1}) až 52,7 % (Kadrnožkova metóda, C_{ZP} = 37,00 €.MWh^{-1}, C_{ZP} = 23,00 €.MWh^{-1}).

Na obr. 2 sú znázornené denné palivové náklady na teplo $N_{pal\,q,roz}$ všetkých vyhovujúcich kombinácií radenia optimálne zaťažovaných energetických strojov a zariadení určené rozdielovou metódou delenia palivových nákladov pri uvažovaní ceny ZP 23 €.MWh^{-1}. Optimálna kombinácia radenia 000.11.11. (TG, VS, KJ1 a KJ2) je prevádzkovaná tak (obr. 3), že KJ1 a KJ2 sú počas dňa zaťažované na maximum ($P_{q\,KJ1}$ = $P_{q\,KJ2}$ = 4,2 MW, $P_{e\,KJ1}$ = $P_{e\,KJ2}$ = 3,1 MW). Pre pokrytie potrieb tepla SCZT na prahu teplárne je tepelný výkon VS v rozmedzí od 40,50 MW do 72,80 MW. Odpovedajúci elektrický výkon TG sa mení od 13,00 MW do 23,30 MW.

Tab. 2 Optimálne kombinácie radenia a zaťažovania energetických strojov a zariadení inštalovaných v teplárni v závislosti od metódy delenia palivových nákladov, ceny ZP 37 €.MWh^{-1} a výnosov za elektrinu

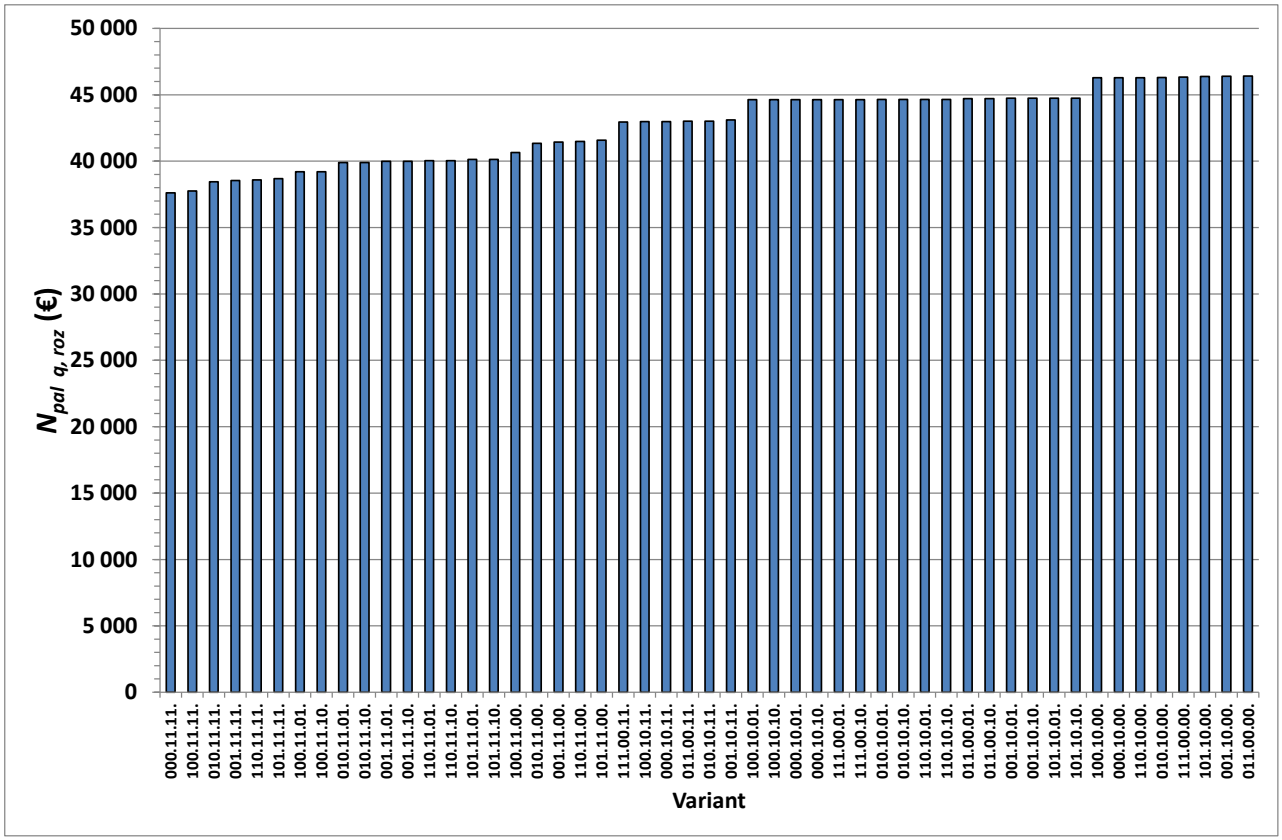
Metóda delenia palivových nákladov	Cena ZP 37,00 (€.MWh^{-1})									
	Označenie optimálnej kombinácie	Q_{ZT}	A_{TG}	A_{KJ}	$N_{pal\,q}$	$N_{pal\,e\,TG}$	$N_{pal\,KJ}$	$mnpal_q$	$mnpal_{e\,TG}$	$mnpal_{e\,KJ}$
		(MWh)			(€)			(€.MWh^{-1})		
energetická	100.11.00.	1 707	488,29	0,00	69 419	22 937	0	**40,66**	**46,98**	**0,00**
Kadrnožkova	000.11.11.		446,85	148,80	48 894	38 414	12 451	**28,64**	**85,97**	**83,68**
rozdielová	100.11.11.		331,64	148,80	73 582	14 851	8 150	**43,10**	**44,78**	**54,77**

Tab. 3 Optimálne kombinácie radenia a zaťažovania energetických strojov a zariadení inštalovaných v teplárni v závislosti od metódy delenia palivových nákladov, ceny ZP 23 €.MWh^{-1} a výnosov za elektrinu

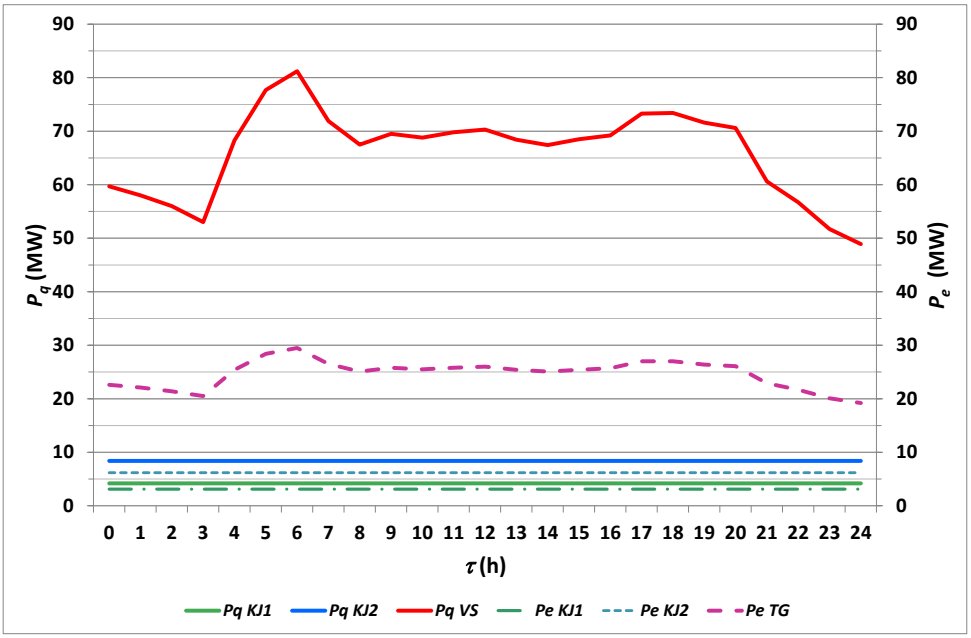
Metóda delenia palivových nákladov	Cena ZP 23,00 (€.MWh^{-1})									
	Označenie kombinácie	Q_{ZT}	A_{TG}	A_{KJ}	$N_{pal\,q}$	$N_{pal\,e\,TG}$	$N_{pal\,KJ}$	***mnpal q***	***mnpal e TG***	***mnpal e KJ***
		(MWh)			(€)			**(€.MWh^{-1})**		
Energetická	100.11.00.	1 707	488,29	0,00	43 152	14 258	0	**25,27**	**29,20**	**0,00**
Kadrnožkova	000.11.11.		446,85	148,80	30 394	23 879	14 597	**17,80**	**53,44**	**98,10**
Rozdielová	000.11.11.		446,85	148,80	37 616	20 009	8 150	**22,03**	**44,78**	**54,77**

Tab. 4 Porovnanie palivových nákladov na teplo optimálnej a 51. kombinácie radenia a zaťažovania energetických strojov a zariadení inštalovaných v teplárni v závislosti od metódy delenia palivových nákladov a ceny ZP

Metóda delenia palivových nákladov	**Cena ZP 37,00 (€.MWh^{-1})**						**Cena ZP 23,00 (€.MWh^{-1})**					
	Označenie optimálnej kombinácie	$N_{pal\,q,\,opt}$	Označenie 51. kombinácie	$N_{pal\,q,\,51.}$	$N_{pal\,q,\,51.} - N_{pal\,q,\,opt}$	$(N_{pal\,q,\,51.} - N_{pal\,q,\,opt})/N_{pal\,q,\,op}$	Označenie optimálnej kombinácie	$N_{pal\,q,\,opt}$	Označenie 51. kombinácie	$N_{pal\,q,\,51.}$	$N_{pal\,q,\,51.} - N_{pal\,q,\,opt}$	$(N_{pal\,q,\,51.} - N_{pal\,q,\,opt})/N_{pal\,q,\,op}$
		(€)		(€)	(€)	(%)		(€)		(€)	(€)	(%)
energetická	100.11.00.	69 419	001.10.11	75 707	6 288	9,1	100.11.00.	43 152	011.00.11.	47 496	4 344	10,1
Kadrnožkova	000.11.11.	48 894	011.00.00	74 656	25 762	52,7	000.11.11.	30 394	011.00.00.	46 408	16 014	52,7
rozdielová	100.11.11.	73 582	001.11.00	77 041	3 459	4,7	000.11.11.	37 616	011.00.00.	46 408	8 792	23,4



Obr. 2 Denné palivové náklady na teplo $N_{pal\,q,roz}$ kombinácií radenia optimálne zaťažovaných energetických strojov a zariadení – rozdielová metóda delenia palivových nákladov, C_{ZP} 23 €.MWh^{-1}



Obr. 3 Optimálne zaťažovanie TG, VS, KJ1 a KJ2 optimálnej kombinácie radenia 000.11.11., rozdielová metóda delenia nákladov na elektrinu a teplo, C_{ZP} = 23,00 €.MWh^{-1}

4. ZÁVER

Pri KVET je súčasťou optimalizačného kritéria - minimálne palivové náklady na teplo - metóda delenia palivových nákladov na teplo a elektrinu. V závislosti od voľby metódy delenia palivových nákladov sa mení zaťažovanie energetických strojov a zariadení inštalovaných v teplárni, poradie vyhovujúcich kombinácií radenia, palivové náklady na teplo $N_{pal\ q}$ a tiež merné palivové náklady na teplo $mnpal_{q}$.

Pri vysoko účinnej KVET sú výnosy za elektrinu určené rozhodnutiami ÚRSO. Odporúčame preto aplikáciou rozdielovej metódy delenia nákladov vypočítať merné palivové náklady na teplo $mnpal_{q,\ roz}$. a elektrinu $mnpal_{e,\ roz}$. Energetická a Kadrnožkova metóda delenia vyhovujú pre kalkuláciu variabilnej zložky ceny tepla iba vtedy, ak platí $mnpal_{e,\ roz} \geq mnpal_{e,\ en}$.; resp. $mnpal_{e,\ roz} \geq mnpal_{e,\ Kadr}$.

Literatúra

[1] Urban, František – Fodor, Peter. Optimalizácia zdrojov tepla v tepelných sústavách. 1. vyd. Bratislava VERT 2015. 127 s.

[2] URBAN, František - KUČÁK, Ľubor - FODOR, Peter. Optimalizácia zdrojov rozsiahlej SCZT. In Vykurovanie 2010. Energetická efektívnosť systémov výroby, distribúcie a odovzdávania tepla : Zborník prednášok z 18. medzinárodnej konferencie. Ľubovňa, SR, 1.- 5. 3. 2010. Bratislava : Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia ZSVTS, 2010, s.85-88. ISBN 978-80-89216-32-1.

[3] URBAN, František - MUŠKÁT, Peter. Vplyv voľby optimalizačného kritéria na optimalizáciu prevádzky teplárne. In Vykurovanie 2014 : zborník prednášok z 22. medzinárodnej vedecko-odbornej konferencie . Stará Ľubovňa, SR, 3. - 7. 3. 2014. 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2014, s. 161-165. ISBN 978-80-89216-61-1.

[4] Jandačka, J. – Malcho, M. – Papučík, Š. – Holubčík, M. – Čierny, J.: Účinnosti zdrojov tepla na spaľovanie zemného plynu v reálnych podmienkach. In: Vykurovanie 2014: zborník prednášok z 22. medzinárodnej vedecko-odbornej konferencie, 3.-7. marec 2014, Stará Ľubovňa. - Bratislava: SSTP, [2014]. - ISBN 978-80-89216-61-1.

CELOROČNÁ PREVÁDZKA MIKROKOGENERAČNEJ JEDNOTKY S PALIVOVÝMI ČLÁNKAMI V RODINNOM DOME

Ing. Marek Patsch, PhD.,
Ing. Peter Ďurčanský, PhD.,
prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.
Strojnícka fakulta, Žilinská univerzita
Katedra energetickej techniky
Univerzitná 1
010 26 Žilina
e-mail: marek.patsch@fstroj.uniza.sk

Abstrakt
Článok sa zaoberá štúdiou možnosti inštalácie mikrokogeneračnej jednotky s palivovými článkami na zemný plyn v rodinnom dome. Ako podklady pre laboratórnu testovaciu prevádzku jednotky slúžili namerané hodnoty potreby tepla a elektrickej energie v reálnom rodinnom dome. Údaje boli zaznamenávané počas celého roku 2018 a slúžili na vytvorenie zaťažovacieho algoritmu. Dlhodobým testovaním bola potvrdená náročnosť správneho návrhu inštalácie mikrokogeneračnej jednotky v rodinnom dome pre jeho špecifiká, ako sú výrazne premenlivá spotreba elektrickej a tepelnej energie v závislosti na ročnom období a dennom režime jeho obyvateľov.

1. ÚVOD

Kogenerácia je združená výroba elektrickej energie a tepla v jednom technologickom zariadení. V dnešnej dobe si nachádzajú kogeneračné jednotky svoje uplatnenie aj v inštaláciách, kde je požadovaný nízky elektrický a tepelný výkon, napríklad v rodinných domoch alebo menších objektoch. V týchto oblastiach sa uplatňuje mikrokogenerácia – kogenerácia s maximálnym elektrickým výkonom do 50 kW_e. Okrem tradičných motorov s vnútorným spaľovaním sa využívajú aj nové technológie pre kogeneračné jednotky ako napríklad palivový článok, Stirlingov motor, parný stroj, mikrospaľovacie turbíny a podobne. Tieto jednotky sú schopné dosahovať elektrický výkon od 0,6 kW_e a tepelný výkon od 1,0 kW_t (napríklad v prípade použitia palivových článkov). Filozofia ich použitia je vo výrobe tepla pre pokrytie tepelných strát objektu a na ohrev teplej vody a ako bonus užívateľ získava elektrickú energiu. Vyrobená elektrická energia nie je primárne určená na predaj, ale spotrebováva sa priamo v mieste výroby, preto elektrický a tepelný výkon mikrokogeneračnej jednotky musia čo najlepšie kopírovať spotreby objektu. Rodinný dom, ako miesto inštalácie mikrokogeneračnej jednotky, je pomerne špecifický pre svoju výrazne premenlivú spotrebu elektrickej a tepelnej energie, tá je náročne predpokladateľná a preto

je zložité zosúladiť elektrický a tepelný výkon mikrokogeneračnej jednotky s potrebou rodinného domu. V dnešnej dobe smart technológií použiteľných v rodinných domoch je možné už pri návrhu inštalácie mikrokogeneračnej jednotky poznať reálnu spotrebu elektrickej a tepelnej energie v danom objekte v priebehu celého roku z jednoduchých meraní, ktoré táto technológia poskytuje. Tieto výsledky sú vstupnými údajmi pre výpočet počtu prevádzkových hodín mikrokogeneračnej jednotky v roku, zaťažovateľa a z toho vyplývajúce množstvo vyprodukovaného tepla a elektrickej energie, doby návratnosti investície a pod.

1.1 Modelový rodinný dom

Rodinný dom, v ktorom bolo uvažované s inštaláciou mikrokogeneračnej jednotky s palivovými článkami na zemný plyn, je novostavba obývaná štvorčlennou rodinou (kolaudácia v roku 2017), nachádza sa v blízkosti Žiliny, je to dvojpodlažný dom s plochou strechou, so zastavanou plochou 100 m^2, postavený v nízkoenergetickom štandarde. Rodinný dom je vybavený smart technológiami pre inteligentné domy, ktoré poskytujú nielen výrazne vyšší komfort bývania, ale v tomto prípade aj dôležité dáta o spotrebe elektrickej energie a tepla počas ktoréhokoľvek obdobia v roku. V súčasnosti je v dome ako zdroj tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody využívaný kondenzačný kotol na zemný plyn, elektrická energia je dodávaná z vonkajšej rozvodnej elektrickej siete.

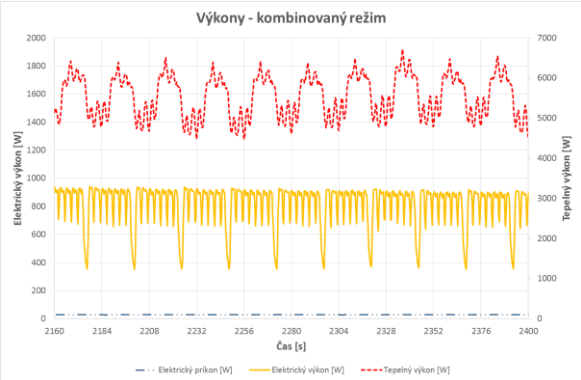
1.2 Princíp testovania

Údaje o spotrebe elektrickej a tepelnej energie boli zaznamenávané počas celého roku 2018 a slúžili na vytvorenie zaťažovacieho algoritmu, podľa ktorého bola mikrokogeneračná jednotka s palivovými článkami zaťažovaná v laboratórnych podmienkach Žilinskej univerzity. Ako elektrická záťaž tejto jednotky slúžil odporník (reostat – rezistor s plynule meniteľným elektrickým odporom), teplo bolo marené v teplovzdušnej jednotke alebo v doskovom výmenníku ochladzovanom prietokovým termostatom. Prevádzka a meranie elektrického a tepelného výkonu mikrokogeneračnej jednotky prebiehalo v automatickom režime, všetky konštanty a nastavenia boli získané zo zaťažovacieho algoritmu. Tento algoritmus v súčasnosti predpokladá využitie tepla z mikrokogeneračnej jednotky vo vykurovacom systéme a systéme prípravy teplej vody rodinného domu a využitie elektrického výkonu tejto jednotky len na spotrebu v rodinnom dome, bez možnosti predaja nadbytočnej elektrickej energie do vonkajšej rozvodnej siete alebo jej akumulácie do elektrických akumulátorov pre pokrytie prípadného neskoršieho zvýšeného odberu elektrickej energie.

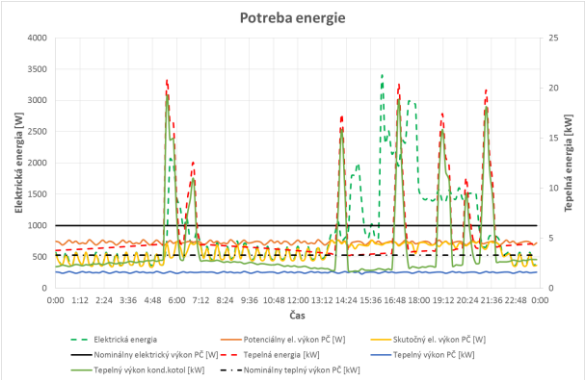
2. SIMULOVANÁ CELOROČNÁ PREVÁDZA MIKROKOGENERAČNEJ JEDNOTKY

Použitá mikrokogeneračná jednotka na simulovanie celoročnej prevádzky v rodinnom dome využíva modul palivových článkov s technológiou SOFC (vysokoteplotný keramický palivový článok s pracovnou teplotou 830 °C), s nominálnym elektrickým výkonom 1 kW_e a tepelným výkonom palivového článku 1,8 až 3,3 kW_t. Jednotka je doplnená o kondenzačný kotol s tepelným výkonom 7,0 až 20,0 kW_t, ktorý pokrýva prípadnú zvýšenú potrebu tepla. Jednotka je schopná pracovať v režime palivového článku, kondenzačného kotla alebo v oboch režimoch súčasne. Ako palivo jednotka využíva zemný plyn, vodík pre modul palivových článkov získava parciálnou oxidáciou CH_4. Mikrokogeneračná jednotka v režime palivového článku nepatrí medzi pružné zdroje elektrickej a tepelnej energie, z dôvodu pomalej zmeny výstupného elektrického výkonu je optimálna prevádzka na nominálny elektrický výkon.

Štart mikrokogeneračnej jednotky, ak nie je modul palivových článkov zohriaty na prevádzkovú teplotu trvá približne 45 hodín (výstupný el. výkon 0 W_e až 1000 W_e, prevádzková teplota modulu palivových článkov 20 °C až 830 °C), štart zo stand-by režimu, kedy je modul palivových článkov udržiavaný na prevádzkovej teplote trvá približne 2,5 hodiny (výstupný el. výkon 0 W_e až 1000 W_e, prevádzková teplota modulu palivových článkov 830 °C), reakcia na zmenu požadovaného výstupného elektrického výkonu je približne 2 minúty. Simulovaná prevádzka jednotky prebiehala v automatickom režime, vhodnosť použitia jedného z troch režimov práce bola volená podľa zaťažovacieho algoritmu.

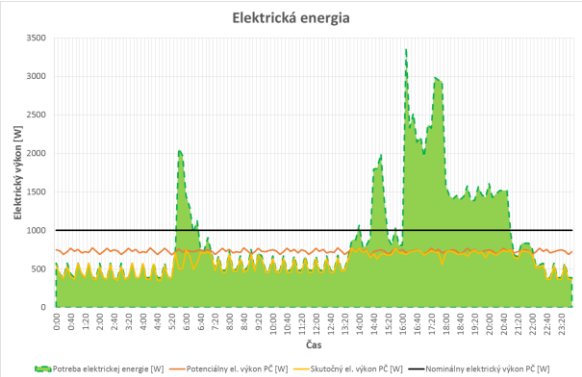


Obr. 1 Priebeh elektrického a tepelného výkonu počas kombinovaného režimu

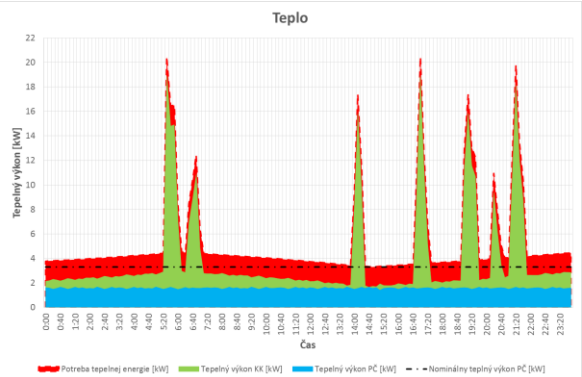


Obr. 2 Priebeh potreby elektrickej a tepelnej energie

Pre grafické spracovanie bol vybraný najchladnejší zimný deň v roku 2018 s najnižšou nočnou teplotou -15 °C a najvyššou dennou teplotou -8 °C, kedy bol najväčší predpoklad na optimálne využitie potenciálu mikrokogeneračnej jednotky. Obr. 1 ukazuje priebeh výstupného tepelného a elektrického výkonu mikrokogeneračnej jednotky v kombinovanom režime, počas ktorého dochádza k zníženiu výstupného el. výkonu z nominálnej hodnoty 1000 W_e a osciluje okolo hodnoty 800 W_e. Tento nepriaznivý fenomén je spôsobený spoločným kondenzačným výmenníkom tepla pre palivový článok a integrovaný plynový kotol. Obr. 2 ukazuje priebeh potreby elektrickej a tepelnej energie v rodinnom dome a je do značnej miery ovplyvnený denným režimom obyvateľov a ročným obdobím. Stálu spotrebu elektrickej energie tvoria zariadenia v stand-by režime a premenlivú spotrebu zariadenia, ktorých chod ovplyvňujú obyvatelia domu (osvetlenie, el. spotrebiče dennej potreby,...). Spotreba tepelnej energie závisí od tepelnej straty objektu a vysoké nárasty spotreby sú pravdepodobne zapríčinené prípravou teplej vody.



Obr. 3 Priebeh potreby el. energie a vyprodukovanej el. energie mikrokogeneračnou jednotkou



Obr. 4 Priebeh potreby tepla a vyprodukovaného tepla mikrokogeneračnou jednotkou

Obr. 3 detailne ukazuje priebeh 24-hodinovej potreby elektrickej energie v danom rodinnom dome a priebeh vyprodukovanej elektrickej energie mikrokogeneračnou jednotkou

v kombinovanom režime. Jednotka v nočných hodinách a časti dňa, kedy obyvatelia nie sú prítomní pokrýva len spotrebu zariadení v stand-by režime a zariadení cyklicky spínaných. Počas ostatnej časti dňa pracuje jednotka na maximálny možný elektrický výkon, ale kvôli práci v kombinovanom režime nedosahuje nominálny elektrický výkon 1000 W_e, zvyšná potrebná elektrická energia je dodávaná z verejnej rozvodnej siete. Obr. 4 ukazuje priebeh potreby tepla v danom rodinnom dome a priebeh vyprodukovaného tepla mikrokogeneračnou jednotkou v kombinovanom režime práce. Počas celého dňa modul palivových článkov jednotky nedosahoval maximálny tepelný výkon 3,3 kW_t, jeho hodnota oscilovala okolo 1,5 kW_t. Počas noci a časti dňa, kedy obyvatelia nie sú prítomní je nízky tepelný výkon spôsobený nízkou potrebou elektrickej energie, počas ostatnej časti dňa bol predpokladaný nárast tepelnej energie v dôsledku nárastu produkcie elektrického výkonu ale toto nenastalo. Príčinou približne konštantného tepelného výkonu je spôsob regulácie výstupného elektrického výkonu mikrokogeneračnej jednotky a využívanie zóny dohárania za modulom palivových článkov na premenu nezreagovaného zemného plynu na teplo. Zvyšná časť požadovanej tepelnej energie je produkovaná v integrovanom plynovom kotly. Na ohrev teplej vody v zimnom období bol použitý výhradne kondenzačný kotol. Kvôli nízkemu tepelnému výkonu palivových článkov by bola dĺžka ohrevu neprijateľne dlhá. Ohrev teplej vody palivovými článkami by mohol byť použitý najmä pri rannom prediktívnom ohrievaní zásobníka a počas prechodových vykurovacích období, avšak nízka potreba elektrickej energie v nočných hodinách a z toho vyplývajúci nízky tepelný výkon by tento čas ešte predĺžil.

3. ZÁVER

Simulovaná celoročná prevádzka mikrokogeneračnej jednotky s palivovými článkami na zemný plyn poukázala na zložitosť správneho návrhu inštalácie takejto jednotky v rodinnom dome pre jeho špecifickú premenlivú spotrebu elektrickej energie a tepla. V dnešnej dobe výrazne úsporných elektrických zariadení domov sa javí nominálny elektrický výkon danej jednotky ako nevyužiteľný, počas celoročnej prevádzky by bola jednotka schopná nahradiť len 24 % z celkovej ročnej spotreby elektrickej energie objektu. Návratnosť investície je pri využití nominálneho elektrického výkonu v ráde desaťročí, laboratórna prevádzka podľa zaťažovacieho algoritmu, ktorý vychádza z reálneho priebehu celoročnej spotreby elektrickej energie a tepla v rodinnom dome, túto dobu ešte výrazne predlžuje. Vhodnejšia inštalácia mikrokogeneračnej jednotky tohto typu by bola v prípade možnosti predaja nadbytočnej elektrickej energie do rozvodnej siete, prípadne v možnosti jej akumulácie, alebo v objekte, kde je minimálny požadovaný elektrický výkon pre zariadenia v stand-by režime vyšší ako nominálny elektrický výkon jednotky, jednotka by pracovala len v režime palivového článku, čo by vyžadovalo ešte iný oddelený zdroj tepla.

Poďakovanie
Úloha je realizovaná v rámci riešenia projektu APVV-15-0778 „Limity radiačného a konvekčného chladenia cez fázové zmeny pracovnej látky v slučkovom termosifóne“

Literatúra

[1] DVORSKÝ, E. - HEJTMÁNKOVÁ, P.: Kombinovaná výroba elektrické a tepelné energie, Technical literature BEN., Praha 2005.
[2] PEHNT, M., CAMES, M., FISCHER, C., PRAETORIUS, B., SCHNEIDER, L., SCHUMACHER, K., VOß, J.P.: Micro Cogeneration, Towards Decentralized Energy Systems, Springer, Berlin, 2006
[3] Technická dokumentácia mikrokogeneračnej jednotky s palivovým článkom Hexis Galileo, Hexis, a.g.

V. SEKCIA

SÚSTAVY CZT A OST

vedie: prof. Ing. Ján Takács, PhD.

- ***Ján Sadlek***
- ***Svatoslav Ježek***
- ***László Garbai, Andor Jasper, Jenő Kontra***
- ***Miroslav Havrlent***
- ***Ján Takács, Soňa Gažíková***
- ***Jenő Kontra, László Garbai***

AKUMULÁCIA TEPLA V SYSTÉMOCH CZT

Ing. Ján Sadlek
Veolia Energia Slovensko, a.s.
Einsteinova 25
851 01 Bratislava
e-mail: jan,sadlek@veolia.com

Abstrakt
Akumulácia tepla v systémoch CZT je široký pojem s veľkým počtom riešení. Príspevok poukazuje na prevádzkové stavy, ich príčiny, možnosti riešenia a tiež modelový príklad vplyvu akumulácie tepla na zmenu fyzikálnych parametrov v sústave centralizovaného zásobovania teplom a jej globálny dopad. Podklady sú použité z reálnych prevádzok. Cieľom príspevku je upriamiť pozornosť odbornej verejnosti na dôležitosť akumulácie tepla v celom systéme jeho výroby, distribúcie a spotreby.

1. ÚVOD

Snaha efektívne prevádzkovať zariadenia, ktoré sú súčasťou systému centralizovaného zásobovania teplom, vedie k analýzam príčin a možností ako sa vysporiadať s nežiadúcimi stavmi v zásobovaní energiami.

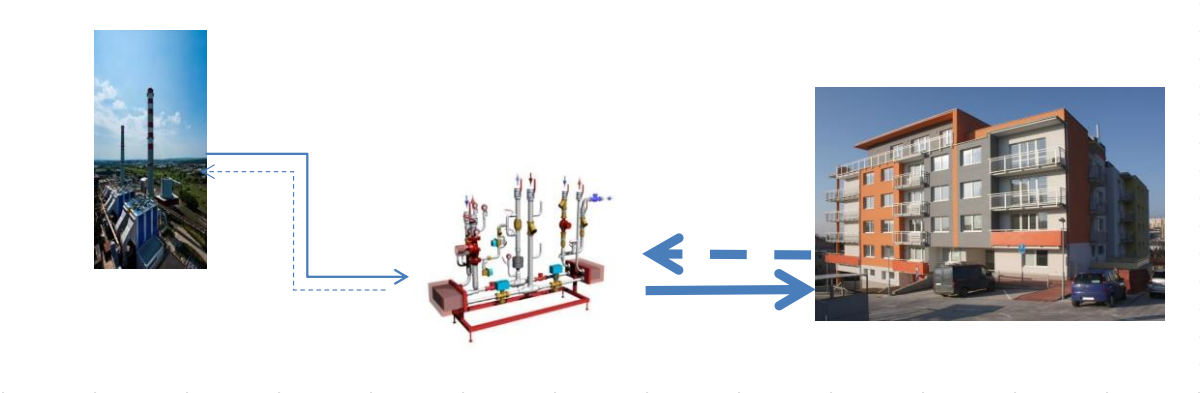
Rýchly technologický vývoj v 90 – tych rokoch minulého storočia a rozvoj digitalizácie v novom tisícročí spôsobili odklon od pôvodných konceptov riešení zdrojov tepla, distribučných sietí aj samotných spotrebiteľských objektov. Spoločnou črtou riešení posledných desaťročí je postupná strata akumulačnej schopnosti v celom systéme od zdroja po spotrebič tepla a tiež uplatňovanie rýchlych technológií.

Dôsledkom sú zvýšené nároky na zdroj tepla a regulačnú techniku, ktoré musia riešiť nielen výkyvy počasia, ale aj odlišné správanie užívateľov energie a systémové chyby.

Príspevok rieši prehľad rôznych prevádzkových stavov v odlišných sústavách CZT, snaží sa odhaliť ich príčiny, popísať možnosti zlepšenia a hlavne ponúknuť pohľad na vplyv akumulácie v jednotlivých častiach systému na prevádzkové parametre.

1.1 Sústava centralizovaného zásobovania teplom

Je tvorená zdrojom tepla, distribučnou sústavou a objektami spotreby energie. Jednotlivé časti sústavy sa navzájom ovplyvňujú a preto je dôležité venovať pozornosť návrhu a prípadne úpravám všetkých prvkov.



Obr. 1 Principiálna schéma CZT

Podľa pripojenia objektov spotreby k zdroju tepla rozlišujeme CZT na:

- tlakovo závislé (objekty spotreby výrazne ovplyvňujú chod zariadení zdroja tepla)
- tlakovo nezávislé (objekty spotreby nepriamo ovplyvňujú chod zariadení zdroja tepla)

Zdrojmi tepla v závislosti od veľkosti a rozľahlosti sústavy CZT môžu byť elektrárne s odberom tepla (EBO, ENO), mestské teplárne, výhrevne a kotolne. Ich vnútorné technologické zariadenia majú vlastné technické limity, dané použitou technológiou výroby. Palivová základňa sa postupne mení a stáva sa rôznorodá (jadrové palivo, čierne uhlie, hnedé uhlie, drevná biomasa, poľnohospodárska biomasa, bioplyn, zemný plyn, komunálny odpad, elektrina, odpadové teplo z výrobných procesov, slnečná energia, geotermálna energia, vzduch a pod.)

Distribučné siete sa delia podľa vyhotovenia:

- nadzemné
- zemné (kanálové, bezkanálové)
- v objektoch

Podľa architektúry sa tepelné siete členia na:

- dvojrúrkové (spoločná dodávka tepla ÚK, TV a VZT)
- trojrúrkové (spoločné vratné potrubie ÚK, TV a VZT)
- štvorrúrkové (oddelená dodávka ÚK a TV)

V neposlednom rade delíme tepelné siete podľa teplonosnej látky:

- parné
- vodné (horúcovodné, teplovodné)
- iné (iná pracovná látka ako voda)

Objektami spotreby sú budovy a technologické zariadenia. V princípe možno povedať, že práve objekty spotreby určujú podmienky v chovaní sa celej sústavy CZT a jej jednotlivých prvkov.

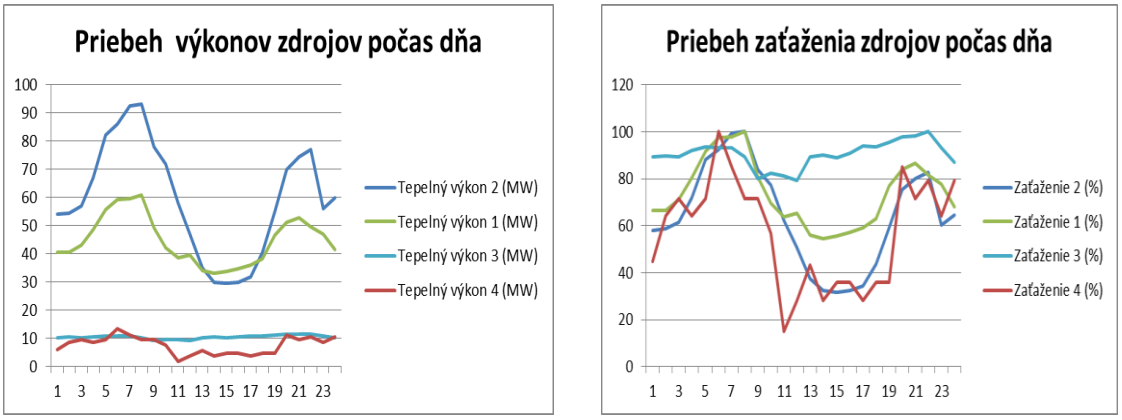
1.2 Objekty spotreby

Technologické odberné zariadenia sú viac dynamické ako budovy a výrazne ovplyvňujú režim odberu tepla v odbernom mieste. Tento režim samozrejme následne ovplyvňuje charakter distribúcie a výroby. V podmienkach Slovenska sa technologické odbery zväčša nachádzajú

v rozľahlejších sústavách CZT (Žilina, Trnava, Žiar nad Hronom), hoci takýto charakter odberu tepla sa môže vyskytnúť aj v menšej sústave.

Budovy majú dominantné zastúpenie v objektoch spotreby. Líšia sa vekom, vyhotovením stavebnej obálky a z nech vyplývajúcej tepelnej ochrany, stupňom nainštalovanej regulácie a samotným režimom využívania energie.

Nasledujúci graf zobrazuje priebehy dodávok tepelného výkonu vo viacerých väčších sústavách CZT počas dňa.



a) b)

Obr. 2 a) denné výkony, b) denné zaťaženie

Z nich môžeme zistiť veľkú zmenu výkonov a samotného zaťaženia zdroja v typický deň prechodného obdobia, kedy je rozptyl teploty v priebehu dňa 5 – 8 °C. Na predmetné sústavy CZT sú napojené rôzne budovy, ktoré tvoria mix ťažších a ľahších konštrukcií, zateplených a nezateplených konštrukcií a v neposlednom rade bytových a nebytových odberov. Tieto faktory sa podieľajú na charaktere odberu, ale aj tepelnej zotrvačnosti odberu tepla.

Stav, zobrazený na predchádzajúcich grafoch, nie je v sústave CZT 1, 2 a 4 žiadúci a je potrebné hľadať optimalizáciu v režime výroby, distribúcie a spotreby tepla.

2. AKUMULÁCIA TEPLA

Grafy 2a a 2b pre SCZT 1, 2 a 4 vypovedajú o existencii malého podielu akumulácie tepla v celom systéme od výroby až po spotrebu. To spôsobuje veľké a v čase intenzívne zmeny, prejavujúce sa ako na strane spotreby, tak na strane výroby. Aké sú možnosti optimalizácie?

2.1 Akumulácia v objektoch spotreby

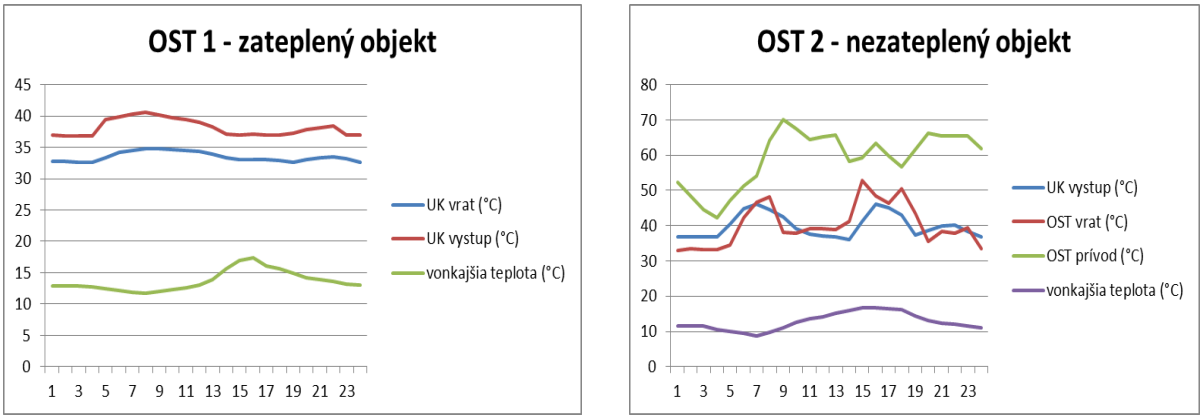
Technologický odber je závislý od viacerých faktorov podľa výrobného procesu (opakovateľnosť, stálosť, technologický postup a pod.) a je komplikované nájsť optimum medzi požiadavkami zdroja a spotrebičov. Najmä, ak sú to dva navzájom odlišné subjekty. Zladenie výroby a spotreby je v takomto prípade obtiažne a vyslovene závisí od dohody subjektov.

Odber budov je v inej kategórii. Je viac predvídateľný a dá sa viac riadiť. Z pohľadu akumulačnej schopnosti budovy je úplne na začiatku architektonický a projekčný návrh stavebných konštrukcií a ich zladenie s budúcim užívaním budovy.

Architekt a projektant má možnosť voľby materiálov, ale aj systémov vykurovania, vetrania a chladenia, čím ovplyvňujú vlastnosť budovy z hľadiska úniku a krytia tepelných strát a ziskov, čo v konečnom dôsledku vplýva na schopnosť budovy viac, alebo menej akumulovať teplo (akumulácia v materiáloch a akumulácia medzi systémami).

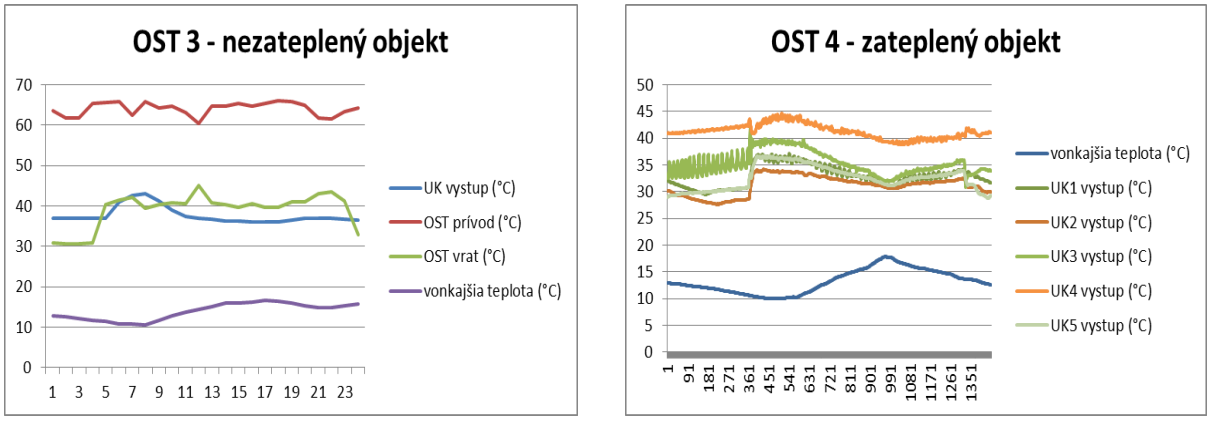
Samotní užívatelia komfortu v budovách vplývajú na odber svojím navoleným režimom. Ide o nastavený teplotný režim vykurovania a teplej vody, dobou a veľkosťou útlmu, spôsobom vetrania a reguláciou vykurovania. Dôležitý je aj nainštalovaný a v realite používaný systém riadenia spotreby, kedy sa dá vhodne kombinovať príjem vonkajších a vnútorných tepelných ziskov s vykurovaním a krytím tepelných strát objektu.

Vplyv útlmu v rôznych budovách je možné pozorovať z nasledujúcich grafických priebehov počas dňa.



a) b)

Obr. 3 a) ÚK pre zateplený BD b) ÚK pre nezateplený BD

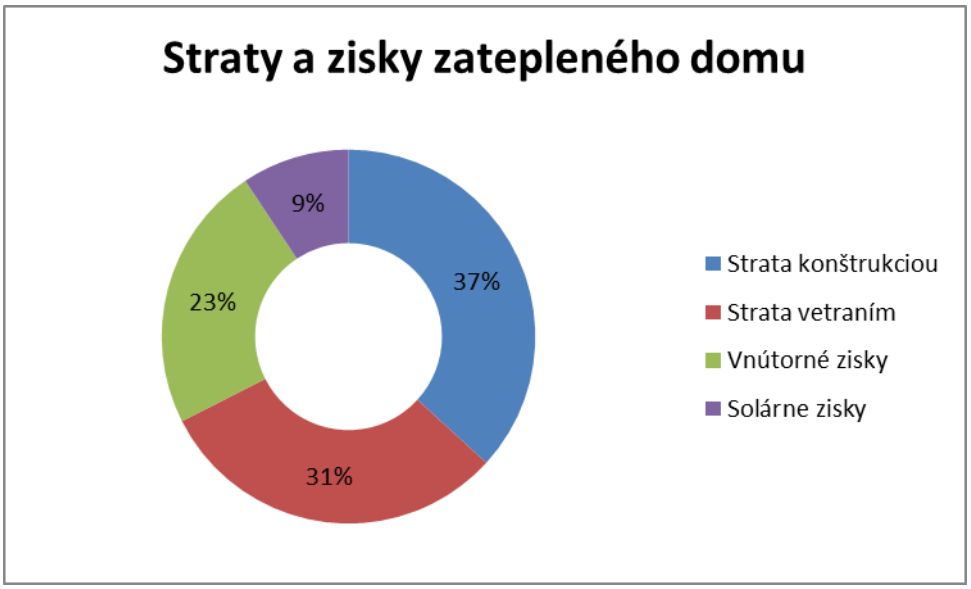


a) b)

Obr. 4 a) ÚK pre nezateplený BD b) ÚK pre zateplený polyfunkčný BD

Z priebehov je možné konštatovať, že pri zateplených objektoch nie je po nočnom útlme potrebný výrazný špičkový nárast vykurovacej teploty v ranných hodinách a tým je negatívny vplyv na zdroj tepla menší.

Väčšinový odber v CZT tvoria bytové objekty. Z certifikačného posudzovania bytových objektov je vzájomný pomer tepelných strát a ziskov približne nasledovný:



Obr. 5 Pomer ziskov a strát v zateplenom bytovom dome

Z grafu je zrejmé, že zisky sa prakticky vykrývajú so stratami vetraním a reálna možnosť akumulácie v budovách je daná konštrukciami a zabudovanými systémami.

2.2 Akumulácia v distribúcii

Distribučná sieť má možnosť akumulovať teplo časovo obmedzeným zvýšením teploty teplonosnej látky. Na veľkosť takto dosiahnutej akumulácie vplýva okrem stanovenej akumulačnej teploty aj objem teplonosnej látky v sústave, čo súvisí s dimenzovaním tepelnej siete.

Vo všeobecnosti tepelné siete, budované v minulosti, majú väčšiu mieru predimenzovanosti, čo súvisí s poklesom odberu, respektíve s neuskutočnením plánovaného odberu.

Akumuláciu v tepelnej sieti delíme na:

- akumulácia v prívodnom potrubí
- akumulácia vo vratnom potrubí
- akumulácia v prívodnom aj vratnom potrubí

Distribučná akumulácia má zmysel pri dlhších rozvodoch tepla z dôvodu väčšieho objemu teplonosnej látky a dlhšieho času prenosu tepla od zdroja k objektom spotreby, preto je zväčša využívaná vo veľkých sústavách aj v spojitosti so súčasnou výrobou elektriny a tepla, prípadne k eliminácii vplyvu časového oneskorenia (Nováky – Prievidza, EBO – Hlohovec – Trnava, Bratislava, Košice, Levice, Žiar nad Hronom).

Protiakumulačné opatrenia v distribúcii zahŕňajú nočný útlm teploty teplonosnej látky, čím sa ešte znásobuje efekt ranných špičiek. Dobiehanie deficitu tepelného výkonu sa deje preto operatívne zvyšovaním prietoku a s ním súvisiacim dynamickým tlakom a namáhaním tepelnej siete.

Do rozsahu distribúcie zaraďujeme aj centrálne a objektové odovzdávacie stanice tepla. V nich je možnosť riešiť akumuláciu pri príprave teplej vody s využitím akumulačných zásobníkov (zásobníkový ohrev, zmiešaný ohrev). Na akumulačnú schopnosť celej sústavy vplýva aj veľkosť útlmov na strane ÚK a TV.

2.3 Akumulácia v tepelnom zdroji

Zdroj tepla má možnosti akumulácie prakticky dvoma spôsobmi:

- krátkodobé zvýšenie/zníženie teploty teplonosnej látky voči diagramu
- akumulátor tepla

Prvý spôsob operatívne reaguje na výkyv v tepelnom výkone a súvisí s čiastočným systémom akumulácie v tepelnej sieti.

Obr. 6 Akumulátor tepla v Odense

Zaradenie akumulátora do zdroja tepla je systémové opatrenie, najčastejšie súvisiace so súčasnou výrobou elektriny a tepla a v budúcnosti bude hrať významnejšiu úlohu pri rastúcom podiele OZE na výrobe energií.

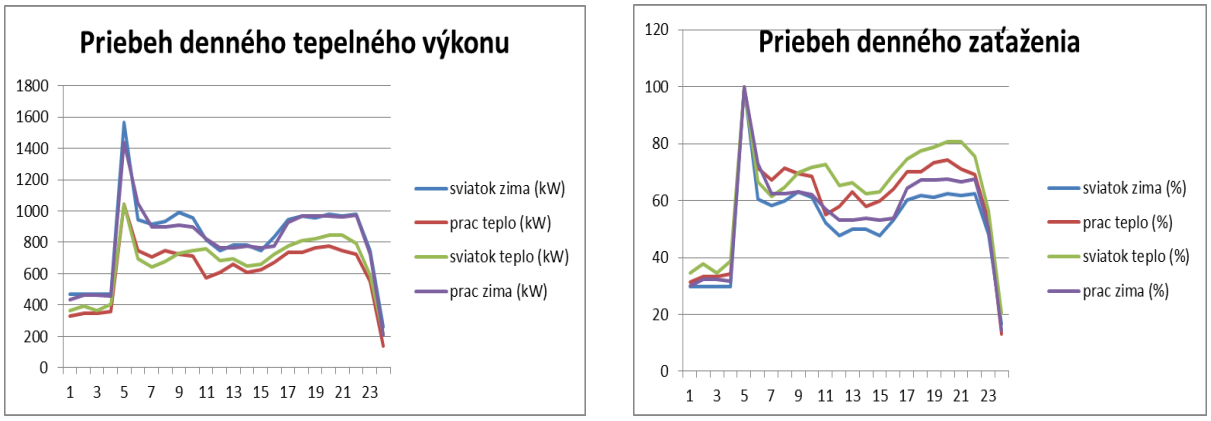
V podmienkach Slovenska realizovala takéto riešenie napríklad spoločnosť Žilinská teplárenská, a.s. (1 zásobník o objeme 3 400 m3, 200 MWh), v Českej republike spoločnosť Teplárny Brno v prevádzke Červený Mlýn (2 zásobníky o celkovom objeme 9 900 m3, 345 MWh), v Dánsku tepláreň v Odense (1 zásobník o objeme 63 000 m3, 1 500 MWh).

V závislosti od lokálnych podmienok každej sústavy CZT je pri návrhu akumulátora zohľadniť veľkosť akumulácie (energia v zásobe), teplotu média a tiež rýchlosť nabíjania a vybíjania.

2.4 Zmiešaná akumulácia

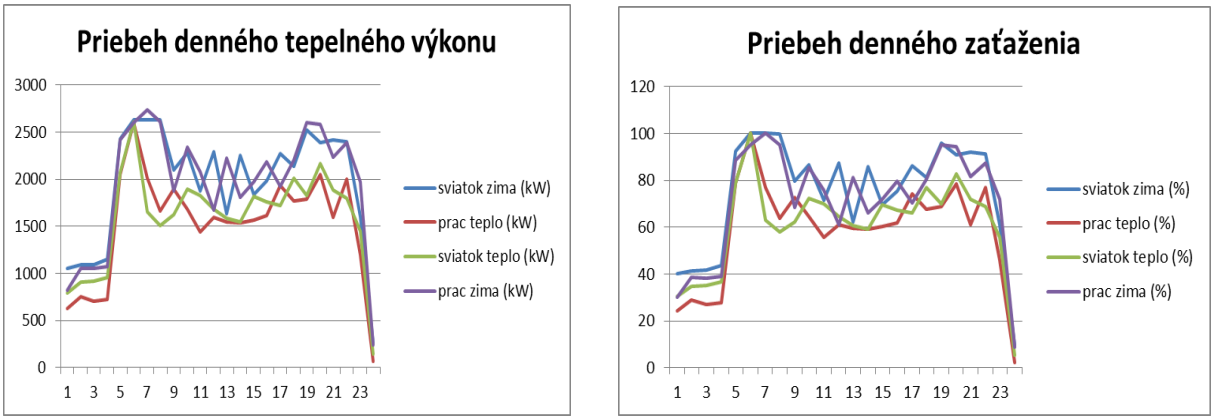
Uplatňuje sa najčastejšie, pretože dokáže pri najmenších nákladoch zohľadniť prirodzené možnosti akumulácie v objektoch spotreby, v distribúcii aj v zdroji tepla.

V nasledujúcich grafoch je vidieť vplyv veľkosti distribučnej sústavy na rannú špičku (objekty spotreby sú rovnakého vyhotovenia aj s rovnakým režimom odberu tepla (vysoký nočný útlm vykurovacej teploty, nočné odstavenie prípravy teplej vody). Ide o bytové domy. Zdrojom tepla je vždy teplovodná plynová kotolňa.



a) b)

Obr. 7 Menší okruh a) denný výkon b) denné zaťaženie



a) b)

Obr. 8 Väčší okruh a) denný výkon b) denné zaťaženie

Menší okruh sa vyznačuje veľkou rannou špičkou a potrebou krátkodobého štartu ďalšieho kotla v kaskáde, rozptyl tepelného výkonu počas dňa mimo útlmu je v rozmedzí 50 – 100 %, útlmový výkon na úrovni 30 % maxima.

Väčší okruh má rannú špičku menej výraznú a viac rozloženú v čase, odpadá potreba štartu ďalšieho kotla v kaskáde. Rozptyl tepelného výkonu počas dňa mimo útlmu je v rozmedzí 60 – 100 %, útlmový výkon na úrovni 30 – 40 % maxima.

Pozitívnejší vplyv na chod zdroja je spôsobený podstatne väčším objemom vody v distribučnom systéme, ktorý pôsobí ako prirodzený akumulátor a tlmič odberových špičiek.

3. DOPAD AKUMULÁCIE NA EKONOMIKU A ŽIVOTNÉ PROSTREDIE

Jednotlivé súčasti systému CZT pri svojej prevádzke vykazujú charakteristické ukazovatele energetickej účinnosti. Ak by sme hodnotili všeobecný systém CZT podľa obr. 1, potom ukazovatele energetickej účinnosti sú približne v hodnotách podľa tab. 1. Tá uvádza tzv. reverzný tok energie od miesta spotreby (označenej ako 100 jednotiek energie) po vstup energie do zdroja.

Tab. 1 Tok energie od zdroja po spotrebu pri CZT

Energia v palive	Účinnosť zdroja	Účinnosť prim. rozvodu	Účinnosť OST	Účinnosť sek. rozvodu	Spotreba energie
116	0,95	0,94	0,99	0,96	100

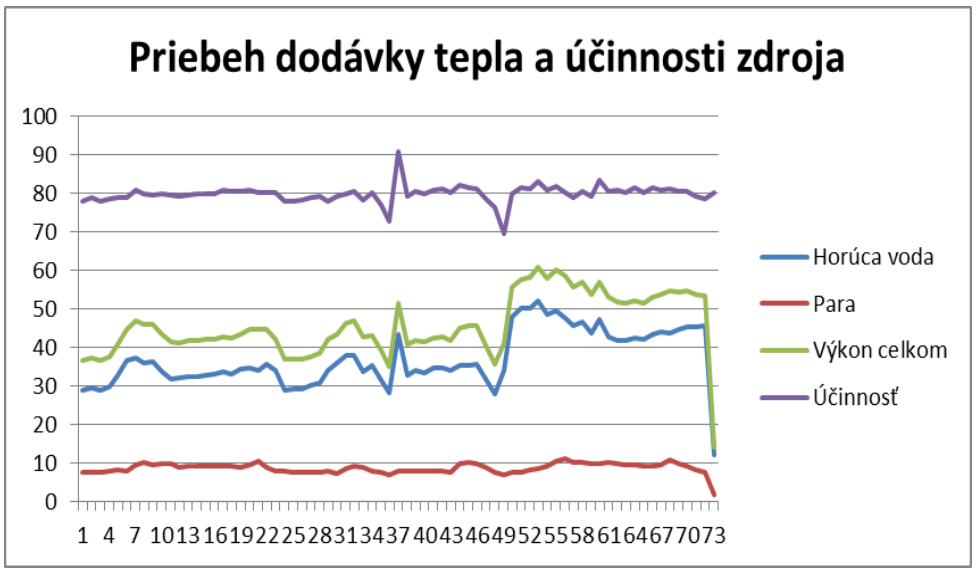
Uvedený prístup prehľadne hodnotí celý systém CZT vrátane vplyvu jej jednotlivých častí, je však charakteristický pre monovýrobu tepla. Pri kombinovanej výrobe elektriny a tepla a pri použití OZE zdrojov je nutné prístup revidovať ako z hľadiska energie, tak z hľadiska následných emisií cez emisné faktory.

3.1 Modelový príklad z prevádzky plynovej spaľovacej turbíny

Rozkmit požadovaného tepelného výkonu zo zdroja tepla môže niekedy narážať na technologické obmedzenia samotných zdrojov. Napríklad veľké sústavy CZT (ale všeobecne to platí pre každú sústavu a do budúcnosti stále viac) môžu mať technologicky rôznorodú skladbu zdrojov. Jedným z možných zdrojov je plynová spaľovacia turbína s regeneračným kotlom na využitie odpadného tepla spalín.

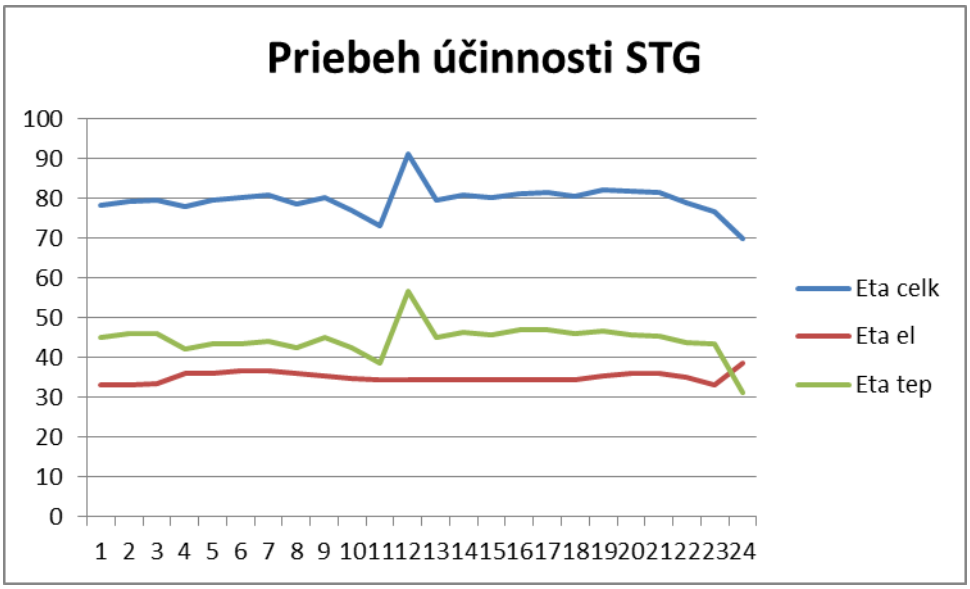
U takéhoto zdroja už posudzujeme dva energetické produkty – elektrinu a teplo. V prípade konkrétnej turbíny a kotla ide dokonca o kombináciu tepla vo forme pary a horúcej vody.

Nasledujúci graf ukazuje priebeh dodávaného tepelného výkonu u oboch produktov a účinnosť zdroja energií počas 3 dní prechodného obdobia, kedy kolísala teplota vonkajšieho vzduchu od 11 °C do 20 °C.



Obr. 9 Reálny výstup kombinovaného zdroja v prechodnom období

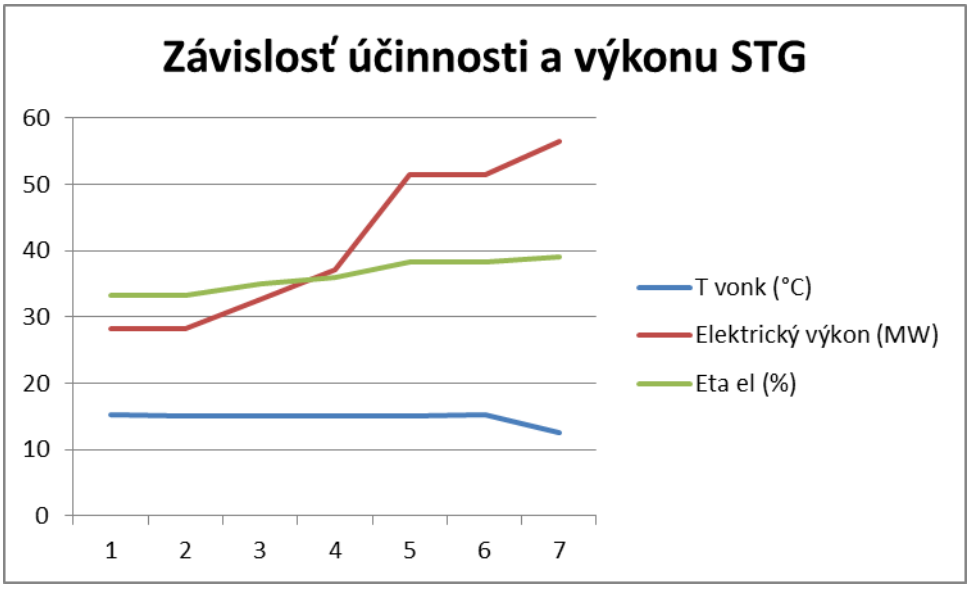
Pri relatívne ustálenej dodávke pary bol horúcovodný výstup do sústavy CZT rozkolísaný a závislý od podmienok v sústave. V posudzovanom období bol okrem kombinovaného zdroja v prevádzke iný zdroj s monovýrobou tepla, ktorý kryl výkyvy odberu sústavy a dispečer oba zdroje zlaďoval z pohľadu ich prevádzkovateľnosti.



Obr. 10 Rozloženie účinnosti kombinovaného zdroja počas dňa prechodného obdobia

V strede posudzovaného obdobia bola urobená vzorka údajov o spotrebe paliva a výrobe jednotlivých druhov energií a z nich vypočítané účinnosti kombinovaného zdroja (elektrická, tepelná, celková – obr. 10).

Kolísanie elektrickej účinnosti súviselo s čiastočným zaťažením turbíny a to s veľkosťou požadovaného tepelného výkonu. Z reálnych údajov bola zostrojená závislosť elektrickej účinnosti turbíny od jej výkonu pri rovnakej teplote nasávaného vonkajšieho vzduchu pre spaľovanie.



Obr. 11 Rozloženie účinnosti kombinovaného zdroja počas dňa prechodného obdobia

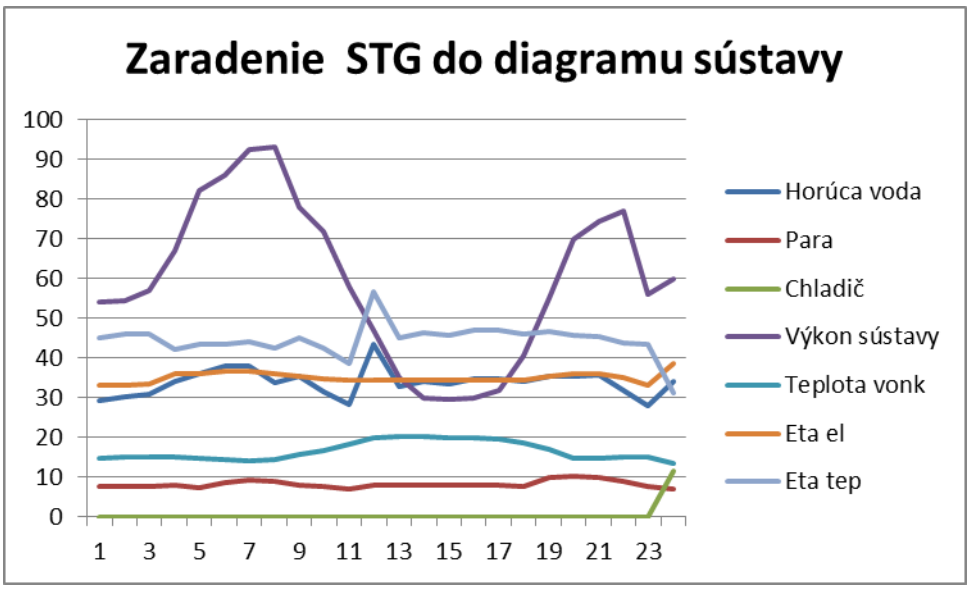
Z grafu je zrejmé, že nižší požadovaný tepelný výkon kombinovaného zdroja a tým znížený odpovedajúci elektrický výkon sa negatívne prejavili na hodnotách elektrickej účinnosti. Spaľovacia turbína bola vynútene prevádzkovaná pod nominálnymi hodnotami výkonov, čo znížilo elektrickú účinnosť.

3.2 Model prevádzky plynovej spaľovacej turbíny s akumuláciou tepla

Hodnotením vybraného dňa prechodného obdobia z pohľadu potreby tepla do sústavy a možností kombinovaného zdroja pri využití akumulácie tepla v akumulátore sme namodelovali fiktívnu, ale reálnu prevádzku spaľovacej turbíny bez vonkajších obmedzení. Uvažované bolo len s obmedzením z titulu vonkajšej teploty – čiže teploty spaľovacieho vzduchu.

Cieľom takéhoto modelovania bolo zistiť, aký vplyv by mala inštalácia akumulátora v zdroji tepla, prípadne čiastočná akumulácia v tepelnej sieti na prevádzku kombinovaného zdroja a ako by takáto prevádzka ovplyvnila celkové nasadzovanie zdrojov tepla v sústave.

Na obr. 12 je znázornený denný priebeh potreby tepelného výkonu v sústave CZT, ktorý sčasti kryl zdroj s plynovou spaľovacou turbínou a v špičkách nabiehal zdroj s monovýrobou tepla.



Obr. 12 Východzie údaje z reálnej prevádzky

Východzím podkladom pre modelovanie vplyvu akumulácie na ekonomiku a životné prostredie boli údaje z vybraného dňa prechodného obdobia a to teplota vonkajšieho vzduchu a požiadavka na tepelný výkon do sústavy.

Vonkajším teplotám boli priradené odpovedajúce elektrické výkony spaľovacej turbíny, potreba elektriny pre vlastnú výrobu elektriny a k nim odpovedajúce tepelné výkony.

Výsledky modelovania sú zhrnuté do nasledujúcej tabuľky.

Tab. 2 Výsledky modelovania

Teoretický dopad akumulácie tepla			
Položka	**Real**	**Teor**	**Delta**
ZP (m3)	235 027	349 069	114 042
Elektrina (MWh)	827	1 395	568
Teplo (MWh)	1 010	1 426	417
Spotreba (MWh)	1 431	1 431	0
Eta celk (%)	79,58	82,18	2,6
Eta el (%)	36,12	40,06	3,94
Eta tep (%)	43,46	42,12	-1,34
CO2 (t)	479	711	232
Úspora CO2 z T (t)	0	-94	-94
Úspora CO2 z E (t)	0	-248	-248
Dopad CO2 (t)	479	369	-110
Úspora ZP z T (m3)	0	-46192	-46 192
Úspora ZP z E (m3)	0	-121929	-121 929
Dopad ZP (m3)	235 027	180 948	-54 079
UPE (MWh)			-577

Pre optimálne využitie kombinovaného zdroja elektriny a tepla je potrebné zvýšenie jeho výkonu na nominálne parametre, odpovedajúce vonkajším podmienkam, najmä teplote nasávaného spaľovacieho vzduchu. Pri takomto režime prevádzky kombinovaný zdroj vyrobí oproti režimu na obr. 12 naviac teplo vo výške 417 MWh a elektrinu vo výške 568 MWh.

Takáto situácia spôsobí, že pre daný denný režim dodávky tepelného výkonu do siete CZT je kombinovaný zdroj schopný akurát pokryť celú dodávku tepla, ale musí v čase nižšieho odberu teplo akumulovať v akumulátore. Zároveň nemusí štartovať zdroj s monovýrobou tepla.

Environmentálny dopad po prepočte vplyvu na iné zdroje výroby energií (horúcovodný kotol, plynová spaľovacia turbína bez dodávky tepla) bol vyčíslený len cez emisiu oxidu uhličitého. Pozitívny vplyv bude samozrejme aj pre iné emisie znečisťujúcich látok, hlavne NOx a CO, keďže sa posudzuje palivová základňa zemný plyn.

Z pohľadu primárnej energie by zmena režimu prevádzky priniesla úsporu 577 MWh za deň.

Modelovanie prinieslo pozitívny ekonomický aj environmentálny dopad, je to však pohľad jedného dňa. Pre rozhodnutie o realizácii akumulátora tepla je potrebné analyzovať obe prechodné obdobia, posúdiť hydrauliku sústavy a na základe toho stanoviť veľkosť akumulátora tepla, ktorý by bol inštalovaný pri kombinovanom zdroji elektriny a tepla.

4. ZÁVER

S rastúcim podielom obnoviteľných zdrojov energie bude rásť aj význam a potreba systémov CZT s akumulačnou schopnosťou tepla. Takéto sústavy v kombinácii so zdrojmi kombinovanej výroby tepla a elektriny budú prispievať k vykrývaniu výkyvov medzi výrobou a spotrebou elektriny z OZE.

Vhodne navrhnutá a aplikovaná akumulácia tepla v systémoch CZT optimalizuje pri zachovaní spotreby energie jej celkovú výrobu a s tým súvisiaci dopad na životné prostredie cez emisie znečisťujúcich látok.

Poznanie vzájomných väzieb medzi spotrebou jednotlivých energií a možnosťami ich zabezpečenia umožňuje nachádzať optimálne spôsoby výroby a distribúcie s cieľom minimalizovať environmentálne dopady. Veľký význam v tomto procese má neustále vzdelávanie a usmerňovanie verejnej mienky.

Literatúra

[1] STN 73 0540-2: Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana. Časť 2: Funkčné požiadavky, 2012
[2] STN 06 0320 Ohrievanie úžitkovej vody. Navrhovanie a projektovanie, 1986, rev. 1989
[3] Časový priebeh denného zaťaženia v rozsiahlych sústavách CZT, Ing. Milan Bartoš, 2015
[4] Teplárenstvo a potrubné siete, Ing. Pavel Michalec, CSc., 1993

VYUŽITÍ BIOPLYNU V CENTRÁLNÍM ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM OBCE KLADRUBY U RADNIC

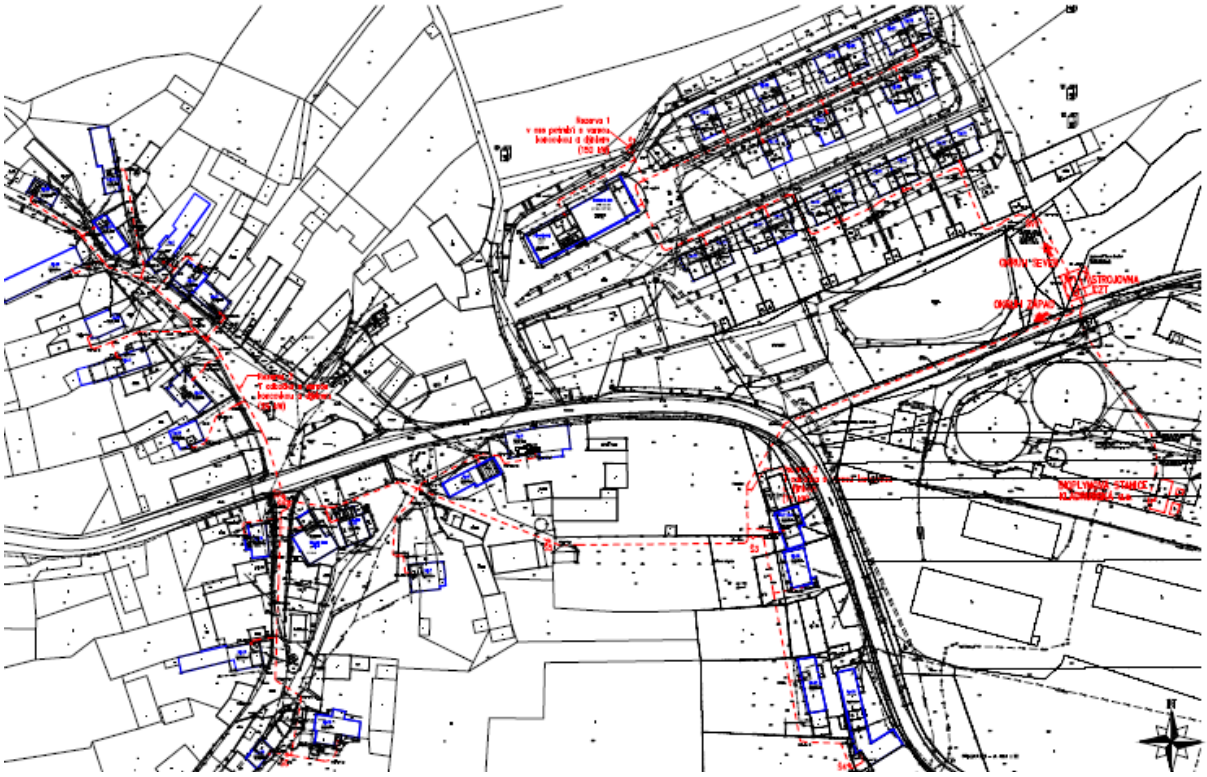
Svatoslav Ježek
ředitel ENERGIE CHYTŘE
projektu společenské odpovědnosti
SYSTHERM s.r.o.
K Papírně 26, 312 00 Plzeň
e-mail: svatoslav.jezek@systherm.com

Abstrakt
Společnost SYSTHERM s.r.o. se dlouhodobě věnuje projekci a dodávkám systémů distribuce tepla s co nejvyšší mírou efektivity pro jejich uživatele s běžném provozu. Tímto způsobem se přistoupilo i k zadání projektu na využití odpadního tepla z bioplynové stanice v obci Kladruby u Radnic. Vedle ekonomických cílů se sledovalo snížení emisní zátěže z lokálních topenišť v obci a vyšší humanizace života obyvatel obce.

1. ÚVOD

Zadáním projektu bylo vybudování teplovodu pro centrální zásobování teplem z bioplynové stanice Kladruby, která je ve vlastnictví společnosti Kladrubské a.s. v obci Kladruby. Realizací tohoto projektu, se výrazně snížily náklady na vytápění obytných i administrativních budov, zvýšila se kvalita života obyvatel obce a současně došlo ke snížení emisní zátěže v oblasti, která je v těsném sousedství přírodního parku Horní Berounka. Například emise $C0_2$ v obci poklesly o více než 290 t/rok.

Obr. 1 Porovnání snímků Kladrub u Radnic s lokálními topeništi a po spuštění CZT



Obr. 2) Projekt tepelných rozvodů byl zpracován v SW HESCOnet®, který byl vznikl ve vývojovém oddělení firmy SYSTHRM, a který výrazně urychluje projekční práce.

2. POUŽITÉ TECHNOLOGIE PRO REALIZACI PROJEKTU

Pro využití maximálního množství zbytkového tepla z kogeneračního zdroje byl navržen spalinový výměník v technologii firmy APROVIS Energy System, který vyrobí tepelnou energii o výkonu 460 kW ze spalin o teplotě 460 °C, které jsou dochlazovány na teplotu 180 °C. Spalinový výměník byl osazen do upraveného výfukového potrubí kogenerační jednotky. Z důvodu zabezpečení spolehlivého provozu soustavy CZT a soustavy vytápění obce Kladruby u Radnic je instalována oddělovací předávací stanice SYSTHERM SYMPATIK VNV s řízením na požadovanou výstupní teplotu.

Tab. 1 Tepelná bilance projektu

TEPELNÁ BILANCE	
Zbytkové teplo z chlazení motoru KJ	579 kW
Zbytkové teplo ze spalinového výměníku KJ	460 kW
Součet množství zbytkového tepla	**1 039 kW**
Potřeba tepla pro technologie – Kladrubská a.s.	100 kW
Potřeba tepla pro CZT obce Kladruby u Radnic:	
- Topný okruh Sever	510 kW
- Topný okruh Západ	429 kW
Součet potřeb tepla	**1 039 kW**

Topná voda ze strojovny kogenerační jednotky je vedena do akumulace, kterou tvoří akumulační nádrže 2 x 16 000 l, které akumulují energii a stabilizují odběrové špičky. Parametry teplonosné látky pro jednotlivé okruhy CZT jsou samostatně regulovány v distribučním uzlu SYSTHERM SYMPATIK VZV.

Součástí distribučního uzlu je také expanzní automat SYSTHERM SYMPATIK PRESSTABIL, který zajišťuje kvalitu teplonosné látky a stabilní tlakové poměry v soustavě. Trasa teplovodních rozvodů obce v délce 1,3 km je vedena ve dvou okruzích, a to Sever a Západ. Pro teplovodní rozvody CZT je navržena technologie předizolovaného potrubí z ohebných plastových trubek v podzemním bezkanálovém provedení od výrobce CALPEX UNO (BRUGG Rohrsysteme).

Tab. 2 Technické parametry okruhu CZT v Kladrubech u Radnic

TECHNICKÉ PARAMETRY	
Okruh CZT	
Konstrukční teplota prim. TS	100 °C
Konstrukční tlak prim. PN	6 bar
Teplonosná látka	voda (upravená)
Tepelný spád zimní provoz	85/65 °C
Tepelný spád letní provoz	60/45 °C
Provozní tlak	5,5 bar
Okruh sever	9 l/s, 180 kPa
Okruh západ	8,5 l/s, 300 kPa

Do každého odběrného místa byla osazena objektová předávací stanice typu SYMPATIK VILA se jmenovitým výkonem 30 kW pro vytápění objektu a 10 kW pro akumulační ohřev TV. Celkový počet odběrných míst v první etapě činí 46 kusů. Provoz spalinového výměníku, strojoven tepla a jednotlivých objektových předávacích stanic je automatický, s nadřazeným centrálním dispečinkem, kde je instalován SW společnosti SYSTHERM s.r.o. – WebHeatControl, který umožňuje online monitorování celého procesu výroby a distribuce tepla.

3. FINANCOVÁNÍ

Na projekt šlo z rozpočtu obce cca 6,9 milionů korun, což je přibližně €275 000. Z této částky 5,5 milionů korun (€220 000) bylo řešeno úvěrem, jehož splátky jsou řešeny z přijatých plateb za teplo.

4. HODNOCENÍ UŽIVATELE

Podle zastupitelstva je v obci výrazně čistší vzduch, v době inverze již není obec, která leží v údolí, zahalena smogem. Pro mnoho občanů dojíždějících za prací se značně zjednodušil život. Starší občané už neřeší změnu bydlení a neustálou pomoc příbuzných.

Tab. 3 Plánované a naměřené hodnoty emisního zatížení po napojení soustavy CZT

TABULKA EMISNÍHO ZATÍŽENÍ			
Název ukazatele	Jednotky	Skutečně dosažené hodnoty monitorovacích indikátorů	Plánované hodnoty monitorovacích indikátorů
Snížení emisí CO_2	t/rok	437,7100	292,5600
Snížení emisí CO	t/rok	9,7560	6,9370
Snížení emisí SO_2	t/rok	4,8940	3,4100
Snížení emisí NO_x	t/rok	0,9640	0,6140
Snížení emisí primárních částic a prekurzorů sekundárních částic	t/rok	7,8011	5,1497
Snížení emisí TZL	t/rok	4,3100	2,7680

5. ZÁVĚR

Společnost SYSTHERM s.r.o. získala za projekt a realizaci akce Využití odpadního tepla bioplynové stanice Kladruby u Radnic titul Český energetický a ekologický projekt a Cenu Ministerstva životního prostředí ČR.

Obr. 3-4 Kogenerační jednotka Kladruby s akumulačními nádržemi 2 x 16 000 litrů
Obr. 5 Kompaktní předávací stanice SYMPATIK VILA-AKU

TÁVHŐRENDSZEREK STATIKUS ÉS DINAMIKUS SZABÁLYOZÁSÁNAK ÚJ ELVEI

NOVÉ POHĽADY NA STATICKÉ A DYMNAMICKÉ REGULÁCIE SÚSTAV ZÁSOBOVANIA TEPLOM

DR. GARBAI László prof. Emeritus[1]
DR. JASPER Andor
DR. KONTRA Jenő prof. emeritus,[2]
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
[1]Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék
[2]Építészmérnöki Kar
garbai@epgep.bme.hu
jasper@epgep.bme.hu
kontra@egt.bme.hu

Abstrakt
A cikkben a távhőrendszerek hőegyensúlyát vizsgáljuk. Számítási modellt adunk arra, hogy különböző üzemeltetési paraméterek – primer és keringetett szekunder tömegáram, továbbá primer és szekunder előremenő vízhőmérsékletek esetén hogyan alakul a távhőrendszer hőegyensúlya, adott külső meteorológiai jellemzők mellett milyen belső hőmérsékletek alakulnak ki az épületekben.
Vizsgálatainkban ismertnek es adottnak tekintjük a távhőrendszer paramétereit, tehát meglévő távhőrendszerről beszélünk. Vizsgálatainkban bevezetjük az úgynevezett hőteljesítmény átviteli tényezőt, amely új számító képlet, és segítségével meghatározható, hogy az említett tényezők beállításával mekkora hőteljesítmény vihető át a hőforrástól az épület belső légterébe, ahonnét az természetesen a határoló falakon keresztül veszteség formájában távozik.

1. BEVEZETÉS

A települések életében igen fontos feladatokat látnak el a hálózatos közművek. A közműhálózatok között a legbonyolultabb technológiát a távfűtések képviselik. A távhőszolgáltatás mind Európában, mind Magyarországon az energetika egyik jelentős ágazata. Igen eszközigényesek, beruházásuk és üzemeltetésük költséges, ugyanakkor az energetikában a szerepük igen nagy, mert helyet és lehetőséget adnak a kapcsolt hő- és villamosenergia termelés megvalósításának továbbá ideális lehetőséget adnak a megújuló energiahordozók felhasználásához és az EU energiapolitikájában fogalmazott irányelvek

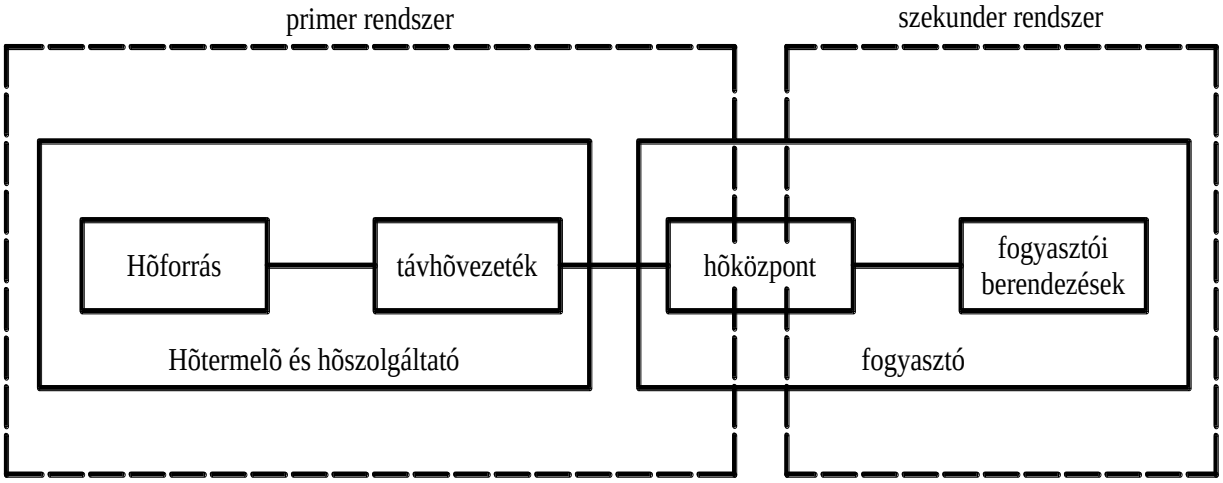
teljesítéséhez. Az elmúlt évtizedekben túlnyomó részt házgyári technológiával épült 650 ezer lakás fűtése távhővel történik.

Távhőrendszerek üzemeltetésének nagy gyakorlati jelentőségű problémája a távhőrendszer hőegyensúlyának számítása változó üzemeltetési paraméterek figyelembevételével. Dolgozatunkban a továbbiakban állandósult állapotokra bemutatjuk az egyes rendszerelemekre az energetikai egyensúlyt bemutató egyenleteket, a hőszállítás és a hőcserélő egyenleteit, amelyek segítségével levezetjük a távhőrendszer hőegyensúlyát bemutató hőteljesítmény átviteli tényezőt.

2. A TÁVHŐRENDSZER HŐEGYENSÚLYA A HŐCSERÉLŐ EGYENLET LINEARIZÁLÁSA ESETÉN

A távhőrendszerek rendszertani-rendszerelméleti modelljét az 1. ábra mutatja. A távhőrendszer fő elemei:

- a hőforrás,
- a primer vezetékhálózat,
- fogyasztói hőközpont,
- a szekunder rendszer, benne a hőleadók és az ellátott lakás,
- határolószerkezetek.



1. ábra: A távhőrendszerek rendszertani-rendszerelméleti modellje

A rendszer üzemeltetésének irányítási, döntési paraméterei:

- a primer előremenő forróvíz hőmérséklet,
- a primer forróvíz térfogatáram,
- a szekunder előremenő melegvíz hőmérséklet,
- a szekunder melegvíz térfogatáram.

Az üzemeltetés során az alábbi feladatot kell modelleznünk:
Állítsuk be a fenti paramétereket a külső meteorológiai tényezők függvényében (külső hőmérséklet) úgy, hogy a lakásokban a kívánt belső hőmérséklet alakuljon ki, és ezzel egyben

megkapjuk azt is, hogy mekkora hőteljesítményt kell ehhez a lakások hőleadóin keresztül a lakások légterébe betáplálnunk. A feladatot stacionárius állapotra oldjuk meg.

Kutatásaink eredményeképpen sikerült egy olyan univerzális egyenletet kifejlesztenünk, amely egybefogja az összes döntési változót, a rendszeren átvihető hőteljesítményt és a beállítani kívánt belső hőmérsékletet.
Egy további probléma, hogy a külső hőmérséklet ugrásszerű, vagy folyamatos időbeli változása esetén milyen módon kell változtatnunk az irányítási paramétereken.

A cikk terjedelmi korlátai miatt, bár ezt a problémát is megoldottuk, ezt a kérdést nem taglaljuk. A hőcserélő egyenlet linearizálásával egy egyszerű, explicit megoldást kapunk, aminek a hibája a legtöbb esetben elhanyagolható.

A megoldás során a Δt_k logaritmikus közepes hőmérséklet helyett az aritmetikai közepes hőmérsékletkülönbséget használjuk fel. Az alapegyenleteket az alábbiakban mutatjuk be.

A primer rendszer hőszállítása:

$$\frac{\dot{Q}}{\dot{m}_1 c_1} = t'_1 - t''_1 \qquad \textbf{(1)}$$

A fűtési hőcserélő hőteljesítménye linearizálva:

$$\frac{2\dot{Q}}{(kA)_{FHCS}} = t'_1 + t''_1 - (t'_2 + t''_2) \qquad \textbf{(2)}$$

A hőleadó hőteljesítménye:

$$\frac{\dot{Q}}{(kA)_{rad}} = \frac{t'_2 + t''_2}{2} - t_b \qquad \textbf{(3)}$$

A lakás hővesztesége:

$$\frac{\dot{Q}}{(kA)_{lakás}} = t_b - t_k \qquad \textbf{(4)}$$

A (1**)** és (2) egyenletek összeadásából:

$$\frac{\dot{Q}}{\dot{m}_1 c_1} + \frac{2\dot{Q}}{(kA)_{FHCS}} = 2t'_1 - (t'_2 + t''_2) \qquad \textbf{(5)}$$

A (3) és (4) egyenletek összeadásából:

$$\frac{\dot{Q}}{(kA)_{rad}} + \frac{\dot{Q}}{(kA)_{lakás}} = \frac{t'_2 + t''_2}{2} - t_k \qquad \textbf{(6)}$$

Rendezve:

$$\frac{\dot{Q}}{\dot{m}_1 c_1} + \frac{2\dot{Q}}{(kA)_{FHCS}} + \frac{2\dot{Q}}{(kA)_{rad}} + \frac{2\dot{Q}}{(kA)_{lakás}} = 2t'_1 - 2t_k \qquad \textbf{(7)}$$

$\dot{Q}$-ra kifejtve:

$$\dot{Q} = \frac{2}{\frac{1}{\dot{m}_1 c_1} + \frac{2}{(kA)_{FHCS}} + \frac{2}{(kA)_{rad}} + \frac{2}{(kA)_{lakás}}} (t'_1 - t_k) \quad \textbf{(8)}$$

A fenti egyenletből a hőteljesítmény átviteli tényező:

$$\boldsymbol{k = \frac{1}{\frac{1}{2\dot{m}_1 c_1} + \frac{1}{(kA)_{FHCS}} + \frac{1}{(kA)_{rad}} + \frac{1}{(kA)_{lakás}}}} \quad \textbf{(9)}$$

A Bosnjakovic-féle tényezővel, a levezetést mellőzve:

$$\boldsymbol{k = \frac{1}{\frac{1}{(kA)_{rad}} + \frac{1}{(kA)_{lakás}} + \frac{1}{\dot{m}_1 \cdot c \cdot \phi} - \frac{1}{2 \cdot \dot{m}_2 \cdot c}}} \quad \textbf{(10)}$$

Ezzel kiküszöböltük a hőcserélő leírásának azt a problémáját, hogy aritmetikai vagy logaritmikus hőmérsékletkülönbséggel számítjuk a hőátvitelt.

A hőleadó hőátviteli tényezőjének hőmérsékletfüggését is figyelembe véve:

$$\boldsymbol{k = \frac{1}{\frac{1}{(kA)_{lakás}} + \frac{1}{\dot{m}_1 \cdot c \cdot \phi} + \left(\frac{1}{kA}\right)^{\frac{1}{1+M}} \cdot Q^{\frac{1}{1+M}-1} - \frac{1}{2 \cdot \dot{m}_2 \cdot c}}}$$

Csak a primer rendszerre vonatkozó hőátvitel:

$$\boldsymbol{\dot{Q}\left[\frac{1}{2\dot{m}_1 c_1} + \frac{1}{(kA)_{HCS}} + \frac{1}{2\dot{m}_2 C}\right] = t'_1 - t''_2}$$

Csak a szekunder rendszerre vonatkozó hőátvitel:

$$\boldsymbol{\dot{Q}\left[\frac{1}{2\dot{m}_2 c_1} + \frac{1}{(kA)_{rad}} + \frac{1}{(kA)_{lakás}}\right] = t'_2 - t_k}$$

A Bosnjakovic-tényezővel összekötjük a lineáris illetve nem lineáris probléma kezelést. Pontosabban ezzel lényegében egyúttal a nem lineáris problémát is megoldjuk, hiszen eltekinthetünk a nemlineáris hőcserélő egyenlet alkalmazásától.

A **hőteljesítmény átviteli tényező** - bizonyos értelemben az összetett falszerkezetekre alkalmazott hőátviteli tényező analógja – rendkívül egyszerű számítással lehetővé teszi a változó üzemmódok számítását: különböző bemenő paraméterek mellett a fűtött térbe juttatható hőteljesítményt. Ezzel számíthatóvá válik a kialakuló légtérhőmérséklet.

3. ÖSSZEFOGLALÁS

Dolgozatunkban a távhőrendszer egyes elemeire felírható energia mérlegegyenletek segítségével számító képletet fejlesztettünk ki a teljes távhőrendszer hőegyensúlyának vizsgálatára. A számító képlet segítségével lehetőséget nyerünk arra, hogy különböző keringetési paraméterek beállításával meghatározhassuk a fűtött épületek hőegyensúlyát, és ezen keresztül azt, hogy milyen légtérhőmérséklet alakul ki az épület lakóterében.

A számító képlet tartalmazz a primer és szekunder rendszerben a hőszállítási jellemzőket, a hőcserélő adatait, az épület határoló szerkezetek termodinamikai tulajdonságait, illetve a hőcserélő hőátviteli jellemzőit. Ilyen módon nagyon egyszerű számításokkal lehetőségünk nyílik az üzemeltetési paraméterek változtatásának hatásvizsgálatára.

A számító képlet alkalmazása egyaránt alkalmas centralizált illetve decentralizált távfűtő rendszer vizsgálatára, tehát arra az esetre is, ha a fogyasztókat nem koncentráljuk egyetlen fogyasztói helyre, hanem azok földrajzilag különállóan helyezkednek el. Az egyenlet alkalmazásával lehetőségünk nyílik arra is, hogy a döntési változók megengedett értékeinek halmazából azt a négy értéket válasszuk ki, amelyekkel a rendszer üzemeltetési költsége tehát:

- a primer rendszer hővesztesége,
- a primer és szekunder forróvíz keringetés költsége együttesen minimális.

Érdemes figyelni arra, hogy a bemutatott egyenlet teljes hasonlóságot mutat az összetett falszerkezetekben a hőátvitel számításának képletével. Elektromos analógia is fennáll, beszélhetünk az Ohm-törvénnyel való rokonságról is.

The research reported in this paper was supported by the Higher Education Excellence Program of the Ministry of Human Capacities in the frame of Biotechnology research area of Budapest University of Technology and Economics (BME FIKP-BIO).

Irodalom

[1] GARBAI, L.: *District heating (in hungarian)*, 2012. ISBN: 978-963-279-739-7
[2] GARBAI, L.: *Épületgépészeti rendszertechnika* (in hungarian), Akadémiai Kiadó, Budapest, 2017. ISBN:978-963-454-108-0.
[3] JASPER, A.: *Távhőellátó rendszerek komplex optimalizációja (in hungaria*n), PhD dissertation, 2017.
[4] KÖRNYEY, T.: *Heat transmission (in Hungarian)* Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1999.
[5] MAGYAR Z. – PETITJEAN, R.: *Energy Saving of District Heated Flats from the Recondition of the Heating System in Hungary*, ASHRAE Transactions 108 Part 2, 2002, pp. 575-579.
[6] HARMATI, N., FOLIC,R., MAGYAR, Z.: *Energy performance modelling and heat recovery unit efficiency assessment of an office building*, Thermal Science International Scientific Journal, 2015. http://thermalscience.vinca.rs/online-first/1363, DOI: 10.2298/TSCI140311102H
[7] SZANTHÓ, Z.: Determining the optimal schedule of district heating, Periodica Politechnica Ser. Mech. Eng. VOL.44 No. 2. Pp.285-300. (2000.)
[8] GARBAI, L.: *Távhőellátás hőszállítás*. Hungarian edition, Typotex Kiado, 2012, 935 old., ISBN 978-963-279-739-7

[9] CSOKNYAI, I. – DOHOLUCZKI, T. *Több, mint hidraulika*. Budapest. Herz Armatúra Hungária Kft. 2013. ISBN 9789630878081
[10] DERZSI, I. – TAKÁCS, J.: Magas épületek fűtőrendszerének optimalizálása. In *Magyar Épületgépészet*. Vol. 65, no. 4 (2016), s. 19-22. ISSN 1215-9913.
[11] HOMONNAY Györgyné: Épületgépészet 2000, Futestechnika II, Épületgépészeti Kiadó Kft. Budapest 2001
[12] TAKÁCS, J. - STRAKOVÁ, Z. - RÁCZ, L.: *Costs Analysis of Circulation Pumps for Heating of Residential Building*. In Periodica Polytechnica Mechanical Engineering. Vol. 62, no. 1 (2018), s. 10-15. ISSN 0324--6051. DOI: 10.3311/PPme.10606.

TECHNICKÉ RIEŠENIA PRE DOSIAHNUTIE ÚČINNÉHO CZT V JESTVUJÚCICH SÚSTAVÁCH

Ing. Miroslav Havrlent
RACEN, spol. s r. o.
Mlynská 10
921 01 Piešťany
e-mail: racen@racen.sk

Abstrakt
Pojem „účinné centralizované zásobovanie teplom“ definovaný v zákone č.657/2004 Z.z. o tepelnej energetike, v znení zákona č.100/2014 Z.z., dostane v nadchádzajúcom období nový rozmer. Po schválení Smernice európskeho parlamentu a rady EÚ o podpore využívania energie z OZ aj jej implementácii do legislatívy SR, nastanú zmeny oproti súčasnému stavu v postavení výrobcov a dodávateľov tepla z CZT voči odberateľom. Podmienkou rozvoja centralizovaného zásobovania teplom bude dosahovanie kritérií stanovených pre účinné CZT.

Väčšina teplárenských spoločností sa tak ocitá pred úlohou pripraviť a zrealizovať investičné zámery pre využívanie OZE a KVET vo svojich tepelných zdrojoch s cieľom dosiahnuť účinné CZT do roku 2025. V tomto príspevku sú predstavené niektoré varianty technických riešení ktorými sa dá uvedený cieľ dosiahnuť, predovšetkým riešenia pre využívanie geotermálnej energie obsiahnutej v podzemnej vode, prípadne v kombinácii s KVET.

1. ÚVOD

Definícia účinného centralizovaného zásobovania teplom je známa od roku 2014 (zákon č.657/2004 Z.z. o tepelnej energetike v znení zákona č.100/2014 Z.z., §2, odsek z) :

účinným centralizovaným zásobovaním teplom je systém CZT, ktorým sa dodáva aspoň
50 % tepla vyrobeného z obnoviteľných zdrojov energie alebo
50 % tepla z priemyselných procesov,
75 % tepla vyrobeného vysoko účinnou kombinovanou výrobou alebo
50 % tepla vyrobeného ich kombináciou...

V súčasnosti je u nás prevádzkovaných stále ešte veľa sústav CZT, ktoré uvedené kritériá nespĺňajú vôbec (teplo vyrábajú iba v plynových kotloch), alebo len čiastočne (obvykle cca 30-35% tepla z KVET alebo OZE).

2. AKÉ CESTY VEDÚ K VYTVORENIU ÚČINNÉHO CZT

Sústavy, ktoré sú vybudované a prevádzkované tak, že spĺňajú kritériá pre účinné CZT, alebo sa k nim aspoň približujú, sú založené hlavne na dvoch technických princípoch :

a) využívanie vysoko účinnej kombinovanej výroby elektriny a tepla (VÚ KVET)

spravidla veľké mestské sústavy CZT, kde je významný podiel dodávky tepla pre priemysel, tzn. väčší objem dodávky tepla v letnom období (inštalácia paroplynových cyklov alebo kogeneračných jednotiek)

b) využívanie obnoviteľných zdrojov energie na báze biomasy

podľa miestne dostupnej biomasy, prevažne drevná štiepka (odpad z ťažby dreva či drevárskej výroby, prípadne rýchlorastúce dreviny), slama a pod...

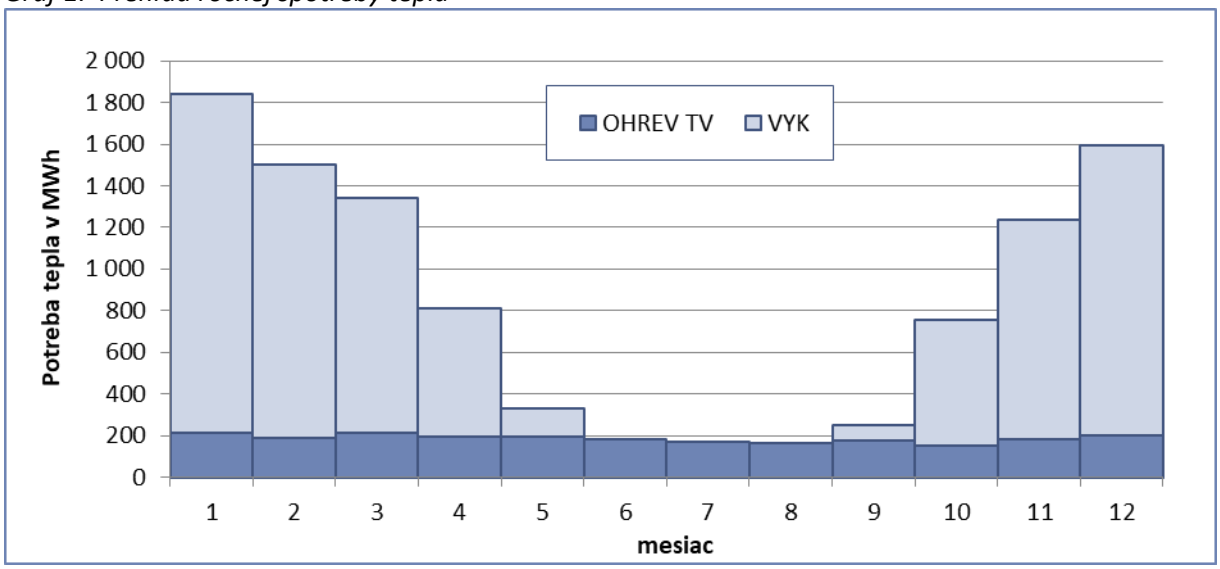
V našich podmienkach je v rámci sústav CZT iba minimálne využívané odpadové teplo z výrobných procesov, hoci má veľký využiteľný potenciál.
Nedostatočne sú využívané taktiež iné druhy obnoviteľných zdrojov energií než biomasa.

3. AKO VYTVORIŤ ÚČINNÉ CZT Z KLASICKEJ SÚSTAVY

Pod pojmom „klasická“ sústava CZT máme na mysli sústavu, ktorá -
- zásobuje teplom prevažne bytovo-komunálnu sféru
- má výrazný rozdiel medzi dodávkou tepla v zimnom a letnom období
- ako primárnu energiu využíva zemný plyn

Bilancia potreby tepla vzorová (pre okrskový CTZ s výkonom cca 5 MW) :

Graf 1: Prehľad ročnej spotreby tepla



Vo všeobecnosti možno povedať, že kým letná spotreba tepla (máj - september) sa obvykle pohybuje na úrovni 10 až 15% ročnej spotreby (je potrebný podstatne nižší tepelný príkon oproti zime), zimná spotreba tepla (október - marec) tvorí 85 až 90% ročnej spotreby.

Spotreba tepla v troch najchladnejších mesiacoch (december, január, február) je v „klasických“ sústavách CZT obvykle na úrovni 40 až 50% ročnej potreby tepla.

3.1 Doplnenie jestv. VÚ KVET o využívanie OZE

Vychádzame z predpokladu, že v CTZ je už inštalované vhodne navrhnuté zariadenie pre VÚ KVET s vyvedením tepelného výkonu do DS (prevádzková doba min. 7 800 mot.hod/rok). Splnené sú nasledujúce podmienky :
- prostredníctvom KVET je dodávaných 100% tepla v letnom období pri zníženom výkone

- v prechodných obdobiach a v zime pracuje zariadenie väčšinou na max. výkon
- prostredníctvom KVET sa vyrába spolu 30 až 35% ročnej potreby tepla v sústave CZT

Úlohou návrhu je vyrobiť ďalších min. 15 až 20% ročnej potreby tepla s využitím OZE. Chýbajúcu energiu je potrebné dodať v prechodných a v zimnom období, preto výber primárneho zdroja energie je obmedzený. Nájsť vhodné riešenia pri využití solárnej alebo aerálnej energie, ktoré sú najefektívnejšie v lete, je sotva realizovateľné.
Ako vhodné riešenie sa ukazuje geotermálna energia z podzemnej vody.

3.2 Inštalácia zariadení pre využívanie geotermálnej energie

V prípade, že nemáme zámer v rámci CTZ využívať prioritne KVET, považujeme za najvhodnejšie riešenie využívať energiu obsiahnutú v podzemnej vode. Pritom nemusí ísť nevyhnutne o geotermálnu energiu z hĺbkových vrtov. Zo skúseností vieme, že geotermálne vrty si vyžadujú plynulé čerpanie geotermálnej vody (GTV) s relatívne malými zmenami prietoku (predovšetkým musia byť tieto zmeny pomalé). V dôsledku toho veľa tepelných zdrojov využívajúcich GTV s teplotou na úrovni 50 či 60°C má problém s vychladzovaním vratnej vody min. v letnom období. Obvyklá požiadavka vychladenia vody na 20°C pred zaústením do recipientu je často nedosiahnuteľná z dôvodu nižšej požiadavky na dodávku tepla (letná prevádzka) oproti energii získavanej čerpaním z vrtu.

Až donedávna bolo významné obmedzenie aj pri technickom riešení, nakoľko kompresorové tepelné čerpadlá (TČ) voda/voda pracovali so vstupnou teplotou vody v primárnom okruhu na úrovni max. 20-23°C. V tomto smere vidno pokrok – TČ s plynovými motormi alebo tzv. vysokoteplotné elektrické TČ už môžu byť prevádzkované pri výrazne vyšších teplotách primárneho okruhu.

Hlavne pre menšie CTZ (inštalovaný výkon cca do 5 MW) sa ako vhodné riešenie môže použiť „klasická“ podzemná voda (teplota na úrovni 8 až 12°C). Podmienkou je pravdaže dostatočný prietok podzemnej vody a vhodné vsakovacie pomery.

Na základe bilancie potreby tepla, okamžitých potrebných tepelných príkonov a modelovania prevádzky jednotlivých inštalovaných zariadení pre CTZ s inštalovaným výkonom cca 5 MW možno uviesť nasledujúce orientačné údaje :

- tepelný príkon v lete (ohrev TV)..... priemerný 300 kW, min. 150 kW, max. 800 kW
- tepelný príkon v zime ..... priemerný 1 800 kW, min. 700 kW, max. 5 000 kW
- potrebný inštalovaný tepelný príkon zariadení pre využívanie OZE ..... max. cca 800 kW

Tzn. ak chceme prostredníctvom zariadení pre využívanie OZE (podzemná voda) zabezpečiť výrobu min. 50% ročnej potreby tepla dodanej CTZ, budeme potrebovať inštalovaný príkon s rozsahom cca 150 až 500 kW v kombinácii s vhodne navrhnutou akumuláciou vyk. vody.
V prípade využívania podzemnej vody s teplotou 8 až 12°C to predstavuje potrebný max. prietok podzemnej vody na úrovni cca 120 m3/h (cca 33 l/s).

Pri navrhovaní zariadení pre využívanie podzemnej vody je preto potrebné vychádzať najskôr z údajov zistených hydrologickým prieskumom, ktorý definuje predpokladanú výdatnosť a teplotu podzemnej vody podľa hĺbky. Následne je potrebné na základe technicko-ekonomickej analýzy nájsť výhodnejšie riešenie, tzn. či ísť cestou hĺbkového vrtu s vyššou teplotou vody, alebo cestou väčších prietokov chladnejšej vody z plytkých vrtov.

3.3 Kombinácia zariadení pre využívanie KVET a OZE

Z ohľadom na skutočnosť, že 5 rokov nebolo možné pripájať nové zdroje na výrobu elektrickej energie do DS (zmenil to až zákon č.309/2018 Z.z. o podpore OZE a VÚ KVET),

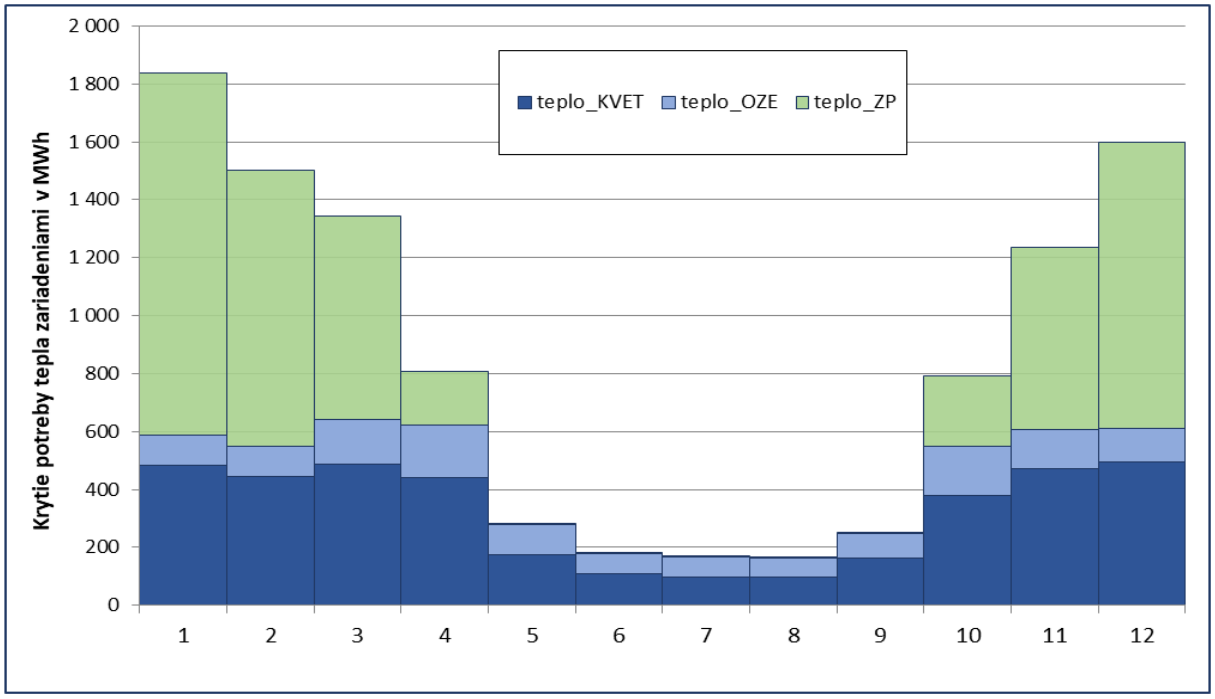
hľadali sa možnosti využívania KVET v CTZ v rámci ostrovnej prevádzky. Pri využití nových pravidiel takto bude možné zriaďovať tzv. lokálne zdroje pre KVET.

Podstatou riešenia je vhodne navrhnúť kombináciu kogeneračnej jednotky (KGJ) a TČ, pričom elektrická energia pre TČ a ostatnú technológiu zdroja tepla bude vyrábaná v KGJ.
Pre modelový prípad – CTZ s max. výkonom 5 MW, vychádzajú nasledujúce výkonové údaje jednotlivých zariadení :

- KGJ s výkonom max. cca 400 kWe / 450 kWt (prevádzkový rozsah 250 až 400 kW)
- TČ elektrické s výkonom max. cca 350 kW (prevádzkový rozsah 100 až 350 kW)
- plynové kotly s výkonom max. 2 500 kW (prevádzkový rozsah 150 až 2 500 kW)

V takomto prípade možno voliť kombináciu TČ vzduch/voda a voda/voda, pričom prevádzkovú prednosť dostanú vždy tie TČ, ktoré sú v danej dobe efektívnejšie.
Plynové kotly zostávajú v podstate iba ako špičkový zdroj tepla pre najchladnejšie obdobia.
Na základe modelovania prevádzkových priebehov jednotlivých inštalovaných zariadení pre CTZ s výkonom cca 5 MW dostaneme nasledujúce údaje o krytí ročnej výroby tepla:

Graf 2: Krytie ročnej potreby tepla podľa druhu využitej energie



Pre uvedený prípad vychádza, že prostredníctvom KVET sa pokryje 38 až 40% ročnej potreby, ďalších cca 13 až 15% sa vyrobí v TČ z OZE.

4. ZÁVER

Pre výber najvhodnejšieho riešenia pre zriadenie účinnej sústavy CZT je potrebné vždy zohľadniť všetky špecifiká – lokalitu, dostupné primárne zdroje energie, charakter sústavy CZT. Každopádne pred prevádzkovateľmi sústav CZT sú zaujímavé výzvy, ako v nadchádzajúcom období zmodernizovať „klasické“ sústavy CZT, významne zvýšiť ich efektivitu, znížiť spotrebu primárnych energií a znížiť tvorbu emisií.

Literatúra

[1] firemné zdroje RACEN spol. s r.o.

NASLEDOVANIA HODNÝ PRÍKLAD RIEŠENIA GEOTERMÁLNEHO ENERGETICKÉHO SYSTÉMU PRE ZÁSOBOVANIE TEPLOM MESTA VEĽKÝ MEDER

prof. Ing. Ján Takács, PhD.
Ing. Soňa Gažíková
STU Stavebná fakulta, Katedra TZB
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
jan.takacs@stuba.sk,
sonka.gazikova@gmail.com

Abstrakt
V príspevku chceme poukázať na vzorové riešenie problematiky rekonštrukcie zdroja tepla na báze geotermálnej energie (GE) a následné zásobovanie teplom obytného súboru, pričom vychladená odpadová geotermálna voda (GTV) sa využije na vykurovanie polikliniky a následne pre posledný stupeň využitia v termálnom kúpalisku Thermal Corvinus. Pri riešení zásobovania teplom obytného okrsku boli použité moderné prvky: špičkové zdroje tepla na zemný plyn, ktoré sú využívané ako záložný zdroj tepla. Do vrtu bolo inštalované ponorné hlbinné čerpadlo, čím sa zvýšila výdatnosť a teplota exploatovanej GTV. Prepojenie zdroja tepla a kúpaliska je riešené pomocou predizolovaných potrubí s minimálnymi tepelnými stratami. Týmto príkladným riešením prispejeme k plneniu záväzkov smernice EU 31/2010 o energetickej hospodárnosti v časti využívania obnoviteľných zdrojov energie a znižovaniu tvorby skleníkových plynov a zvýšeniu energetickej účinnosti.

1. ZDROJ GEOTERMÁLNEJ ENERGIE

V meste Veľký Meder bol v roku 2015 realizovaný geotermálny vrt VM-1, priamo na nádvorí pôvodného zdroja tepla teplovodnej Kotolne Stred. Pôvodný zdroj už nevyhovoval a preto sa uskutočnila jeho rekonštrukcia s tým, že dominantné postavenie dostal obnoviteľný zdroj tepla – geotermálny vrt VM-1 s energetickými parametrami, ktoré sú zobrazené v tab. 1., pričom mineralizácia GTV je 3 600 mg/l.

Energetické parametre geotermálneho vrtu VM-1 *Tabuľka č. 1*

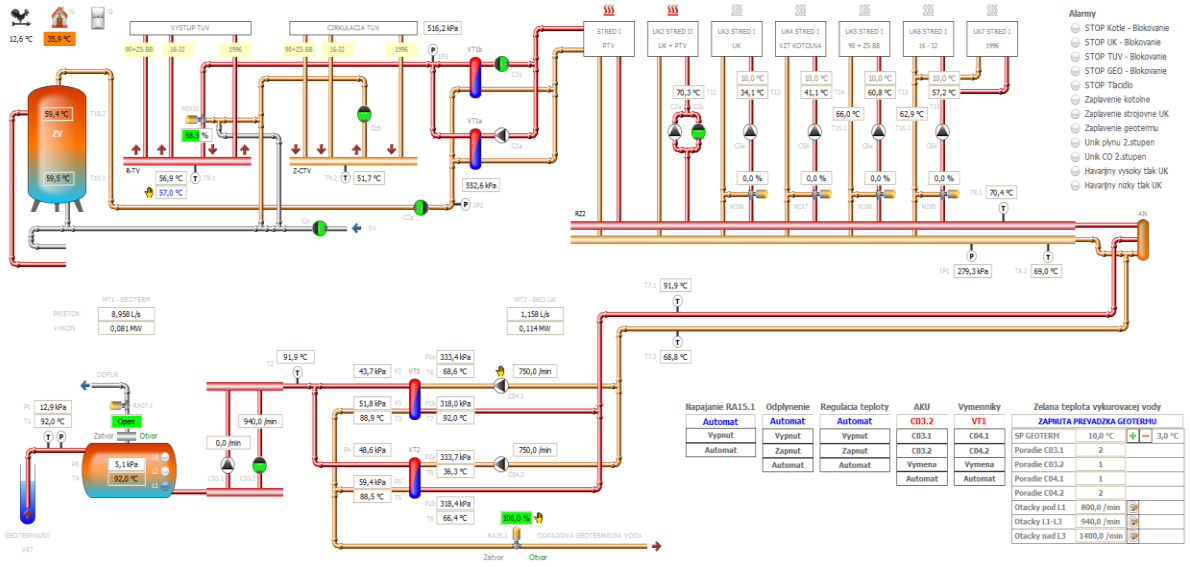
Lokalita	Označenie vrtu	Hĺbka vrtu	Výdatnosť čerpaním	Teplota GTV na hlave vrtu	Teplota vychladenia GTV	Využiteľný energetický potenciál
		(m)	(l/s)	(°C)	(°C)	(kW)
Veľký Meder	VM-1	2 450,0	16	98	25	4 890,4
Veľký Meder	VM-1	2 450,0	16	98	40	3 885,5

Do geotermálneho vrtu VM – 1 bolo zabudované ponorné hlbinné čerpadlo vybavené frekvenčným meničom, ktorým sa dosiahlo regulované odoberané množstvo GTV podľa potreby a zároveň sa dosiala vyššia výdatnosť a teplota na hlave vrtu.

2. TECHNICKÉ RIEŠENIE

GTV z vrtu je zo začiatku voľným prelivom a vlastným tlakom po zabudovaní ponorného čerpadla dopravovaná do akumulačnej a odplyňovacej nádrže s objemom 10 m^3, v ktorej sa následne odplyní a ďalej je dopravovaná do dvoch doskových výmenníkov tepla G-MART s tepelným výkonom Q = 1 549 kW.

Vo výmenníkoch tepla VT1 a VT2 GTV odovzdáva svoju energiu teplonosnej látke – vykurovacej vode, ktorá zásobuje rozdeľovač a zberač, z ktorého sú napojené jednotlivé odberné miesta podľa obr. 1. Pôvodné riešenie je doplnené o výmenník tepla VT na predohrev teplej vody.



Obr. 1 Schéma zapojenia zdroja GE od vrtu ku výmenníkom tepla VT1 a VT2 a odberných miest

Sekundárna teplonosná látka vystupuje z výmenníkov tepla VT1 a VT2 a zabezpečuje teplom rozdeľovač a zberač, z ktorého sú napojené jednotlivé odberné miesta, 1 300 bytov, materská škola, základná škola, detský domov, kultúrne stredisko, poliklinika. Predohrev TV sa uskutočňuje v dvoch doskových výmenníkoch tepla VT1a a VT1b, s tepelným výkonom Q = 400 kW a potom sa akumuluje v stojatej akumulačnej nádobe s objemom 4000 litrov.

3. KONCEPCIA NÁVRHU ZDROJA TEPLA

Zdrojom tepla pre obytný okrsok je teplovodná kotolňa na zemný plyn umiestnená v dvojpodlažnom objekte. Jej úlohou je zabezpečiť potrebu tepla pre vykurovanie a prípravu teplej vody. Pôvodný zdroj teda aj vykurovacie sústavy boli dimenzované na teplotný spád 90/70 °C. Praktické skúsenosti však potvrdzujú, že po stavebných úpravách na zabezpečenie potreby tepla postačujú aj nižšie teplotné spády s teplotou prívodnej vody do vykurovacieho systému na úrovni 70 až 75 °C.

V kotolni po rekonštrukcii sú inštalované 3 teplovodné skriňové kotle na zemný plyn s tlakovým horákom a tepelným výkonom 1 000 kW a dva moderné skriňové kotle na zemný plyn s s tlakovým horákom a tepelným výkonom 1 600 kW.

Okrem toho posledné dva kotle s tepelným výkonom 1600 kW sú opatrené spalinovými výmenníkmi tepla, ktoré zvýšia stupeň využitia týchto kotlov. Pohľad na samotný objekt kotolne resp. energocentra je zobrazený na obr. 7

4. VÝROBA TEPLA V ZDROJI TEPLA

Rekonštruovaná teplovodná kotolňa na zemný plyn bola uvedená do činnosti 15. októbra 2015. Od tohto obdobia sú zaznamenané spotreby zemného plynu resp. množstvo vyrobeného tepla. V nasledovných častiach budeme analyzovať jednotlivé roky prevádzky a budú vyznačené podiely prípravy teplej vody a vykurovania resp ktorý zo zdrojov aké podiely mal na dodávke tepla.

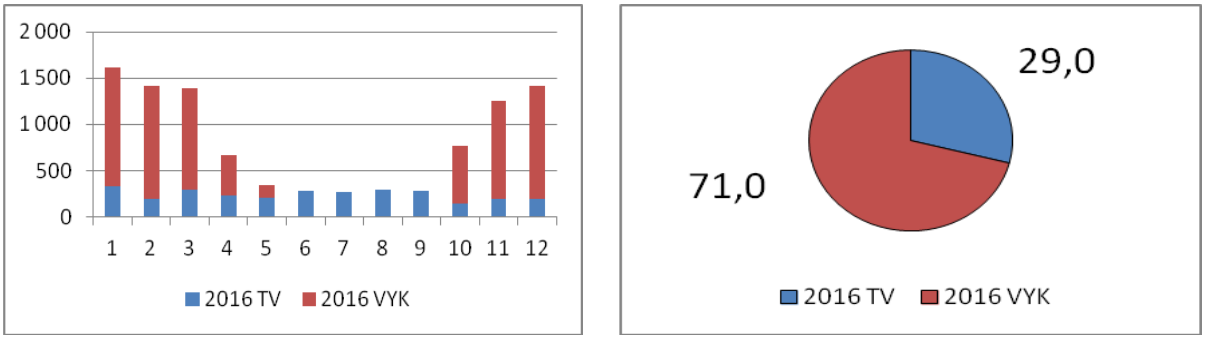
4.1 Kalendárny rok 2016

V nasledovnej tab. 1 sú zaznamenané údaje za rok 2016, ktoré vystihujú skutočne vyrobené množstvá tepla do jednotlivých odberných miest a podiel zemného plynu a GE.

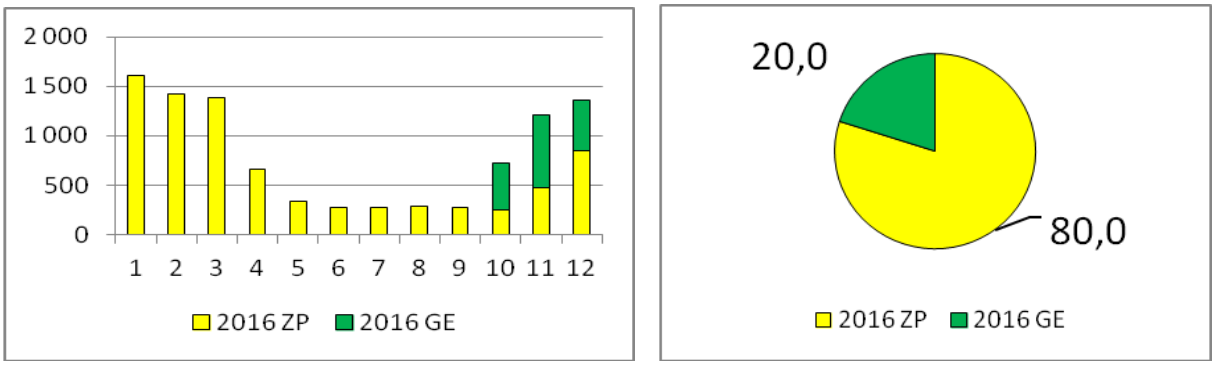
Množstvo tepla a spotreba zemného plynu počas roka 2016 *Tab. č.1*

rok		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	spolu
2016	TV	326,4	189,2	297,4	229,5	210,2	275,9	270,3	288,9	276,5	142,4	194,6	189,2	2890,5
2016	VYK	1283,2	1226,5	1089,2	435,0	133,3	0,0	0,0	0,0	0,0	624,8	1056,2	1223,8	7072,0
	spolu	1610,6	1417,7	1389,6	664,5	343,5	275,9	270,3	288,9	276,5	724,2	1207,8	1364,9	9962,5
2016	ZP	1610,6	1417,7	1389,6	664,5	343,5	275,9	270,3	288,9	276,5	247,3	471,9	844,1	7965,8
2016	GE	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	476,9	735,9	520,8	1996,7

Výsledky z tab. 1 v grafickej podobe sú na obr. 4 a 5.



Obr. 4 Podiel vykurovania a prípravy teplej vody za rok 2016



Obr. 5 Podiel zemného plynu a GE za rok 2016

Z tab. 1 je zrejmé, že celoročne je podiel dodávky tepla na vykurovanie 71,0 % a na prípravu TV 29 %. Vzhľadom na to že GE sa začala využívať len koncom roka jej podiel je 20 % a 80 % tepla je vyrobené v kotolni spaľovaním zemného plynu.

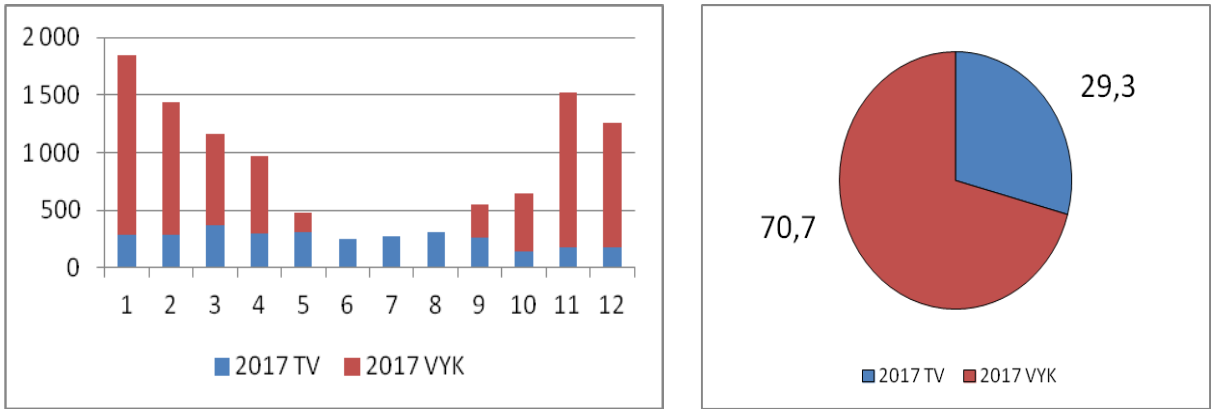
4.2 Kalendárny rok 2017

V nasledovnej tab. 2 sú zaznamenané údaje za rok 2017, ktoré vystihujú skutočne vyrobené množstvá tepla do jednotlivých odberných miest a podiel zemného plynu a GE.

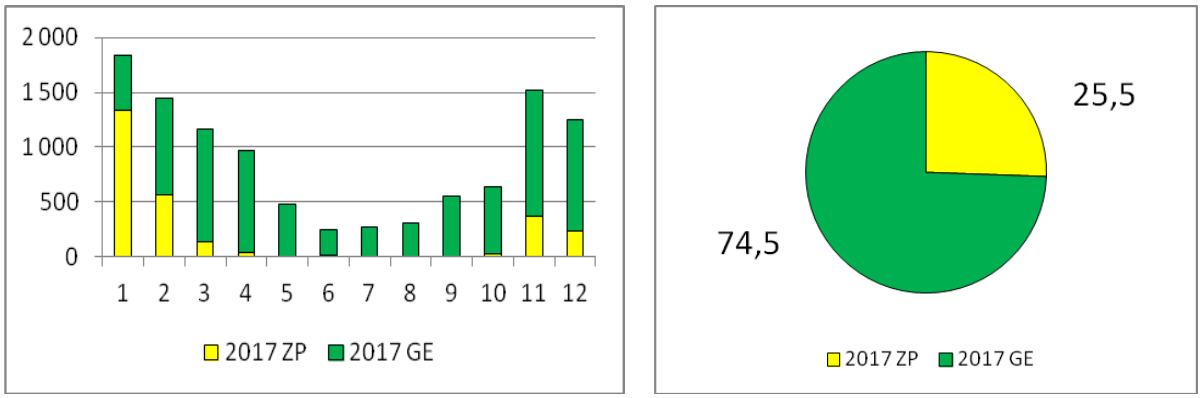
Množstvo tepla a spotreba zemného plynu počas roka 2017 *Tab. č.2*

rok		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	spolu
2016	TV	288,3	281,1	364,3	295,0	308,9	247,7	272,3	308,9	262,2	141,2	177,6	182,0	3129,5
2016	VYK	1553,2	1162,0	795,6	676,3	170,9	0,0	0,0	0,0	286,4	500,8	1344,9	1078,4	7568,5
	spolu	1841,5	1443,1	1159,9	971,3	479,8	247,7	272,3	308,9	548,6	642,0	1522,5	1260,4	10698,0
2016	ZP	1331,3	570,5	139,3	40,1	0,0	19,9	0,0	0,0	4,0	25,8	364,4	237,8	2733,1
2016	GE	510,2	872,6	1020,6	931,2	479,8	230,4	273,2	311,2	544,6	616,2	1158,1	1016,8	7964,9

Výsledky z tab. 2 v grafickej podobe sú na obr. 6 a 7.



Obr. 6 Podiel vykurovania a prípravy teplej vody za rok 2017



Obr. 7 Podiel zemného plynu a GE za rok 2016

Z tab. 2 je zrejmé, že celoročne je podiel dodávky tepla na vykurovanie 70,7 % a na prípravu Tv 29,3 %. Vzhľadom na to, že GE sa už využívala celý rok jej podiel je 74,5 % a 25,5 % tepla je vyrobené v kotolni spaľovaním zemného plynu. Už v tomto roku vidíme radikálny nástup využívania GE a zníženie podielu ZP.

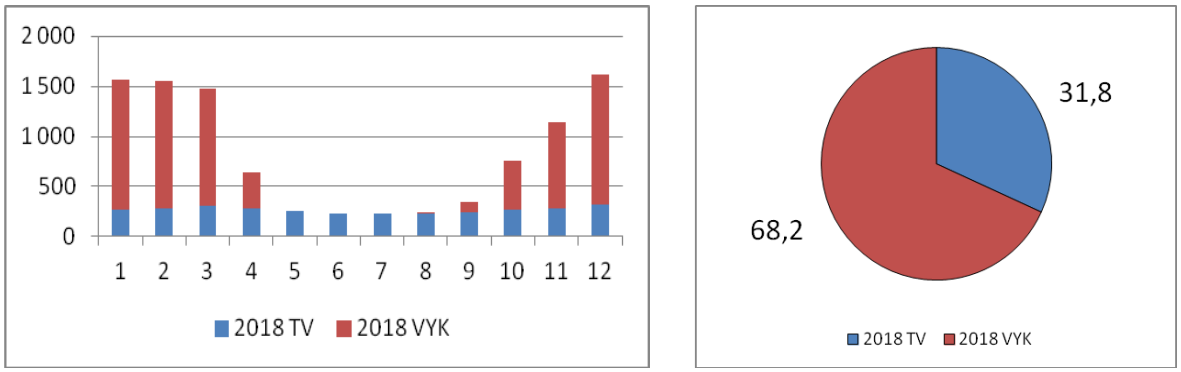
4.3 Kalendárny rok 2018

V nasledovnej tab. 3 sú zaznamenané údaje za rok 2017, ktoré vystihujú skutočne vyrobené množstvá tepla do jednotlivých odberných miest a podiel zemného plynu a GE.

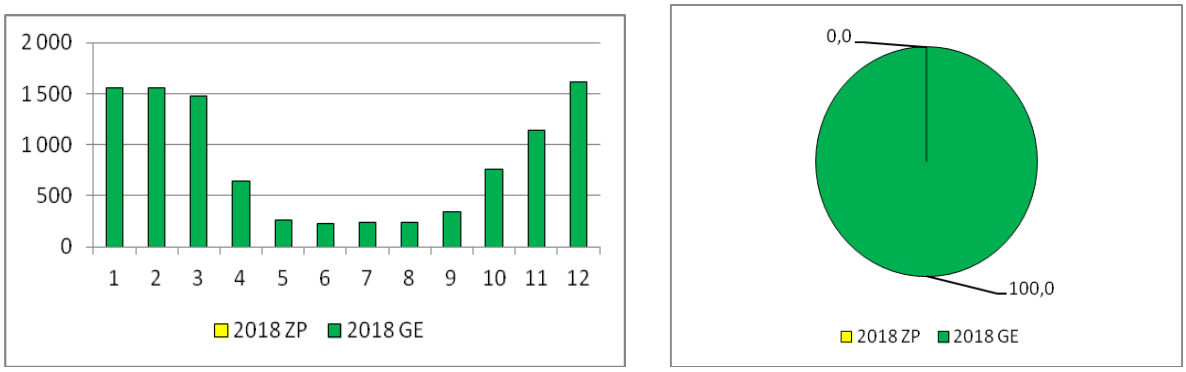
Množstvo tepla a spotreba zemného plynu počas roka 2018 *Tab. č.3*

rok		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	spolu
2016	TV	274,1	279,8	303,5	278,4	260,9	231,5	236,0	224,4	239,5	262,7	284,0	319,3	3194,1
2016	VYK	1285,9	1278,2	1167,5	363,6	0,0	0,0	0,0	7,9	108,1	493,7	856,5	1293,1	6854,5
	spolu	1560,0	1558,0	1471,0	642,0	260,9	231,5	236,0	232,3	347,6	756,4	1140,5	1612,4	10048,6
2016	ZP	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2016	GE	1560,0	1558,0	1471,0	642,0	260,9	231,5	236,0	232,3	347,6	756,4	1140,5	1612,4	10048,6

Výsledky z tab. 3 v grafickej podobe sú na obr. 8 a 9.



Obr. 8 Podiel vykurovania a prípravy teplej vody za rok 2018



Obr. 9 Podiel zemného plynu a GE za rok 2016

Z tab. 3 je zrejmé, že celoročne je podiel dodávky tepla na vykurovanie 68,2 % a na prípravu Tv 31,8 %. Vzhľadom na to, že GE sa už využívala celý rok jej podiel je 100 % a kotolňa slúžila ako studená rezerva pre prípad poruchy na vrte. Už v tomto roku 2018 vidíme radikálny nástup využívania GE a úplné zníženie podielu ZP.

5. ZÁVER

V lokalite Veľký Meder bol cielene vybudovaný geotermálny vrt na dvore miestnej teplovodnej kotolne. Zároveň sa uskutočnila rekonštrukcia zdroja tepla a základné zaťaženie zdroja prebral obnoviteľný zdroj energie na báze geotermálnej energie.

Porovnaním zaznamenaných údajov za roky 2016, 2017 a 2018 môžeme konštatovať, že navrhované riešenie zásobovania teplom obytného okrsku využitím obnoviteľného zdroja energie na báze GE je správne. Postupne sa znížila sa spotreba zemného plynu, prednostne sa využíva obnoviteľný zdroj energie a podstatne sa znížila produkcia škodlivín v podobe vypúšťaného CO_2.

Toto môže byť príklad aj pre podobné lokality ako plniť záväzky, ktoré nám predpisuje smernica Európskeho parlamentu a rady 2010/31/EÚ z 19. mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov.

Otvorený geotermálny energetický systém vo Veľkom Mederi bol realizovaný z vlastných zdrojov, na ktorý si mesto zobralo úver a bol bez použitia finančných prostriedkov z EU.

Veľká vďaka patrí pani Ing. Ildikó Dobisovej z Mestského podniku bytového hospodárstva, ktorá poskytla zaznamenané údaje o prevádzke otvoreného geotermálneho systému využívaného v miestnej sústave centralizovaného zásobovania teplom vo Veľkom Mederi.

Tepelne využité odpadové GTV sa ešte využijú pre plnenie bazénov v Termálnom kúpalisku Thermal Corvinus. Čím sa dosiahne takmer dokonalé využívanie obnoviteľného zdroja tepla na báze geotermálnej energie.

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantu VEGA 1/0807/17.

Literatúra

[1] PETRAŠ, D. a kol.: *Obnoviteľné zdroje energie pre nízkoteplotné systémy*. JAGA, Bratislava 2009, 223 str., ISBN 978-80-8076-075-5

[2] FRIČOVSKÝ, B. – MARCIN, D. – ČERNÁK, R. - BENKOVÁ K.: *Obnoviteľnosť a trvalo udržateľné využitie a využívanie zdrojov geotermálnej energie: potreby a princípy v podmienkach Slovenska.* In Obnoviteľné zdroje energie 2017 [elektronický zdroj]: zborník prednášok zo 17. vedecko-odbornej konferencie so zahraničnou účasťou na tému "Budovy s takmer nulovou potrebou energie". Štrbské Pleso, SR, 9. - 10 5. 2017. 1. vyd. Bratislava: SSTP, 2017, CD-ROM, s. 61-66. ISBN 978-80-89878-10-9

[3] HALÁS O.: *Využitie geotermálnej energie na vykurovanie mesta Veľký Meder*. In Obnoviteľné zdroje energie 2017 [elektronický zdroj]: zborník prednášok zo 17. vedecko-odbornej konferencie so zahraničnou účasťou na tému "Budovy s takmer nulovou potrebou energie". Štrbské Pleso, SR, 9. - 10 5. 2017. 1. vyd. Bratislava: SSTP, 2017, CD-ROM, s. 73-76. ISBN 978-80-89878-10-9.

[4] KOŠČO, J. - KUDELAS, D. - TAUŠ, P. - ANTOLÍKOVÁ, S.: *Possibilities of using thermal water from well G-4 in Košice* / Ján Koščo : [et al.] - 2015. In: SGEM 2015. - Sofia: STEF92 Technology, 2015 P. 517-522. - ISBN 978-619-7105-36-0 - ISSN 1314-2704

[5] KONTRA, J.: *Hévízhasznosítás*. Műegyetemi könyvkiadó, Budapest 2004

[6] HALÁSZ Gy-né. - KALMÁR F.: *Különböző hőtermelővel ellátott fűtési rendszerek exergetikai összehasonlítása I.-II. rész*, Magyar Épületgépészet, vol. L VI. 12 sz. vol. L VII. 1-2 sz., 2007

[7] Podklady z prevádzky kotolne Stred vo Veľkom Mederi MPBH spol. s r.o.

[8] TAKÁCS J. – GAŽÍKOVÁ, S. – DERZSI, I.: *Otvorený geotermálny energetický systém pre zásobovanie teplom v meste Veľký Meder.* Vypápění, větrání a instalace 2/2019

GEOTERMÁLIS ENERGIA ÉS IPARI HŐ A TÁVFŰTÉSBEN
GEOTERMÁLNA ENERGIA A ODPADOVÉ TEPLO Z PRIEMYSLU V ZÁSOBOVANÍ TEPLOM

DR. KONTRA Jenő prof. emeritus, [1]
DR. GARBAI László prof. Emeritus[2]
Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
[1]*Építészmérnöki Kar*
[2]*Épületenergetikai és Épületgépészeti Tanszék*
kontra@egt.bme.hu, www.egt.bme.hu

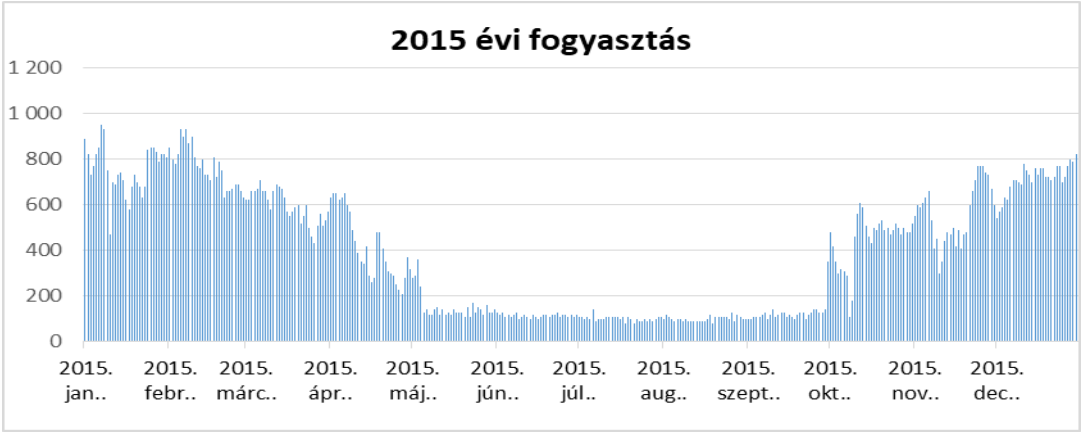
Abstrakt
Magyarország legújabb geotermális távhőrendszere Mosonmagyaróváron épül. A termelő kút elkészült, 78 fokos hévizet ad, és ezzel lehet kiegészíteni az ipari erőműtől vásárolt hő egy részét, amelyen belül ipari hulladékhő is szerepel. A kétfajta hő felhasználása a távhő részére műszaki, gazdasági kérdéseket vet fel.

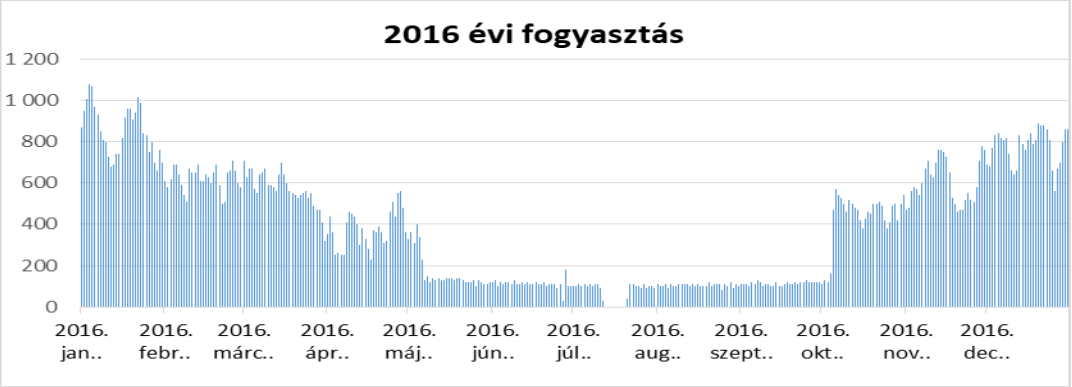
1. A JELENLEGI HŐFORRÁS OLDAL LEÍRÁSA

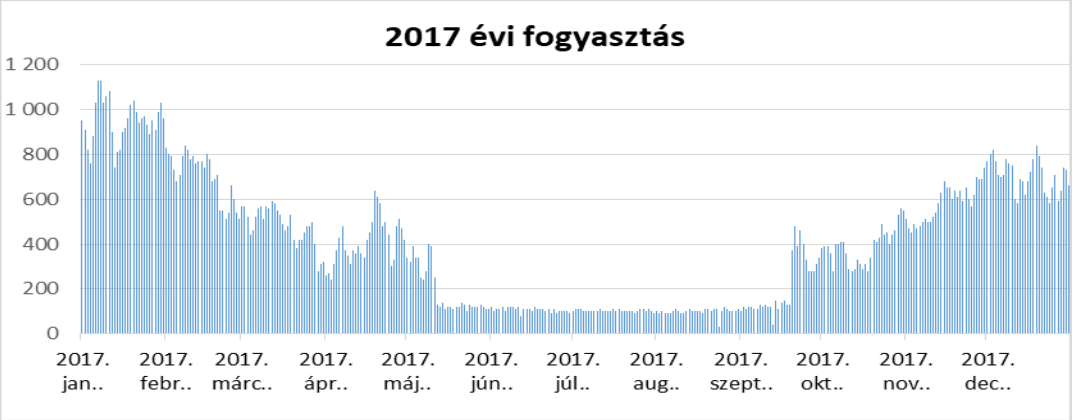
Vegyes hőellátás működik: geotermális előfűtés, hulladékhő kiegészítés. A hulladékhő az üzemi kemencékből származó hő.

A nyári hőellátási üzemben a HMV készítésre gazdasági meggondolásokból a termálvíz igénybevétele szünetel. Ez a korszerű, zárt visszasajtolásos rendszerben a mélyréteg hőmérsékleti regenerálódását segíti, geológiailag előnyös megoldás.

A HMV termelés energiaigénye 120-130 GJ/nap.







2017		2016		2015	
Hónap	Hőfogyasztás [GJ]	Hónap	Hőfogyasztás [GJ]	Hónap	Hőfogyasztás [GJ]
2017.01	29 410	2016.01	26 480	2015.01	23 460
2017.02	19 720	2016.02	18 020	2015.02	21 450
2017.03	14 920	2016.03	17 730	2015.03	18 410
2017.04	12 340	2016.04	11 310	2015.04	12 540
2017.05	5 960	2016.05	5 180	2015.05	4 770
2017.06	3 200	2016.06	3 350	2015.06	3 480
2017.07	3 170	2016.07	2 210	2015.07	3 170
2017.08	3 060	2016.08	3 240	2015.08	3 140
2017.09	6 180	2016.09	3 400	2015.09	3 830
2017.10	12 080	2016.10	13 360	2015.10	13 840
2017.11	17 470	2016.11	18 160	2015.11	16 860
2017.12	21 830	2016.12	24 020	2015.12	22 390
2017	**149 340**	**2016**	**146 460**	**2015**	**147 340**

Ugyancsak hőforrásként beszállító az erőmű rendszerébe a MOTIM Zrt, amely alumínium termék gyártója, és a termelés során fellépő hulladék hőt ad el az erőmű hőszállító rendszerébe.

Az erőmű forrásoldala az alábbi hőtermelő egységeket tartalmazza:

hulladék hő hőcserélő	2 MW_{th} / korund /
2 db gázmotor	2x3 MW_{th}, összesen 6 MW_{th}
1 db gázkazán	8 MW_{th}
1 db gázkazán	25 MW_{th}

Az erőmű területén helyezkednek el a kazánüzemhez tartozó segédüzemi rendszerek. Ugyancsak itt található a gázmotorok optimális üzemét elősegítő 2 db 1000 m^3 –es tartály a hő tárolására.

A távhőrendszer hőforrása a MESZ Kft. erőműve, amely egyúttal a MOTIM cég kazánüzeme. Az elvi kapcsolási rajzon nyomon követhetőek a kazánüzem változásai energiahordozó cseréi is. A legnagyobb hőfogyasztó a városi távfűtés, de fontos a cég hőigényének biztosítása is.

A következő ábrán a MESZ Kft. erőművének jelenlegi egyszerűsített kapcsolási vázlata látható.

A kapcsolás fő jellemzője, mind a betáplálás, mind az elvétel (városfűtés, technológiai hőigények) párhuzamos kapcsolásban állnak, így függetlenül működhetnek.

Így kapcsolódnak:

városfűtés
MOTIM fogyasztók,
gázfűtésű kazánok,
korund hőhasznosító,
gázmotorok.

A rendszer hőhordozója változó térfogatú és hőmérsékletű lágyvíz. A hőhordozó lágyvíz keringtetését szivattyúk biztosítják

A nyári kisebb hőtermelési igények biztosítására, nyári üzemre külön szivattyú került beépítésre.

A rendszer fogyasztóinak jellemző adatai:

A hőellátó rendszer	lakás-száma:	3601 db,
	HMV-ellátott:	3270 db,
	ipari felhasználók:	17 db,
	összes fűtött légköbméter:	653 291 lm^3
	ebből lakossági:	561 345 lm^3
	ipari:	91 946 lm^3
	összes értékesített hő:	41 933 MWh; 150 958 GJ/év,
	csúcshőigény:	16,4 MW

A primer hálózat főbb jellemzői:

előremenő/visszatérő hőmérséklet tervezési átlagban:	130/90°C
csúcsidejű előremenő/visszatérő hőmérséklet átlagban:	105/60°C
átlagos üzem előremenő/visszatérő hőmérséklet tervezési átlagban:	75/48°C
nyári előremenő/visszatérő hőmérséklet átlagban:	65/45°C
térfogatáram fűtési idényben:	45-100 l/s
térfogatáram fűtési idényen kívül:	15-45 l/s
a hálózat hossza:	7000 m
vezeték veszteség:	8 %
vízpótlás:	~200 m^3/év

2. A TÁVFŰTÉSI RENDSZER HŐTELJESÍTMÉNY IGÉNYEI

A mellékelt rendezett tartamdiagram mutatja, hogy a fűtés és HMV-ellátás teljes éves hőteljesítmény-igénye:

$$\dot{Q}_{csúcs} = 16{,}4\ MW$$

Az átlagos nyári HMV-igény:

$$\dot{Q_{HMV}} = 1{,}4\ MW$$

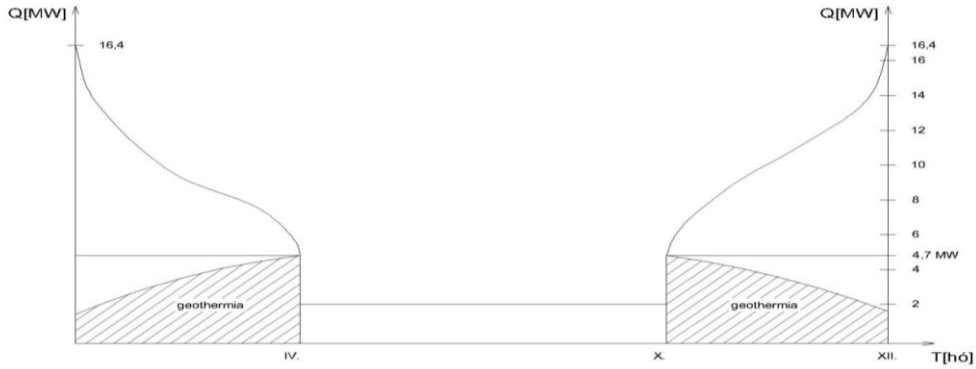
A fűtési igény átlagosan:

$$\dot{Q_{FŰT}} = 15\ MW$$

A fűtőmű által szolgáltatott teljesítményt csúcsidőben 16,4 MW kapacitás jellemzi, és a fűtési középhőmérséklet esetén ez 9,5 MW értékű, ami tartalmazza a fűtési és HMV hőigényt. A fűtési hőigényen kívül nyári időszakban csak a HMV ellátás igényel távhőt, ami maximum 2,4 MW hőteljesítményt jelent.

3. A FOSSZILIS ÉS A MEGÚJULÓ HŐTERMELÉS EGYÜTTMŰKÖDÉSE

A külső hőmérséklet függvényében a fűtési szezon kezdetén és tavaszi végén elsőbbséget élvez a geotermikus hőellátás.



1. Ábra - Ezt az együttműködést mutatja be a rendezett tartamdiagram, éves lefutásban:

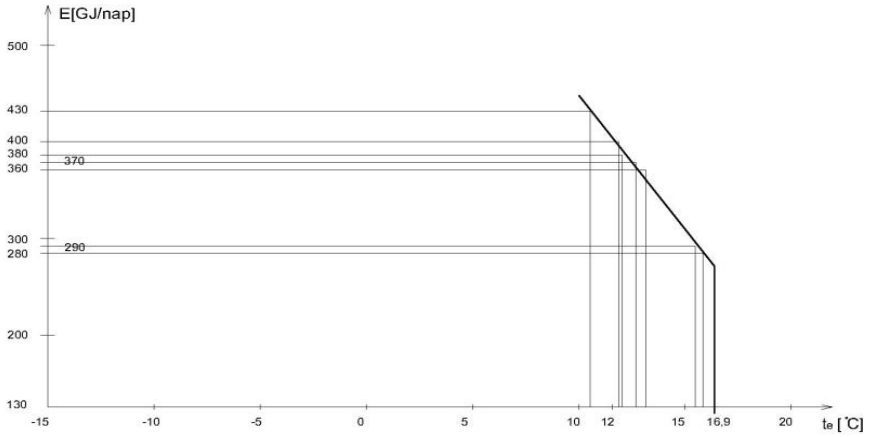
A görbék alatti terület arányos a felhasznált hővel és jól elkülöníthető a megújuló és a fosszilis energiahordozó felhasználás.
Megjegyzés: a nyári HMV ellátás elméletileg bőven lehetséges volna hévíz bázison, de megállapodás szerint a fűtőmű hulladékhőjével készítik a használati melegvizet nyáron.

4. A GYAKORLATI ÖSSZEFÜGGÉSEK

A MESZ-től kapott, hőtermelői és a távhőben értékesített hőenergia mérési adatsorokat tartalmazza a következő táblázat a 2018. októberi adatokkal. Fontos, hogy a fűtési idény kezdetének adatait elemezzük.

A fűtési szezon átmeneti időszakára jellemző hőfogyasztások

2018. X. Dátum hó	Városközpont távfűtés+HMV (GJ/nap)	Városközpont távfűtés (GJ/nap)	Külső hőmérséklet átlaga (°C)	Fő gázmérő (nm^3/nap)
1	370	245	13,4	11 091
2	430	305	10,7	12 998
3	380	255	12,7	11 179
4	400	275	12,5	11 160
5	360	235	13,8	10 147
6	280	155	16,2	7 402
7	130	5	16,9	7 493
8	290	165	15,5	7 742
9	280	155	16,2	7 402
10	290	165	15,9	7 258



2. Ábra- Fűtési szezon kezdetének energiafogyasztása

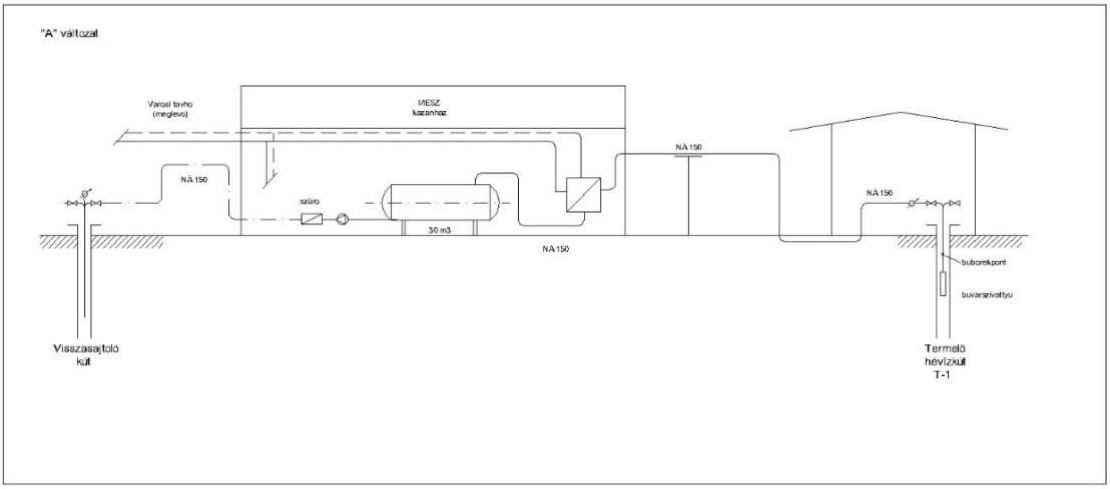
A mosonmagyaróvári termálvíz hőmérséklete a kútfejnél a geológiai tartomány szerint 95°C körül volt várható.

Az elkészült MOS-T-1 jelű hévízkút alapos kútmérését elkészítették. A mérési jegyzőkönyv alapján az állandósult állapotban a kútfejnél mért hévíz hőmérséklet értéke:

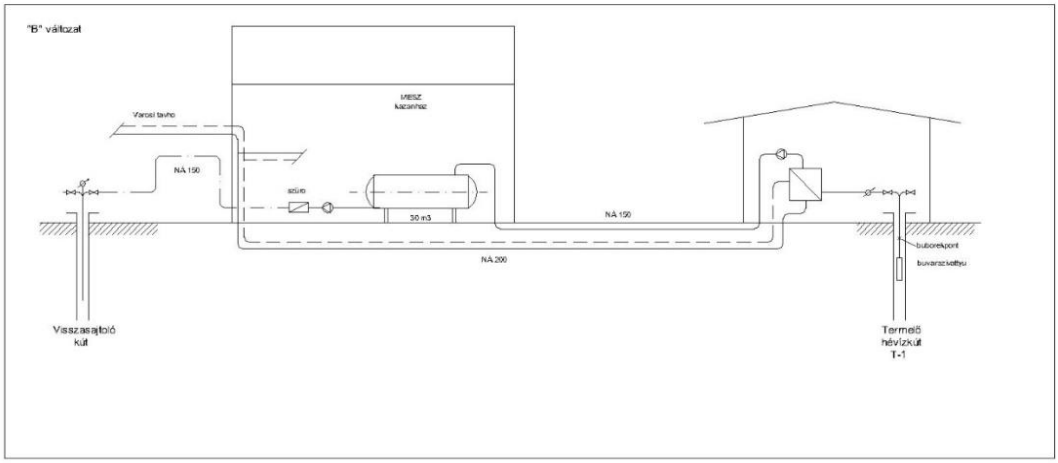
$$t_{kf} = 78°C$$

a hévízkút hozama, a hét napos termeltetés után, állandósult állapotban:

$\dot{m}$ = 1500 l/perc



3. Ábra - A geotermális rendszer elvi kialakítása „A" változat



5. Ábra Hévízközpont a MESZ kazánházban, „B" változat

6. ZÁRSZÓ - ÖSZZEFOGLALÁS)

A távfűtések Magyarországon több, mint 90%-ban földgáz bázisú hőtermeléssel működnek.

Kevés városban van ipari hulladékhő hasznosítás, illetve villamos erőmű, ahol nem a környezetbe engedik ki a felesleges hőt, hanem igyekeznek-legalább téli fűtési időszakban-a közeli városi távhőellátásban hasznosan elhelyezni.

Mosonmagyaróváron is ilyen ipari nagyüzem volt az egykori timföldgyár, ahol a bauxitot dolgozták fel, timföldet gyártottak.

Ez az üzem ma már csupán kádkő gyártással foglalkozik, és csekély hőfeleslege van.

A 2MW hulladékhőt és az üzemi kazánház egyéb felesleges hőjét eddig jó áron értékesítették a városi távhő felé, de most ennek a hőtechnikai rendszernek konkurenciát teremt a termálvíz. Hosszú távon a megújuló energia felhasználása jelentheti a jó megoldést, de a jelenlegi ipari kazántelep működése a meghatározó, és nagyon vitatható a város felé a betáplált hőforrások hőárának optimális kialakítása.

Irodalom

[1] Büki Gergely: *Településenergetika*, Mérnöki Kamara Kft. Budapest, 2014.

[2] Büki Gergely: *Energiarendszerek jellemzői és auditálása*, PI Innovációs Kft. Budapest, 2013.

[3] Kontra Jenő: *Városi távhőellátás és új geotermális hőforrás illesztése*, Magyar Installateur,Bp. 28. évfolyam,2018.november6decemberi szám, p 28-29.

[4] *Energia Felhasználói Kézikönyv*, Környezettechnika Szolgáltató KFT. Bp. 1993.

VI. SEKCIA

ZDROJE TEPLA NA BÁZE BIOMASY

vedie: doc. Ing. Ľudovít Kolláth, CSc.

- ***Kamila Víchová, Jozef Baťala***
- ***Ivan Ďuďák, Roman Bajtoš***
- ***Dušan Jeleň***
- ***Róbert Procházka, Zdenek Donoval, Maroš Korenko***
- ***Ján Gaduš, Tomáš Giertl***
- ***Michal Holubčík, Jozef Jandačka, Nikola Kantová, Juraj Trnka***
- ***Marek Baláš, Martin Lisý, Hana Lisá***
- ***Róbert Krakovik***

VYUŽITIE DREVNÝCH PELIET NA VYKUROVANIE V KRBOCH

Ing. Kamila Víchová, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra Technických zariadení budov.
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: kamilavichova2015@gmail.com

Ing. Jozef Baťala
TS Motory,
Martin
batala@tsmotory.sk

Abstrakt
Naše dlhoročné skúsenosti s výrobou a distribúciou peliet, ako aj aplikáciou zdrojov tepla na báze peliet vo vykurovacích systémoch, nás priviedli k myšlienke umožniť vlastníkom klasických krbov a piecok efektívne využívať pelety ako palivo.

NAŠE NAVRHNUTÉ RIEŠENIE

Spočíva v zariadení – košíku na pelety, umožňujúcom efektívne spaľovanie peliet v otvorených aj uzavretých krboch, krbových pieckach alebo ohniskách, určených na spaľovanie kusového palivového dreva a brikiet.

Horenie požadovanou intenzitou je umožnené regulovateľnými systémami prívodu vzduchu a odťahu spalín pôvodného krbu alebo piecky.

Košík na pelety je zariadenie vyrobené z oceľových žiaruvzdorných dierovaných plechov, krabicovej konštrukcie, so špeciálnym vnútorným usporiadaním, čím je umožnené bezproblémové efektívne horenie peliet a ich kompletné zhorenie. Umožňuje aj spaľovanie menej kvalitných peliet, ako aj peliet z agromasy. Košík na pelety sa po naplnení peletami vloží do krbu, piecky alebo ohniska a za použitia pevného alebo tekutého podpaľovača sa na povrchu zapáli.

MOŽNOSTI POUŽITIA A PERSPEKTIVA

Uvedené vlastnosti robia košík na pelety vhodným pre väčšinu obývaných domov, z ktorých minimálne 40 % má krb, pričom minimálne 80 % novopostavených domov je vybavených krbom a zároveň aj časť nových bytov je vybavená krbom. Okrem toho košík na pelety je zaujímavým riešením pre väčšinu chát a chalúp, ako aj spoločenských priestorov a reštaurácií.

Výhody tohto riešenia:

- ✓ možnosť použiť pelety ako palivo z obnoviteľných zdrojov v existujúcich zariadeniach na spaľovanie dreva, bez zásahu do ich konštrukcie
- ✓ čistá manipulácia, bezpečné dopĺňanie peliet a niekoľko hodín horenia bez nutnosti zásahu
- ✓ oceľová konštrukcia košíka na pelety vyžaruje po dohorení teplo a plní funkciu vykurovacieho telesa,
- ✓ ľahká a čistá manipulácia s palivom a jeho vyberateľnosť
- ✓ použitím košíka na pelety v otvorených ohniskách a krboch sa zvýši bezpečnosť používania zariadení, lebo pelety neiskria a neprskajú a po dohorení nevypadávajú z ohniska
- ✓ košík na pelety je možné použiť na grilovanie a opekanie, ale aj počas mrazov v skleníkoch a vo fóliovníkoch

Literatúra

[1] Prax autorky a spoločníkov
[2] Foto autorky na prednáške

SYSTÉM CZT ZALOŽENÝ NA VÝROBE TEPLA Z DREVNEJ BIOMASY A SOLÁRNYCH PANELOV V HNÚŠTI – päťročné skúsenosti, dosiahnuté výsledky a vízia ďalšieho zefektívnenia

Mgr. Ivan Ďuďák
Ing. Roman Bajtoš
Intech Slovakia, s.r.o.
Vilová 2
851 01 Bratislava
e-mail: bajtos@intechenergo.sk

Abstrakt
Systém centrálneho zásobovania teplom v meste Hnúšťa prešiel postupne rozsiahlou rekonštrukciou, ktorá prebiehala od zmeny zdrojov tepla a diverzifikácie palivovej základne, cez rekonštrukciu distribučnej siete, až po inštaláciu kompaktných odovzdávacích staníc tepla v mieste každého odberu, v kombinácii s využitím slnečnej energie cez solárne panely. Výsledkom je moderný systém výroby a distribúcie tepla s využitím obnoviteľných zdrojov energie s využitím potenciálu zdrojov daného regiónu. Vízia ďalšieho rozvoja systému spočíva v jeho neustálom zefektívňovaní a to hlavne v letných mesiacoch, kedy určité úseky rozvodov tepla systému CZT vykazujú nadmerné tepelné straty. Preto sa v špecifických prípadoch plánuje využívať aj energia v blízkosti miesta spotreby teplej úžitkovej vody pomocou tepelných čerpadiel vzduch-voda, v kombinácii so solárnymi panelmi.

1. ÚVOD

Spoločnosť Rimavská energetická, s.r.o., ktorá je prevádzkovateľom centrálneho systému výroby a distribúcie tepla v Hnúšti, sa stala členom skupiny Intech Slovakia, s.r.o. v roku 2007. V meste Hnúšťa je zabezpečená dodávka tepla a teplej úžitkovej vody systémom centrálneho zásobovania teplom (CZT). Pôvodná sústava vykurovania v meste bola značne decentralizovaná. Sústavu tvorilo deväť samostatných kotolní so samostatnými okruhmi, kde 100% zložky paliva tvoril zemný plyn. Kotolne spolu s rozvodmi tepla už boli na hranici svojej životnosti a vykazovali značnú neefektivitu. Z toho dôvodu bola rekonštrukcia celého systému CZT nevyhnutná.

1.1 Prvá a druhá etapa rekonštrukcie CZT

V roku 2008 začala prvá etapa projektu. Vybudovala sa kotolňa na biomasu, ktorá dokázala pokryť takmer 60% potreby výroby tepla. Zároveň nastalo prepojenie dvoch najväčších

okruhov plynových kotolní, ktoré sa napojili na zdroj biomasy, čím vznikol jeden veľký okruh. Zároveň sa pripojil na systém CZT z biomasovej kotolne aj priemyselný areál, v ktorom bola zabezpečovaná dodávka tepla a teplej vody z plynovej kotolne, ktorá už bola taktiež na hranici svojej životnosti. Táto prvá a druhá etapa pripravila priestor na prípravu nasledujúcej časti projektu, kde sa plánovala kompletná rekonštrukcia systému celého mesta.

a)

b)

Obr. 1 a) Nová biomasová kotolňa, b) Rekonštrukcia rozvodov tepla

1.2 Tretia až piata etapa rekonštrukcie CZT

V priebehu rokov 2010 a 2011 sa celý rozvodný štvorrúrový systém vymenil za dvojrúrový a na odberných miestach boli inštalované kompaktné odovzdávacie stanice tepla (KOST). Systém odovzdávacích staníc tepla v systéme CZT so sebou priniesol plne automatický stabilný hydraulický systém, s nízkymi nárokmi na spotrebu elektrickej energie na prevádzku, presné meranie ako na strane ÚK tak na strane TÚV a nízke tepelné straty. V záverečnej časti projektu sa koncom roka 2011 sa rozšírila kotolňa na biomasu o ďalší biomasový kotol, čím sa podiel obnoviteľných zdrojov zvýšil. Celý systém sa monitoruje a riadi pomocou optickej siete. KOST priniesli hlavne zvýšenie komfortu na strane odberateľa. Vďaka decentralizovanej príprave teplej úžitkovej vody u každého odberateľa sa mohla v roku 2011 zrealizovať ďalšia etapa projektu – inštalácia slnečných kolektorov. Na strechy obytných domov bolo inštalovaných 360 plochých solárnych kolektorov, ktoré slúžia na ohrev teplej úžitkovej vody (TÚV) a ktoré sú prepojené s odovzdávacími stanicami tepla. Kolektory sa rozdelili na 27 odberných miest.

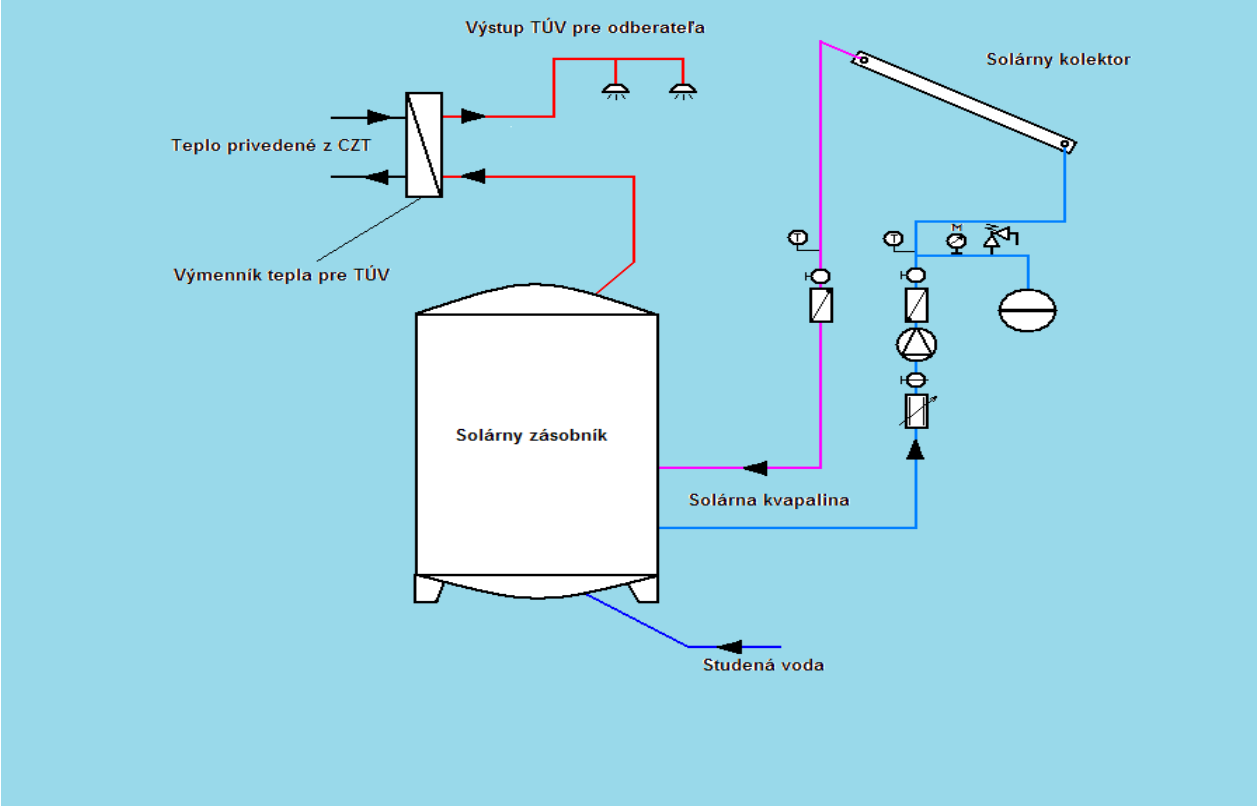
a)

b)

Obr. 2 a) Inštalácia solárnych kolektorov, b) Inštalácia KOST

Slnečná energia ktorá je zachytená absorbérom solárneho kolektora za bezpečnostným sklom, sa v kolektore premení na teplo. Týmto teplom sa ohreje špeciálna nemrznúca

solárna kvapalina, ktorá je vedená zo strechy pomocou solárnych potrubí cez obehové čerpadlo do výmenníka tepla v solárnom akumulačnom zásobníku v suteréne budovy. Ohriata voda z nádrže vstupuje do výmenníka TÚV v odovzdávacej stanici tepla, kde sa ešte dohreje teplom z CZT na požadovanú výstupnú teplotu. TÚV sa teda ohrieva len vtedy keď je odber. Systém KOST zároveň umožňuje nastaviť výstupnú teplotu vody podľa požiadaviek odberateľa nezávisle na ostatných odberných miestach v meste.

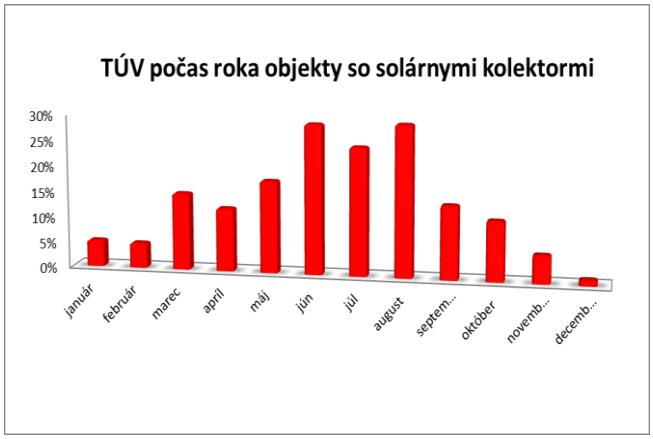


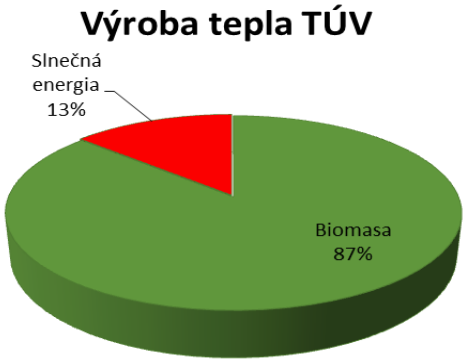
Obr. 3 Princíp prípravy TÚV na odbernom mieste

Všetky časti solárneho zásobníka, ktoré prichádzajú do styku s pitnou vodou sú z nehrdzavejúcej ocele a sú vybavené vírivou technikou pre ochranu pred vápennými usadeninami. Prevádzková teplota sa v nádrži udržuje až do teploty 95°C, čo umožňuje vyššiu akumuláciu energie.

2. 5 ROČNÉ SKÚSENOSTI A DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY

Keďže odber TÚV nie je počas celého dňa rovnomerný, tak potenciál slnečnej energie nie je využitý naplno. Najväčší odber vody je večer kedy je solárny zásobník osadený v objekte v mieste odberu nabitý. Následný špičkový odber nastáva ráno, kedy sa už v noci voda v solárnom zásobníku nedohreje a tak sa musí teplo dodávať z CZT. Taktiež zisk tepla zo slnka nie je rovnomerný počas celého roka. Najväčšie tepelné zisky sú v letných mesiacoch kedy sa podarilo získať 25 až 30 % z celkového tepla na prípravu TÚV zo slnka. Naopak v zimných mesiacoch sa to pohybuje len v rozmedzí 1 až 6 %. Kombinácia solárnych kolektorov a biomasy sa teda ukázala v praxi ako vhodná hlavne v letných mesiacoch, vzájomne sa tieto zdroje tepla dopĺňajú, kedy systém využíva v danom čase najdostupnejší zdroj tepla na výrobu TÚV.





a) b)

Graf. 1 a) Výroba TÚV zo solárnych kolektorov, b) Pomer výroby tepla z biomasy a slnka za rok

Diverzifikácia palivovej základne, využívanie tepla z biomasy a zo slnečných kolektorov s doplnkovým plynovým kúrením priniesla v systéme CZT pre mesto Hnúšťa cenovú stabilitu a bezpečnosť dodávky tepla a TÚV. Vďaka decentralizovanej príprave TÚV a inštalovaním slnečných kolektorov sa dosiahlo zníženie nákladov pre ohrev vody a zaťaženie ovzdušia znížením vyprodukovaných emisií.

3. VÍZIA ĎALŠIEHO ZEFEKTÍVNENIA SYSTÉMU CZT

Najväčšia výzva zefektívnenia systému CZT je hlavne v letných mesiacoch, kedy dochádza hlavne v úsekoch rozvodov tepla na časť priemyselný park a sídlisko Likier k nadmerným tepelným stratám. Úspešné riešenie bolo zrealizované v priemyselnom parku, kde bolo použité na výrobu TÚV v letných mesiacoch tepelné čerpadlo vzduch-voda, čím sa odstránili tepelné straty v rozvodoch medzi centrálnou kotolňou a priemyselným parkom. V ďalšej etape rozvoja sa uvažuje inštalácia solárnych kolektorov, ktoré budú pokrývať v kombinácii s tepelným čerpadlom postupne sa zvyšujúcu spotrebu TÚV v areáli. Tento úspešný koncept zníženia tepelných strát sa plánuje zrealizovať aj na sídlisku Likier, kde bude kombinácia tepelných čerpadiel, ktoré budú umiestnené v pôvodnej malej centrálnej kotolni na sídlisku, so solárnymi kolektormi, ktoré sú umiestnené na strechách objektov. Týmto spôsobom dôjde k eliminácii tepelných strát v dlhom prepoji, ktorý je medzi sídliskom Likier a centrálnou časťou CZT ktorá je napájaná z biomasovej kotolne.

4. ZÁVER

Kompletná rekonštrukcia CZT v meste Hnúšťa priniesla diverzifikáciu palivovej základne, najmä v oblasti využívania obnoviteľných zdrojov energie. V systéme sa vzájomne dopĺňajú energie z drevnej biomasy, slnka a teploty okolia, ktoré sa využívanú pomocou biomasových kotlov, solárnych kolektorov a tepelných čerpadiel. Kombinácia biomasy a slnečných kolektorov ktoré sa vzájomne dopĺňajú sa ukázala v praxi ako dobrá voľba. Zároveň sa pri ďalšom rozvoji systému využívajú poznatky a skúsenosti z prevádzky solárnych kolektorov, kde sa ukazuje vhodná kombinácia s tepelnými čerpadlami hlavne v letných mesiacoch, čo prispeje k zníženiu strát v rozvodoch a ďalšiemu zefektívneniu systému CZT v meste Hnúšťa.

LOKÁLNA VÝROBA ENERGIÍ

Ing. Dušan Jeleň
Energoservis DSJ s.r.o.
Werferova 1/2582
040 11 Košice – Juh
e-mail: energoservis.dsj@centrum.sk

Abstrakt
Bioplynové stanice patria k jedným zo zdrojov obnoviteľnej energie a sú stabilizujúcim prvkom ekonomiky družstiev. Ich opodstatnenie potvrdzujú prevádzky v Nemecku kde celkový počet fungujúcich BPS sa blíži k počtu 10 000. Výhodnosť BPS potvrdzuje aj fakt, že vyprodukované teplo pri výrobe elektrickej energie je možné výhodne využiť jednak priamo na hospodárskych dvoroch alebo pripojiť sa do centrálnych rozvodov tepla ak sú miestne vybudované.

ÚVOD

Opodstatnenie výstavby BPS spočíva hlavne v možnosti spracovania odpadných surovín z potravinárskej výroby, nevyužitého tovaru z obchodných reťazcov, spracovanie senáže z menej kvalitných lúk, spracovanie kravského hnoja, hnojovice a až v poslednom rade využitie cielene pestovanej hmoty či už ide o kukuricu, cirok alebo iné energetické plodiny.

STAV VO VYUŽITÍ ENERGIE Z BPS

Podľa štatistík ÚRSO do polovice júla 2015 bolo uvedených do prevádzky 108 BPS s inštalovaným výkonom 96 MWh a priemerným inštalovaným výkonom 0,889 MWh. Z celkového počtu BPS je iba 21 BPS s inštalovaným výkonom nižším ako 0,6 MWh. Priemerný výkon inštalácií v Nemecku je 0,4 MWh čo umožňuje dôslednejšie využitie odpadných surovín. Najvýhodnejšia návratnosť investície je pri výkone od 0,7 do 1 MW. V priebehu rokov 2013 až 2017 došlo k zmene podpory, ktorá sa odvíjala od výkonu a boli preferované BPS s menším výkonom. Podpora bola definovaná:

do 250 kW	102,00 €/ MWh
od 251 do 500	95,89 €/MWh
od 501 do 750	91,61 €/MWh
nad 751	90,02 €/MWh

Cena elektriny vyrobenej z obnoviteľných zdrojov energie v zariadení výrobcu elektriny zo spaľovania bio metánu získaného z bioplynu vyrobeného anaeróbnou fermentáciou s celkovým výkonom zariadenia do 1 MW vrátane je 95,95 €/ MWh.

Od roku 2018 kedy došlo k zmene zákona 309 /2009 je podpora poskytovaná na elektrinu vyrobenú v zariadení výrobcu elektriny s celkovým inštalovaným výkonom do 500 kW vrátane, ak ide o zariadenie využívajúce vodnú energiu, geotermálnu energiu, bioplyn, skládkový plyn alebo plyn z čističiek odpadových vôd.

Nový pojem je **výroba elektriny v lokálnom zdroji**. Výrobcom elektriny v lokálnom zdroji je odberateľ elektriny v odbernom mieste identickom s odovzdávacím miestom lokálneho zdroja, ktorý uzatvoril s prevádzkovateľom distribučnej sústavy zmluvu o pripojení lokálneho zdroja do distribučnej sústavy pre lokálny zdroj. Využitie distribučnej kapacity výrobcom elektriny, ktorý nie je dodávateľom elektriny, v rozsahu najviac 10 % z celkového inštalovaného výkonu lokálneho zdroja v najviac dvoch po sebe idúcich štvrťhodinách z dôvodu technických problémov lokálneho zdroja alebo odberného miesta sa nepovažuje za neoprávnené dodávanie elektriny do sústavy.

Významným produktom je teplo pri výrobe elektrickej energie v pomere cca 1:1-1,2. Využitiu tepla je venovaná pozornosť až od októbra 2012 kde zákon stanovil povinnosť využiť minimálne 50% vyprodukovaného tepla. V prípade nesplnenia tejto povinnosti znižuje sa výkupná cena.

Využitie tepla z BPS

Najčastejšie sa vyskytujúce spôsoby využitia tepla v našich podmienkach sú:

Vykurovanie objektov pripojených do centrálnych rozvodov

Vykurovanie a ohrev vody v rámci hospodárskeho dvora

Sušenie sena a lucerny

Sušenie obilia

Sušenie peletiek

Sušenie dreva

Chov rýb (sumček africký)

Ďalšia z možnosti je premena tepla na chlad

ZÁVER

Perspektíva bioplynových staníc je závislá od nastavenia cenových hladín za vyrobenú elektrickú energiu a teplo. Z hľadiska budúcej perspektívy je zaujímavý prechod od výroby bioplynu k výrobe biometánu buď ako dodávka do rozvodov zemného plynu alebo využitie na pohon motorových vozidiel.

MOŽNOSTI RECYKLÁCIE VYBRANÝCH DRUHOV ODPADU
Analýza vybraných parametrov triedenia

Róbert Procházka
Zdenek Donoval
Maroš Korenko

Katedra kvality a strojárskych technológií
Technická fakulta
SPU v Nitre

Anotácia
Odpad je fenomén a s ním aj všetky jeho súvisiace formy. A to nielen z hľadiska jeho stúpajúcej tendencie a produkcie, ale aj z hľadiska jeho stále nevyužívaných možností. Odpad by sa dal označiť za nepotrebný, nie však nevyužiteľný, vedľajší produkt ľudskej činnosť. Z pohľadu bežného človeka je najvýznamnejším druhom odpadu komunálny odpad. Tento odpad tvoríme všetci bez ohľadu na náš spoločenský status, bohatstvo či vzdelanie. Tvoríme ho pri bežných činnostiach, v domácnosti, práci alebo škole a je to jeden z mála druhov odpadu, ktorého tvorbu môžeme obmedziť vlastným zodpovedným prístupom. Cieľom práce bolo popísať meranie čistoty triedenia, vibrácie a hluk zariadenia. Analyzovaný druh odpadu bol železný odpad, ktorý sa nachádzal v plastovom odpade a ktorého analýza parametrov triedenia je popísaná v práci.

Annotation
Phenomenon of the present days is the waste and its all the relevant forms. This is not only because of its rising production but also of its still not employing possibilities. Waste could be called an unnecessary, but not usable, by-product of human activity. From the point of view of a common man, the most significant type of waste is municipal waste. Municipal waste is all of us regardless of our social status, wealth, or education. We create it in ordinary activities, at home, at work, or at school, and it is one of the few types of waste whose work we can limit by our own responsible approach. The aim of the paperwork was to describe the measurement of purity, vibration and the noise. The type of waste we measured was iron waste compounded in plastic waste, which the analyse of main parameters is described in this work.

1. KĽÚČOVÉ SLOVÁ

Zhodnotenie odpadu, komunálny odpad, triedenie, optická linka, odpad, analýza, postup, meranie, recyklácia, budúcnosť.

2. ÚVOD

Komunálny odpad (KO) je v súčasnosti málo využívaný, vedľajší produkt ľudskej činnosť. Tvoríme všetci bez ohľadu na náš spoločenský status, bohatstvo či vzdelanie, všetci a pri bežných činnostiach, v domácnosti, práci alebo škole a je to jeden z mála druhov odpadu, ktorého tvorbu môžeme obmedziť vlastným zodpovedným prístupom. Cieľom každej krajiny je zníženie produkcie komunálneho odpadu a maximálne využitie vyprodukovaného v iných formách tak, aby recyklačný proces vyústil do minimalizácie jeho uloženia na skládku.

Úlohou spoločnosti je znížiť množstvo produkovaného odpadu buď znížením jeho produkcie alebo zvýšením jeho recyklácie, teda zhodnotenia využiteľných zložiek . Toho sa dá najekonomickejšie docieliť jeho dobrým pred-separovaním ešte u zdroja a následne jeho dotriedenie podľa vlastností, farieb atď. Po dotriedení je možné jeho opätovné využitie ako druhotná surovina opätovne vo výrobe alebo v energetike ako palivo pre energetické zariadenia po jeho dôkladnom tepelnom zhodnotení jeho anorganickej zložky (plasty, guma) napr. formou katalytického splynenia, pyrolýzy, resp. jeho organickej zložky, jej úprave a následnej fermentácii, výsledkom ktorej je spáliteľný metán opäť ako palivo. Pre tieto účely je potrebné nastaviť mechanizmus zhodnotenia v samotnej legislatíve, aby mal v sebe motivačný prvok.

V práci je pojednávané o jednej z možných foriem zníženia množstva, a to o procese technologického spracovania automatickou formou. Pre tento systém je prioritné sledovanie vybraných parametrov triedenia. Pre účel uvedenej analýzy nám bol poskytnutý automatický triediaci stroj typu Autosort Finder s magnetickým detekčným inteligentným systémom zachytávania feromagnetických a nemagnetických kovov v odpade - IOM (intelligent object recognition), ktorý nám poslúžil na analýzu závislosti vybraných technických parametrov triedenia počas samotného procesu na vybranej komodite – feromagnetických materiáloch, ktorou sa zaoberá samotná práca.

3. ZLOŽENIE KOMUNÁLNEHO ODPADU

Komunálny odpad (KO) predstavuje veľmi rozmanitú zmes rôznych materiálov a líši sa svojim zložením v závislosti na druhu sídla a zástavbe (obec – rodinné domy, mesto – bytové domy).

V Európe sa doposiaľ uskutočnilo len málo presných analýz komunálneho odpadu, a preto sú údaje o jeho zložení len orientačné a pre každý štát iné a závisiace na mnohých vplyvoch. Z rôznych nezávislých analýz vyplýva, že zložky separovaného zberu (plast, sklo, papier, kov,

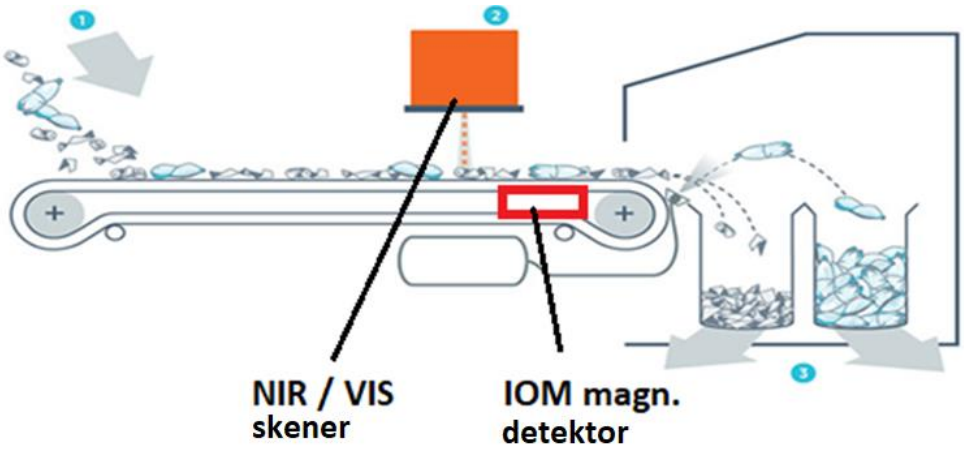
bio odpad) predstavujú až 60 % objemu z komunálneho odpadu. Jedným zo zložiek komunálneho odpadu je aj kov, ktorý bol z hľadiska vhodnej a pre nás disponibilnej technológie, použitý, ako bolo spomenuté, na testovanie vybraných parametrov procesu.

4. POPIS TESTOVACIEHO ZARIADENIA

Pre analýzu parametrov triedenia bolo vyššie uvedené triediace zariadenie Autosort Finder 1200, ktoré nám zapožičala spoločnosť VÚMZ SK, s.r.o. Nitra, ktorá tieto zariadenia v spolupráci s dodávateľom skenovacích a riadiacich segmentov Tomra Sorting, vyrába.

Zariadenie pozostáva z hlavných častí, ktorými sú dopravník, komora, magnetický detekčný systém IOR, pneumatický a riadiaci systém samotnej jednotky.

Kovový odpad je na páse detekovaný IOR zariadením, následne po odovzdaní informácie do riadiaceho systému následne vystrelený prostredníctvom tlakového vzduchu o tlaku 8-10b v perforáciách v ejekčnej lište, po celej šírke pásu s priemerom ca 1mm, do vzdialenejšej časti komory. Do prednej časti komory padá ostatný odpad, zbavený kovových častí.



Obr.1 Princíp činnosti optického triedenia na zariadení Autosort Finder 1200 (zdroj : www.tomra.com)

Hlavné parametre stroja Autosort Finder 1200:

Dĺžka /šírka pásu:	4500mm / 1200mm
Dĺžka /šírka komory:	2200mm/2000mm
Rýchlosť pásu:	3,6 m/s

5. POPIS METÓDY MERANIA

Meranie prebiehalo v mesiaci jún 2018 v priestoroch spoločnosti VÚMZ SK, s.r.o. Nitra. Ako vybrané parametre analýzy a samotného merania boli pri presných zmenách rýchlosti pásu v rámci pohybu materiálu nad magnetickým detektorom kovov (kapacity triedenia) :

- čistota celkového vytriedenia kovových častí z plastového mixu (popísaný nižšie)
- vibrácie zariadenia (merané 2 miesta – pri motore a na ráme pod dopravníkom)
- hlučnosť zariadenia

Odpad bol tvorený mixom železného odpadu zakomponovanom v plastovom odpade (PET + drogéria (PP/PE).

Pozn.: Podmienky na separáciu triedeného materiálu neboli ideálne, keďže stroj bol umiestnený po jeho výrobe len na podlahe a distribúcia oboch prúdov odpadu (vytriedený a zostatkový) vzhľadom k uvedenému nebola v štandardnom uložení ako býva v technologickej linke počas prevádzky (triediace stroje sú štandardne umiestnené nad odoberacími dopravníkmi s výsypnými časťami, ktoré zberajú všetky vystreľované časti cez svoje výsypky bez strát po ich vystrelení. Z hľadiska eliminovania vplyvu penetrácie jednotlivých častí medzi seba sme použili koeficient nepresnosti 20%. Uvedená aplikácia koeficientu vo výpočtoch v jednotlivých sledovaných parametroch nemala vplyv na uvedené výsledky závislosti parametrov triedenia.

Pre uvedený postup sme použili vzorec aplikácie faktoru nepresnosti :

$$\boldsymbol{E = Etest\ x\ 1,2}$$

kde :

E – korigovaná čistota triedenia
E_{test} – čistota meraná počas triedenia (cyklu)

Objem a váha triedených a netriedených materiálov :

- PET/drogéria : 2,1 kg
- Kovový materiál : 3,0 kg
- Celkovo odpad : 5,1 kg

Obr. 2 Znázornenie testovacieho stroja Autosort Finder 1200

Ako bolo vyššie zmienené, v samotnom meraní boli nastavené kroky rôznych rýchlostí pásu, ktorý bol ovládaný cez frekvenčný menič v úrovniach 40% , 55% , 70% , 85% , 100%. V nastavených rýchlostiach sa previedli 3 opakované merania pre elimináciu náhodných stavov, z ktorých sa vyhotovil aritmetický priemer :

$$\boldsymbol{f(priemer) = (\sum_{n=1}^{5}(a_n))\ /n}$$

kde :
a – je konkrétne meranie a
n – počet testovacích kôl, počas ktorých sa merali výsledky

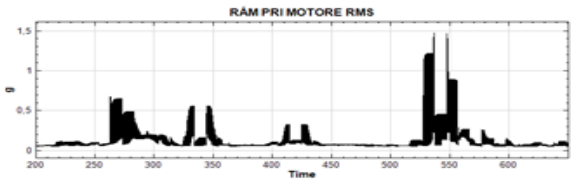
6. VÝSLEDKY MERANIA

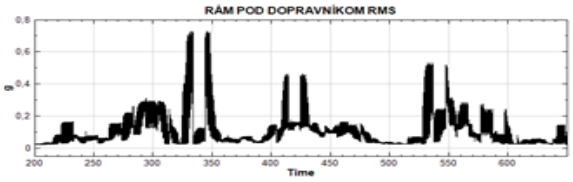
I. Meranie : rýchlosť pásu 40% z nominálnej hodnoty (1,44m/s) :

A) Čistota triedenia

	otáčky (m/s)			netriedený tok		triedený tok	
				Fe	PET	Fe	PET
		meranie 1		0,91	1,00	1,95	1,09
40%	1,44	korekcia Fe k množstvu	1,05	0,95	1,00	2,05	1,09
		korekcia k ost.vplyvom		**0,54**	1,00	**2,46**	1,09
		účinnosť separácie / kontaminácia				82%	52%

B) Vibrácie





C) Hlučnosť

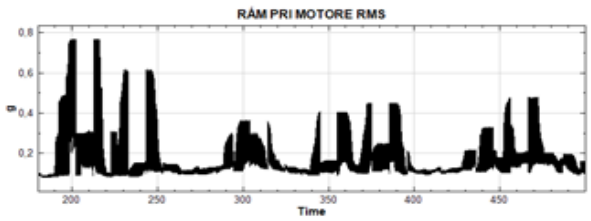
LA	LACq	LAmax	LCpeak	
67,20	88,20	98,10	111,60	dB

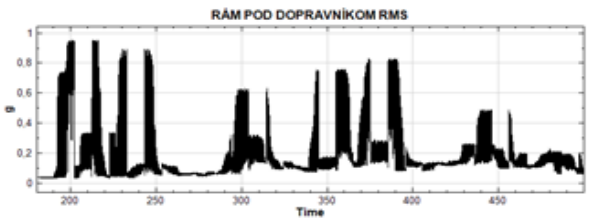
II. Meranie : rýchlosť pásu 55% z nominálnej hodnoty (1,98 m/s) :

A) Čistota triedenia

55%	1,98	**meranie 2**		0,95	1,13	1,77	0,96
		korekcia Fe	1,10	1,05	1,13	1,95	0,96
		korekcia k ost.vplyvom		**0,66**	1,13	**2,34**	0,96
						78%	46%

B) Vibrácie





C) Hlučnosť

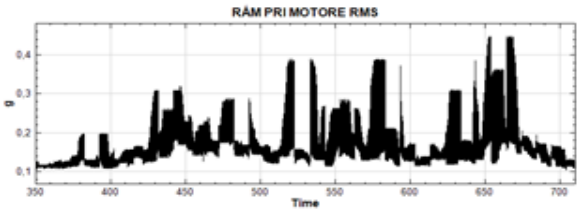
LA	LACq	LAmax	LCpeak	
70,10	93,00	98,90	112,20	dB

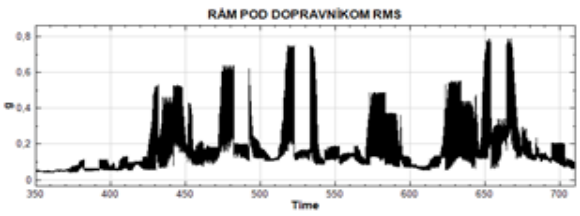
III. Meranie : rýchlosť pásu 70% z nominálnej hodnoty (2,52 m/s) :

A) Čistota triedenia

		meranie 3		1,57	0,94	1,17	1,15
70%	2,52	korekcia Fe	1,09	1,72	0,94	1,28	1,15
		korekcia k ost.vplyvom		**1,46**	0,94	**1,54**	1,15
						51%	55%

B) Vibrácie





C) Hlučnosť

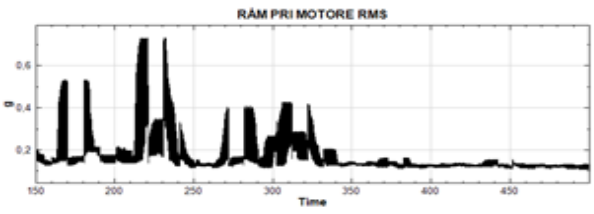
LA	LACq	LAmax	LCpeak	
66,00	92,00	99,70	111,80	dB

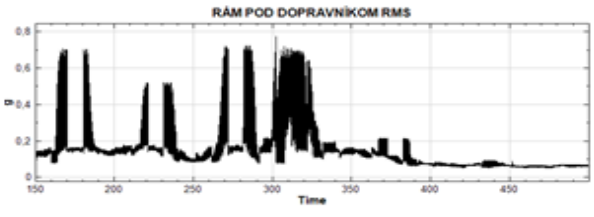
IV. Meranie : rýchlosť pásu 85% z nominálnej hodnoty (3,06 m/s) :

A) Čistota triedenia

85%	3,06	**meranie 4**		1,25	0,99	1,55	1,10
		korekcia Fe	1,07	1,34	0,99	1,66	1,10
		korekcia k ost.vplyvom		**1,01**	0,99	**1,99**	1,10
						66%	53%

B) Vibrácie





C) Hlučnosť

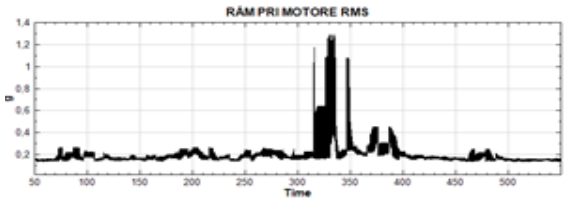
LA	LACq	LAmax	LCpeak	
72,30	96,00	101,90	113,10	dB

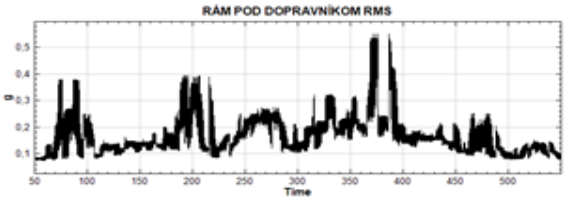
V. Meranie : rýchlosť pásu 100% z nominálnej hodnoty (3,60 m/s) :

A) Čistota triedenia

100%	3,60	**meranie 5**		0,98	1,06	1,82	1,03
		korekcia Fe	1,07	1,05	1,06	1,95	1,03
		korekcia k ost.vplyvom		**0,66**	1,06	**2,34**	1,03
						78%	49%

B) Vibrácie

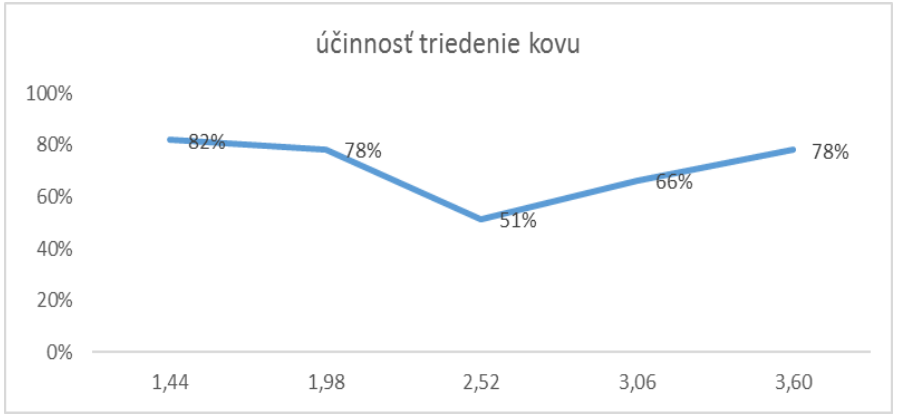




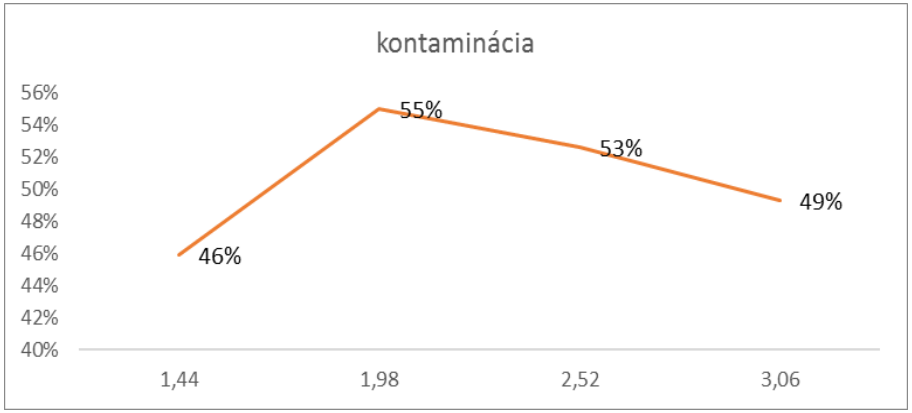
C) Čistota triedenia

LA	LACq	LAmax	LCpeak	
71,50	96,00	102,80	113,50	dB

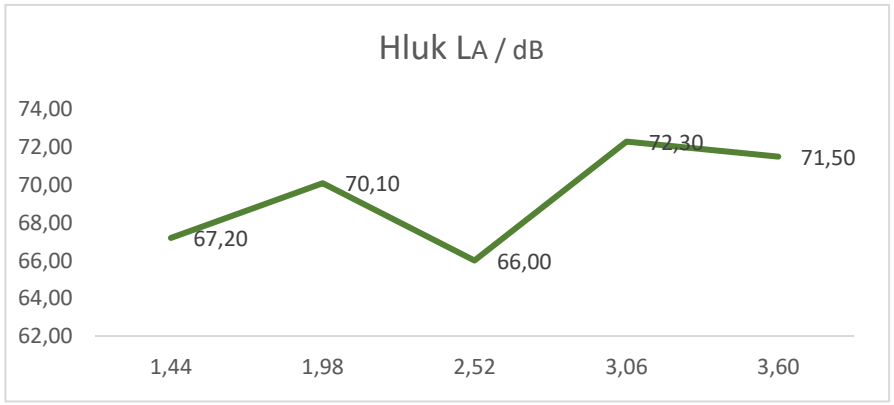
6.1 Grafické výstupy z meraní



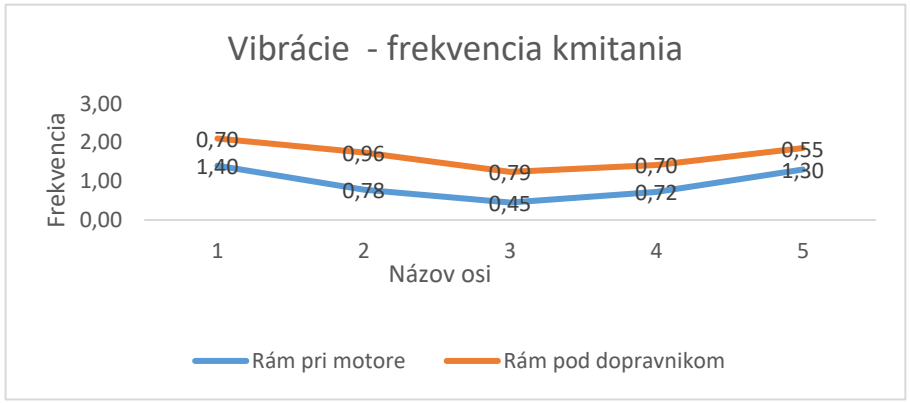
Obr. 3 účinnosť triedenia – pozitívna kontaminácia



Obr. 4 účinnosť triedenia – negatívna kontaminácia



Obr. 4 hluk pri triedení



Obr. 5 vibrácie pri triedení – pod motorom a pod rámom dopravníka

7. ZÁVER

Merania na automatickom triediacom zariadení Autosort FInder 1200 preukázali závislosť sledovaných parametrov čistoty triedeného materiálu , jeho kontaminálcie od otáčok (resp. rýchlosti pohybu materiálu na páse dopravníka), vibrácií dopravníka v úrovni (pri hnacom motore a na ráme pod dopravníkom) spolu s hlučnosťou zariadenia. Najlepšie hodnoty čistoty triedenia (pozitívna kontaminácia) boli dosiahnuté pri 40% a 100% otáčkach. Keďže pri 100% otáčkach je však prepravovaný pri porovnateľných dosiahnutých parametroch cca 2-násobný tok spracúvaného prúdu odpadu ako pri minimálnych, ktoré boli merané, hovorí výsledok jasne pre nastavenie triedenia na otáčky blízke maximálnym, čo sa v praxi aj deje a triediace stroje sa v prevádzke nastavujú na najvyššie prevádzkové rýchlosti dopravných pásov pre skenovanie / detekciu v automatických triediacich linkách. V uvedených hodnotách čistoty triedenia boli zaznamenané aj maximálne vibrácie zariadenia. Merané boli na ráme pri hnacom motore a na ráme pod dopravníkom. Hlučnosť zariadenia dosahovala maximálne hodnoty v najvyšších otáčkach motora (rýchlosti pásu), čo je logické z hľadiska krivky v zaťaženiach pohonných systémov (elektromotor, bubny, hriadele, ložiská).

Obdobnej závislosti vplyvu rýchlosti pásu, a teda aj celkového spracúvaného odpadu, na sledovaných parametroch triediaceho cyklu, je dosiahnutých aj pri optickom triedení plastového materiálu, kedy je namiesto IOR nad odpad umiestnený skener a detekcia funguje na princípe NIR (Near Infra Red) spektrálnej analýze vlastností odpadu, ktorý je ľudskému oku neviditeľný, no dokáže podľa vlastnosti triedeného materiálu v infraspektre detekovať snímaný materiál, ktorý je následne vytriedený.

Poďakovanie

Ďakujem za pomoc a poskytnutie priestorov na testovanie, odborných technikov a samotného moderného triediaceho stroja spoločnostiam VÚMZ SK, Nitra a Tomra Sorting Solutions (Nemecko), pobočka Senec. Bez ich pomoci by sa testovanie nedalo uskutočniť.

Rovnako ďakujem za odborné vedenie aj školiteľom z technickej fakulty SPU Nitra za vedecké smerovanie výsledkov práce k problematike na publikovaniu spolu s dosiahnutými závermi.

Použité zdroje a literatúra

[1] Seok-Beom Roh, Sang-Beom Park, Sung-Kwun Oh, Eun-Kyu Park, Woo Zin Choi. (01/2018); Development of intelligent sorting system realized with the aid of laser-induced breakdown spectroscopy and hybrid preprocessing algorithm-based radial basis function neural networks for recycling black plastic wastes; 01/2018,Issue 4, ISSN 1611-8227, https://doi.org/10.1007/s10163-018-0701-1

[2] Michaux J. (1980) Saving of Energy and Raw Materials by Recycling Plastic Waste Extracted from Urban Garbage. In: Strub A.S., Ehringer H. (eds) New Ways to Save Energy. Springer, Dordrecht; ISBN 978-94-009-8990-0; DOI https://doi.org/10.1007/978-94-009-8990-0_97

[3] Bonifazi G., Serranti S. (2012) Recycling Technologies. In: Meyers R.A. (eds) Encyclopedia of Sustainability Science and Technology. Springer, New York, NY; ISBN 978-1-4419-0851-3; DOI https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0851-3

[4] GALOVIČ, P. 2006. Program odpadového hospodárstva SR na roky 2006 – 2010. In: Enviromagazín, roč. 9, 2006, č. 4, s. 8.

[5] ŠMELKOVÁ, E. – TESLÍK P. 2009. Bilancia separovaného zberu komunálneho odpadu. In Enviromagazín, roč. 14, 2009, č. 1, s. 30-31.
[6] Článok v týždenníku Odpady portal www.odpady-portal.sk / https://www.odpady-portal.sk/Dokument/103918/eurostat-produkcia-komunalneho-dopadu-v-eu-v-roku-2016.aspx
[7] Verejne dostupné elektronické údaje na stránke výrobcu optických skenerovacích jednotiek www.tomra.com

VÝROBA BIOPALÍV TERMOCHEMICKOU KONVERZIOU

prof. Ing. Ján Gaduš, PhD.
Ing. Tomáš Giertl, PhD.
Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja SPU v Nitre
Katedra regionálnej bioenergetiky
Tr. A. Hlinku 2
949 76 Nitra
e-mail: Jan.Gadus@uniag.sk

Abstrakt
V príspevku je popísaná unikátna technológia termochemickej konverzie biomasy pre kontinuálnu výrobu biogénnych palív súčasne v plynnej, kvapalnej aj tuhej fáze. Zariadené, ktoré bolo obstarané v rámci riešenia projektu „Vybudovanie výskumného centra AgroBioTech“, umožňuje realizovanie dlhodobých pokusov v poloprevádzkových podmienkach. Ako príklad vysokej efektívnosti konverzie biomasy uvádzame výsledky experimentov s použitím štiepky z rýchlorastúcej dreviny - vŕba Tordis, kde pri dávke 20 kg/h bol získavaný energeticky veľmi hodnotný syntézny plyn s priemerným prietokom 10,8 m^3/h, tekutá zložka – bioolej v objeme 5,8 l/h a tuhá frakcia – biouhlie v množstve 4 kg/h.

1. ÚVOD

Obnoviteľné zdroje energie (OZE) vzhľadom na možnosť predikovať pomerne exaktne ich produkciu, okrem environmentálneho prínosu, zvyšujú aj sebestačnosť a tým aj energetickú bezpečnosť krajiny. Preto zvyšovanie podielu OZE na spotrebe energie je jednou z priorít, deklarovaných aj v aktuálnom znení „Energetickej politiky Slovenskej republiky“, prijatej vládou v októbri 2014. SR sa zaviazala zvýšiť využívanie OZE v pomere ku hrubej konečnej energetickej spotrebe zo 6,7 % v roku 2005 na 14 % v roku 2020. Očakávaná celková spotreba OZE, ktorá sa má dosiahnuť v roku 2020, je približne 80 PJ. Základným dokumentom vo vzťahu k dosiahnutiu cieľa 14 % je Národný akčný plán pre energiu z obnoviteľných zdrojov energie, ktorý vláda SR schválila dňa 6. októbra 2010. Najväčší energetický potenciál z OZE na Slovensku má biomasa s teoretickým potenciálom 120 PJ. Biomasa predstavuje tak aj dôležitý potenciál pre rozvoj regionálnej a lokálnej ekonomiky. Veľkou nevýhodou biomasy je však jej nízka energetická hustota, čo vyžaduje vyššie nároky na skladovacie priestory ako aj jej rýchla degradácia. Preto je v súčasnosti vysoko aktuálne hľadať možnosti jej konverzie na hodnotnejšie biopalivá. Jednou z efektívnych technológií sa javí termochemická konverzia biomasy na biogénne palivá v tuhej, kvapalnej a plynnej forme. V príspevku uvádzame popis kontinuálnej pyrolýznej technológie a skúsenosti s termochemickou konverziou biomasy rýchlorastúcich energetických drevín.

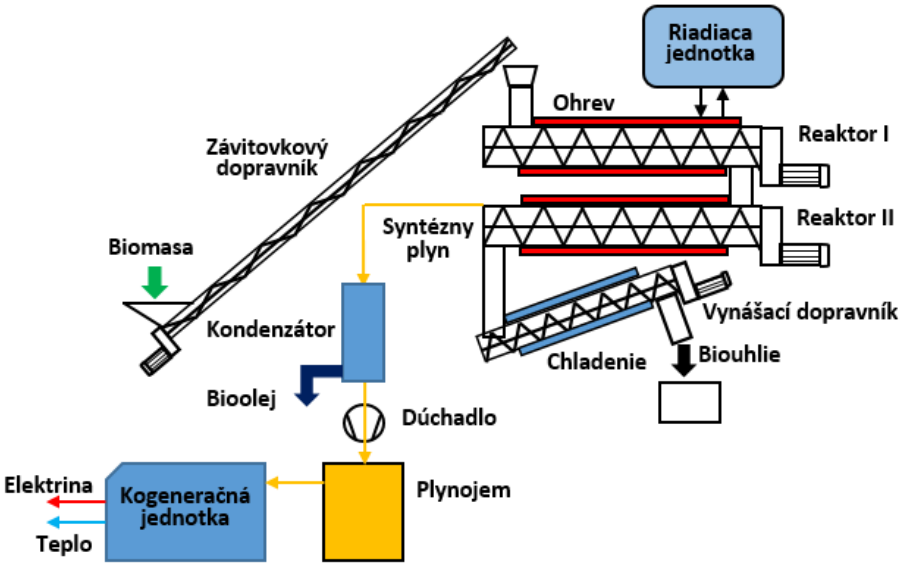
2. MATERIÁL A METÓDY

Zriadenie „Laboratória splyňovania biomasy“ bolo zadefinované ako jeden z výstupov projektu „Vybudovanie výskumného centra AgroBioTech“, ITMS kód: 26220220180, riešeného v rokoch 2013 – 2015 s cieľom umožniť využívaním moderných prístrojov, laboratórneho vybavenia, hardvéru a softvéru realizovanie aplikovaného výskumu z oblasti efektívneho využívania biomasy ako obnoviteľného zdroja energie v reálnych podmienkach, s následným bezprostredným prenosom poznatkov.

Veľmi zaujímavou sa v ostatnom čase javia rôzne princípy termochemickej konverzie biomasy umožňujúce komplexné využitie vstupnej biomasy pri jej konverzii na biopalivá v plynnom, kvapalnom a tuhom skupenstve.

2.1 Kontinuálna pyrolýzna jednotka UNIPYR

Pyrolýzna jednotka typu UNIPYR pozostáva zo súboru zariadení na výrobu syntézneho plynu a biogénnych pohonných hmôt v tekutej a tuhej fáze. Základným princípom činnosti zariadenia je kontinuálny tepelný rozklad biomasy a dendromasy, prípadne iných hmôt organického pôvodu (ako papier, textil), zbavených inertných prímesí (ako kov, sklo, zemina, piesok), s kapacitou spracovania surovín do 60 kg za hodinu. Tepelným spracovaním organickej hmoty v reaktorovej zostave bez prístupu vzdušného kyslíka dôjde k rozkladu vstupných surovín na tri hlavné výstupné zložky, a to: syntézny plyn (plynná fáza), reaktorový olej (tekutá fáza) a zuhoľnatená časť vstupných surovín - biouhlie (tuhá fáza).



Obr. 1 Technologická schéma pyrolýznej jednotky typu UNIPYR

Technologickú zostavu (Obr. 1) tvorí ***reaktor I***, kde sa surovina predohrieva na teplotu 100 až 180 °C a následne prechádza do ***reaktora II***, v ktorom pri teplote až do 600 °C dochádza k rozkladu (depolymerácie) suroviny na plynnú fázu (syntézny plyn) a zvyšná časť suroviny zostane v tuhej fáze v podobe biouhlia, ktorý je z reaktora odoberaný ***vynášacím dopravníkom***, kde zároveň je zabezpečované aj ochladzovanie. Plynná fáza rozloženej hmoty je odvádzaná do ***kondenzátora***, v ktorom je ochladzovaná, pričom sa čiastočne vyzráža do kvapalnej fázy (tzv. biooleja). Vyzrážaný bioolej je možné odoberať z kondenzátora k následnej úprave jeho kvalitatívnych parametrov. Syntézny plyn vznikajúci

v technologickom procese nízkoteplotého rozkladu biomasy je odvádzaný plynovodným potrubím a distribučným ***dúchadlom*** je dopravovaný po úprave (odvodnenie a odsírenie) do ***plynojemu*** a ďalej do viacpalivového motora ***kogeneračnej jednotky*** s inštalovaným elektrickým výkonom 30 kW_{el}. Celý proces je riadený a kontrolovaný ***riadiacou jednotkou.*** Vyprodukovaná elektrina je využívaná na elektrický ohrev bioreaktorov.

2.2 Zameranie aplikovaného výskumu

Objektom experimentov je hľadanie vhodných zmesí vstupnej biomasy a sledovanie ich vplyvu na množstvo a kvalitu vznikajúceho plynného, tekutého (biopalivá 2. generácie) a tuhého biogénneho paliva. Experimentálne sú overované aj parametre procesu (teplota reaktora, rýchlosť posuvu materiálu v bioreaktore) pre hľadanie optimálneho nastavenia pre tú ktorú zmes vstupných materiálov za účelom dosahovania čo najvyššej kvality produkovaných biogénnych palív.

Pri realizovaní porovnávacích meraní využívajúc technológiu splyňovania vstupných materiálov zložených z rôznych druhov biomasy sú využívané rovnaké metodiky pre určovanie nasledovných východiskových parametrov:

- Hmotnosť biomasy, vrátane hmotnostných podielov jednotlivých komponentov zmesových materiálov, precíznym vážením,
- Obsah suchej hmoty, využívajúc automatické sušinové váhy
- Obsah organickej suchej hmoty, prostredníctvom muflovej pece a štandardných postupov,
- Hodnota pH.

Predmetom skúmania sú aj parametre procesu:

- Procesná teplota, meraná elektronicky, on-line,
- Rýchlosť posuvu materiálu v reaktore, meraná elektronicky, on-line,
- Objem produkovaného syntézneho plynu, meraný on-line.

Merané sú:

- Množstvo tekutej a tuhej frakcie vychádzajúcej z reaktora.
- Zloženie syntézneho plynu - prenosným analyzátorom plynu a precíznejšie analýzy – chromatograficky.

3. VÝSLEDKY EXPERIMENTOV

Pre zdokumentovanie efektívnosti technológie termochemickej konverzie biomasy uvádzame ako príklad výsledky experimentov, kde ako vstupná surovina bola použitá štiepka z rýchlorastúcej dreviny - vŕba Tordis (Švédsko) dopestovanej na experimentálnej plantáži SPU v Nitre. Boli použité nasledovné parametre pre pokus:

Vstupná biomasa:

Dávka vstupnej biomasy (štiepka – vŕba Tordis)	– 20 kg/h
Obsah suchej hmoty (SH)	– 91,99 %
Obsah organickej suchej hmoty (OSH ako % SH)	– 90,61 %

Z experimentov s uvedenou vstupnou biomasou – štiepka vŕby Tordis, boli získané nasledovné priemerné množstvá biogénnych palív:

Vyprodukované biogénne palivá:

Biouhlie	– 4 kg/h
Bioolej	– 5,8 l/h
Syntézny plyn (priemer)	– 10,8 m^3/h

Priemerné zloženie syntézneho plynu:

CH_4 + vyššie uhľovodíky	– 66 $\%_{obj.}$
CO_2	– 23 $\%_{obj.}$
H_2S	– 0,22 $\%_{obj.}$
O_2	– 0,5 $\%_{obj.}$
CO	– 10 $\%_{obj.}$

Elementárna analýza biouhlia:

C	– 80,20 $\%_{hmot.}$
H	– 2,68 $\%_{hmot.}$
N	– 0,93 $\%_{hmot.}$
S	– 0,16 $\%_{hmot.}$

4. ZÁVER

Laboratórium splyňovania biomasy svojím unikátnym poloprevádzkovým zariadením na nízkoteplotný rozklad biomasy s následným bezprostredným využívaním syntézneho plynu a časti tekutej fázy vyrábaného biopaliva druhej generácie v kogeneračnej jednotke umožňuje realizovanie veľkého počtu experimentov s rôznym zložením vstupnej biomasy, ale aj s rôznymi prevádzkovými parametrami samotných reaktorov (hľadanie optimálnych pomerov, najmä procesnej teploty a rýchlosti posuvu materiálu).

Pri termochemickej konverzii štiepky z vŕby Tordis proces tepelného rozkladu bol stabilný a bol generovaný veľmi hodnotný syntézny plyn, ktorý bol spaľovaný v motore kogeneračnej jednotky. Tuhá zložka – biouhlie (s obsahom 80,20 $\%_{hmot.}$) predstavuje tiež vysokohodnotné palivo a generovaný bioolej vyžaduje pre dosiahnutie kvalitatívnych parametrov ďalšiu destiláciu.

Poďakovanie
Vedecká publikácia vznikla s podporou Výskumného centra AgroBioTech zriadeného v rámci projektu Vybudovanie výskumného centra "AgrobioTech" ITMS 26220220180.

Literatúra

[1] T. Ochodek, J. Najser, J. Horák, Splyňovanie biomasy, Slovgas 4/2009 (2009) 28 – 31.

[2] L. Zhang, Ch. Xu, P. Champagne, Overview of recent advances in thermo-chemical conversion of biomass, Energy Conversion and Management 51, Elsevier (2010) 969–982.

[3] J. Jandačka, M. Mikulík, Technológie pre zvýšenie energetického potenciálu biomasy, ISBN 978-80-969595-4-9, (2007).

[4] F. Janíček, I. Daruľa, J. Gaduš, et al., Renewable energy sources 1: technologies for a sustainable future, Pezinok - Renesans, 2009. 174 s., ISBN 978-80-89402-05-2, (2009).

NEGATÍVA SPAĽOVANIA ALTERNATÍVNYCH PALÍV V KRBOVEJ VLOŽKE

doc. Ing. Michal Holubčík, PhD.
prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.
Ing. Nikola Kantová
Ing. Juraj Trnka

Strojnícka fakulta, ŽU v Žiline
Katedra energetickej techniky
Univerzitná 8215/1
010 26 Žilina
michal.holubcik@fstroj.uniza.sk

Abstrakt
Malé zdroje tepla na tuhé palivá sú v súčasnosti najväčším zdrojom tuhých znečisťujúcich látok a významným zdrojom iných emisií. Ľudský faktor z hľadiska výberu typu zdroja tepla a jeho prevádzkovania zásadne ovplyvňuje kvalitu spaľovania, čo môže viesť k vyšším emisiám do ovzdušia. Využívanie alternatívnych palív v malých zdrojoch tepla je Jedným z negatívnych faktorov, ktoré majú negatívny dopad na produkciu emisií. Príspevok pojednáva o spaľovaní rôznych alternatívnych palív v krbovej vložke. V rámci experimentu sa v krbovej vložke testoval vplyv použitého paliva na tepelný výkon, účinnosť, produkciu plynných emisií a tuhých znečisťujúcich látok. Výsledky potvrdili, že spaľovanie palív nedoporučených výrobcom zdroja tepla znižuje efektivitu spaľovania a výrazne zvyšuje produkciu emisií.

1. ÚVOD

V súčasnosti je trend sťahovania obyvateľov z miest do okolitých prímestských oblastí. Paradoxne v tomto mimo mestskom prostredí sa s nástupom chladného obdobia rapídne zhoršuje kvalita ovzdušia [1]. Média čoraz častejšie informujú o vzniku smogových situáciách a zhoršujúcej sa kvalite ovzdušia. Tá súvisí s využívaním zdrojov tepla na báze tuhých palív, v ktorých ľudský faktor zásadne ovplyvňuje kvalitu spaľovania, čo môže viesť k vyšším emisiám do ovzdušia [2]. Jedným z negatívnych faktorov je využívanie alternatívnych palív v zdrojoch tepla, často na báze odpadov alebo spaľovaním iného paliva, ako určuje výrobca spaľovacieho zariadenia [5]. Pokiaľ sa k tomu pridá nesprávne prevádzkovanie zdrojov tepla s nedokonalým spaľovaním, je produkcia emisií do ovzdušia enormná.

V roku 2014 sa podľa emisných inventúr na Slovensku vykurovanie domácností podieľalo na znečisťovaní prachovými časticami (PM2,5) až 81 % z celkových emisií a na znečisťovaní polyaromatickými uhľovodíkmi (PAH) cca 84 %. Prachové častice mikro rozmerov prenikajú

až do pľúcnych alveol a sú príčinou mnohých respiračných a kardiovaskulárnych ochorení. Tieto častice sú nosičmi iných škodlivých látok, ako je napr. benzo (a) pyrénu (patrí do skupiny látok - PAH), ktorý spôsobuje rakovinu pľúc, poškodzuje pečeň, obličky a genetickú informáciu buniek.[3]

Príspevok pojednáva o spaľovaní rôznych alternatívnych palív, konkrétne bukového kusového dreva, 2 typov komunálneho odpadu a drevného odpadu v krbovej vložke, pričom sa testoval vplyv použitého paliva na tepelný výkon, účinnosť, produkciu plynných emisií a tuhých znečisťujúcich látok.

2. POUŽITÉ MATERIÁLY

Na spaľovacie skúšky boli použité nasledovné druhy vzoriek:

- Vzorka 1: Bukové kusové drevo – vzduchosuché štiepané kusové drevo v dĺžke cca 45 cm, vlhkosť 12,24 %, spaľovacie teplo 17,168 MJ/kg, výhrevnosť 15,559 MJ/kg.
- Vzorka 2: Tuhé alternatívne palivo s vyšším obsahom kartónu – podrvený komunálny odpad – zvyšok po separácii odpadu, vlhkosť 10,78 %, spaľovacie teplo 16,077 MJ/kg, výhrevnosť 14,422 MJ/kg.
- Vzorka 3: Tuhé alternatívne palivo s vyšším obsahom plastu - podrvený komunálny odpad – zvyšok po separácii odpadu, vlhkosť 3,2 %, spaľovacie teplo 17,307 MJ/kg, výhrevnosť 15,427 MJ/kg.
- Vzorka 4: Drevný odpad – odpad zo spracovania lesnej dendromasy vo forme štiepky, vlhkosť 9,8 %, spaľovacie teplo 17,582 MJ/kg, výhrevnosť 15,875 MJ/kg.

Obr. 1 Krbová vložka ako zdroj tepla použitý na experimenty

3. METODIKA EXPERIMENTOV

Experimentálne merania na určenie vplyvu vlhkosti paliva boli uskutočnené na lokálnom zdroji tepla – krbovej vložke s menovitým tepelným výkonom 13 kW (obr. 1) v súlade s normou STN EN 13 229 „Spotrebiče na tuhé palivá na vykurovanie obytných priestorov. Požiadavky a skúšobné metódy.“

Každá vzorka bola spaľovaná trikrát za sebou a nižšie uvedené výsledky sú aritmetickým priemerom týchto meraní. Spaľovanie každej vzorky prebiehalo za rovnakých podmienok – rovnaké nastavenie prívodu a prerozdelenia spaľovacieho vzduchu, rovnaký komínový ťah (12 ± 2 Pa), približne rovnaká teplota (21 ± 2 °C) a relatívna vlhkosť (40 ± 2 %) okolitého vzduchu.

Tepelný výkon (P) a účinnosť krbovej vložky (Ƞ) bola určená výpočtom nepriamou metódou v súlade s normou STN EN 13 229. Meranie plynných emisií, konkrétne oxidu uhoľnatého (CO), oxidov dusíka (NOX), organických plynných uhľovodíkov (OGC), oxidu siričitého (SO_2), oxidu uhličitého (CO_2) a kyslíka (O_2) boli merané pomocou analyzátora emisií s NDIR fotometrickým senzorom. Hodnoty produkcie emisií boli prepočítané na normované podmienky (0 °C, 101325 Pa a 13 % obsah kyslíka v spalinách). Produkcia tuhých znečisťujúcich látok bola stanovená gravimetrickou metódou v súlade s normou STN ISO 9096 za podmienky dodržania izokinetického odberu spalín. Komínová teplota a teplota okolia bola stanovená pomocou termočlánku typu K (NiCr-Ni). Konštantný komínový ťah bol zabezpečený ventilátorom pre odvod spalín, ktorého otáčky boli regulované frekvenčným meničom.

Obr. 1 Krbová vložka ako zdroj tepla použitý na experimenty

4. DODÁVATEĽ AKO DOTKNUTÝ ORGÁN A ÚČASTNÍK STAVEBNÉHO KONANIA

V Tab. 1 sú uvedené priemerné hodnoty meraných parametrov počas experimentov.

Tab. 1 Priemerné hodnoty meraných parametrov počas experimentov

Palivo	Dávka	P [kW]	η [%]	O_2 [%]	CO_2 [%]	$CO_{13\%}$ [mg.m^{-3}]	$NO_{x,\ 13\%}$ [mg.m^{-3}]	$OGC_{13\%}$ [mg.m^{-3}]	$SO_{213\%}$ [mg.m^{-3}]	$TZL_{13\%}$ [mg.m^{-3}]
Vzorka 1	1	13.8	80.3	11.1	10.4	770.9	57.3	9.1	0	22.06
	2	13.8	80	11.3	10.1	626.8	59.1	5.4	0.1	28.89
	3	13.7	80	11.3	10.2	780.8	50.3	6.4	0	47.02
	Priemer	**13.8**	**80.1**	**11.2**	**10.2**	**726.2**	**55.6**	**7.0**	**0.0**	**32.7**
Vzorka 2	1	8.7	50.6	18.1	2.5	1778	179.4	37.4	60.99	468.8
	2	7.5	46.8	18.3	2.4	2148	156.8	47.9	57.4	397.6
	3	8.3	49.6	17.9	2.8	1589	168.3	31.1	68.4	356.7
	Priemer	**8.2**	**49.0**	**18.1**	**2.6**	**1838.3**	**168.2**	**38.8**	**62.3**	**407.7**
Vzorka 3	1	11.4	66.1	16.3	4.2	1664	233	28	41.91	241.3
	2	11.2	65.8	16.5	4.1	1921	197	31.2	49.6	327.8
	3	10.8	63.4	16.9	3.8	2119	166.7	38.1	55.3	297.3
	Priemer	**11.1**	**65.1**	**16.6**	**4.0**	**1901.3**	**198.9**	**32.4**	**48.9**	**288.8**
Vzorka 4	1	9.8	56.1	16.9	3.9	2750	71.6	48.8	21.4	296.3
	2	8.5	51.4	17.6	3.4	2846	59.3	53.3	18.1	181.3
	3	9.6	57.2	16.5	5.1	1988	85.9	39.1	19.6	147.9
	Priemer	**9.3**	**54.9**	**17.0**	**4.1**	**2528.0**	**72.3**	**47.1**	**19.7**	**208.5**

Priemerný tepelný výkon krbových vložiek (tab. 1) bol podľa očakávaní najvyšší pri spaľovaní vzorky 1 – bukového kusového dreva, ktoré je správne palivo v súlade s odporúčaním výrobcu krbových kachlí a dosiahol priemerne 13,8 kW. Všetky ostatné vzorky palív dosiahli nižší tepelný výkon (8,2 ± 11,1 kW). Výsledky tepelného výkonu korešpondovali s hodnotami účinnosti, kedy najnižšia hodnota sa zaznamenala pri spaľovaní tuhého alternatívneho paliva s vyšším obsahom kartónu, ktorá bola oproti hodnotám účinnosti pri spaľovaní kusového dreva nižšia priemerne o viac ako 30 %.

Percentuálny obsah kyslíka (O_2) a oxidu uhličitého (CO_2) korešpondoval v súlade s STN EN 13 229 s účinnosťou pri spaľovaní jednotlivých vzoriek – čím vyššia účinnosť spaľovania, tým nižšia koncentrácia O_2 a tým vyššia koncentrácia CO_2 v spalinách.

Produkcia všetkých plynných emisií bola najnižšia pri spaľovaní kusového dreva. Približne 2,5 násobná koncentrácia CO bola zaznamenaná pri spaľovaní tuhých alternatívnych palív. Najvyššia produkcia oxidu uhoľnatého (CO) bola dosiahnutá pri spaľovaní drevného odpadu. Zvýšená koncentrácia CO bola spôsobená najmä lokálnym nedokonalým spaľovaním vzhľadom na to, že k vzorkám 2 až 4 bol oproti kusovému drevu prístup spaľovacieho vzduchu významne horší.

Produkcia oxidov dusíka (NO_X) po prepočítaní na 13 % obsah kyslíka v spalinách bola najnižšia pri spaľovaní kusového dreva a najvyššia pri spaľovaní odpadu s vyšším obsahom plastu. Podobné výsledky sa zaznamenali pri produkcii organických plynných uhľovodíkov (OGC) a oxidu siričitého (SO_2), ktoré boli významne vyššie ako pri spaľovaní kusového dreva.
Najvyšší rozdiel bol zaznamenaný v produkcii tuhých znečisťujúcich látok (TZL), kedy alternatívne palivá mali približne 6 až 12,5 násobne vyššiu koncentráciu TZL v spalinách v porovnaní s výrobcom odporúčaným palivom, kusovým drevom.

4. ZÁVER

Vzhľadom k faktu, že malé zdroje tepla patria medzi najväčších znečisťovateľov ovzdušia, je potrebné venovať sa tejto problematike v dostatočnej miere. Najzraniteľnejšie z tohto hľadiska sú práve zdroje tepla s manuálnou obsluhou, ktoré mimo zmeny paliva umožňujú aj užívateľský jednoduchú zmenu prevádzkovania. Výsledky preukázali, že spaľovanie alternatívnych palív, najmä na báze odpadov významne zvyšuje produkciu emisií, najmä tuhých znečisťujúcich látok. Aj z výsledkov tepelného výkonu a účinnosti vyplýva, že používatelia zdrojov tepla by mali využívať iba povolené palivá, ktoré sú odporúčané výrobcom zdroja tepla.

Poďakovanie
Tento príspevok bol vytvorený v rámci projektu KEGA 033ŽU-4/2018 „Zdroje tepla a znečisťovanie životného prostredia“, APVV-15-0790 „Optimalizácia spaľovania biomasy s nízkou teplotou taviteľnosti popola“ a VEGA 1/0479/19 „Vplyv podmienok spaľovania na produkciu tuhých znečisťujúcich látok v malých zdrojoch tepla“.

Literatúra

[1] Urban, F., Fodor, P.: Optimalizácia zdrojov tepla v tepelných sústavách. VERT, 2015. 127
[2] Križan, P.: The densification process of wood waste, 2015, 170 s., IMSETQM
[3] www.vykurovanie.enviroportal.sk

VLASTNOSTI EMISÍ TZL PŘI TERMICKÉM ZPRACOVÁNÍ BIOMASY A BRO

doc. Ing. Marek Baláš, Ph.D.
Ing Martin Lisý, Ph.D.
Ing. Hana Lisá, Ph.D.
Fakulta strojního inženýrství VUT v Brně
Energetický ústav
Technická 2, 616 69 Brno
e-mail: marek.balas@vutbr.cz

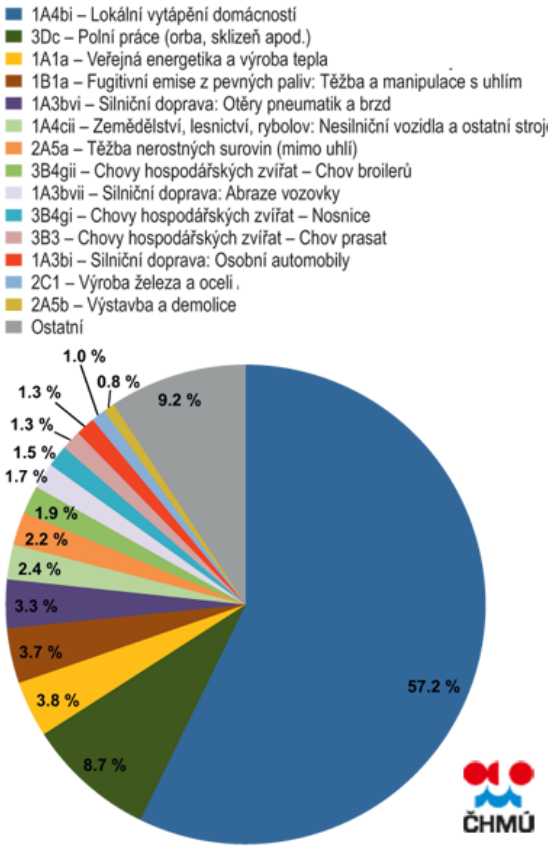
Abstrakt
V oblasti ochrany čistoty ovzduší jsou pod stále přísnějším dohledem pevné částice. Samotné částice způsobují především nánosy na rostlinách a zatěžují organismy živočichů svou přítomností. Daleko nebezpečnější však jsou díky vysoké poréznosti a velkému měrnému povrchu, který velmi snadno adsorbuje chemické látky včetně toxických těžkých kovů a velmi nebezpečných perzistentních organických polutantů, a částice se tak stávají transportními prvky těchto polutantů. Ukazuje se, že velký podíl na emisích jemných tuhých znečišťujících látek (TZL) jsou lokální topeniště a neregulované spalování organického odpadu. Emisní limity lokálních topenišť se díky legislativnímu tlaku na výrobce a prodejce zpřísňují, většina používaných metod však již naráží na své limity. Článek pojednává o velikosti TZL emitovaných při spalování biomasy a biologicky rozložitelných odpadů a o možnostech jejich eliminace.

1. ÚVOD

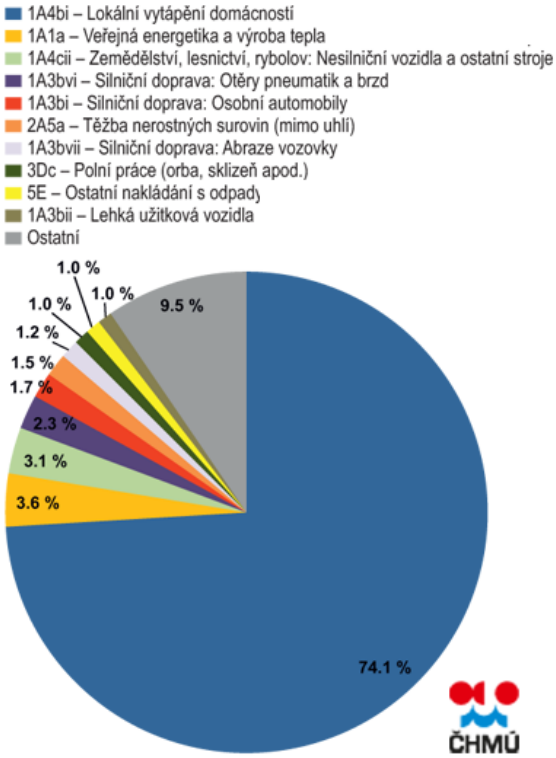
Znečišťování ovzduší je jedním z klíčových faktorů ovlivňujících zdraví a život člověka, biosféru a stavební materiály. Polétavý prach jsou obecně malé pevné částice, které mohou být unášeny vzduchem na velké vzdálenosti. Mohou být přírodního i antropogenního původu. Částice nemají specifické složení, a představují směs látek s různými účinky, současně mohou být nosiči pro plynné škodliviny. [1]
Rozhodující pro vliv na zátěž a zdraví člověka je aerodynamický průměr částic (což určuje schopnost průniku do organismu) a složení prachu a prvky (těžké kovy, PAH), které jsou na prachové částici zachyceny. Sledované frakce začínají na 10 µm (PM10), které pronikají při dýchaní do hrtanu. Částice menší než 2,5 µm (PM2,5) jsou schopné proniknout až do plicních sklípků a nejmenší (PM1) se mohou dostat až do krve. Částice při tom můžou působit jak mechanicky, tak i chemicky. Větší částice pří dýchání jsou relativně bezpečné díky tomu, že se přirozeně odloučí v horních dýchacích cestách.
Vliv koncentrace netoxických prachů, například po dřevovýrobě nebo na přesýpacích uhelných stanicích, není tak velký, jako u toxických. Zdravotním rizikem nejsou částice samotné, přestože při větších koncentracích zatěžují organismus, ale jejich dobré adsorpční

vlastnosti, kdy na sebe navazují těžké kovy, polyaromatické uhlovodíky a další toxické či karcinogenní látky. Prašné emise mohou obsahovat organické uhlíkaté látky, zahrnující v sobě sloučeniny s možnými mutagenními nebo karcinogenními účinky (PAU, benzen) a soli (sulfáty, nitráty) nebo těžké kovy (arzén). [2] Jemné částice setrvávají v ovzduší dny až týdny a vytvářejí více či méně stabilní aerosol, který může být transportován až stovky kilometrů. Proto je nutné jejich přítomnost v atmosféře co nejvíce omezovat.

Emise PM_{10} a $PM_{2,5}$ jsou do ovzduší přinášeny z velkého počtu zdrojů. Hlavní roli zde hrají očividné zdroje, kde TZL vznikají spalováním paliv a jsou vypouštěny komíny nebo výfuky (lokální topeniště, průmyslové zdroje, doprava). Nezanedbatelné množství emisí pochází z tzv. fugitivních zdrojů, tedy zdrojů, kde nelze stanovit hmotnostní tok znečišťující látky. Patří sem například kamenolomy a skládky prašných materiálů. Jsou zde zahrnuty rovněž emise z otěrů pneumatik, brzdového uložení, abraze vozovek a re-suspenze (znovuzvíření) částic. [3] Nezanedbatelným problémem především ve velkých aglomeracích jsou emise částic produkované vozidly se spalovacími motory, především vznětovými. Tyto částice o rozměrech jednotek až stovek nanometru jsou schopny proniknout hluboko do plic, což je velkým rizikem pro zdraví člověka. Mohou způsobovat onemocnění dýchacích cest, velké nebezpečí představují pro astmatiky. Jak lze vidět na Obr. a Obr. , hlavní zdroj emisí jemných částic v roce 2016 byl sektor lokálního vytápění domácností.



Obr. 1 Podíl sektorů NFR na celkových emisích PM_{10} 2016 [3]



Obr. 2 Podíl sektorů NFR na celkových emisích $PM_{2,5}$ 2016 [3]

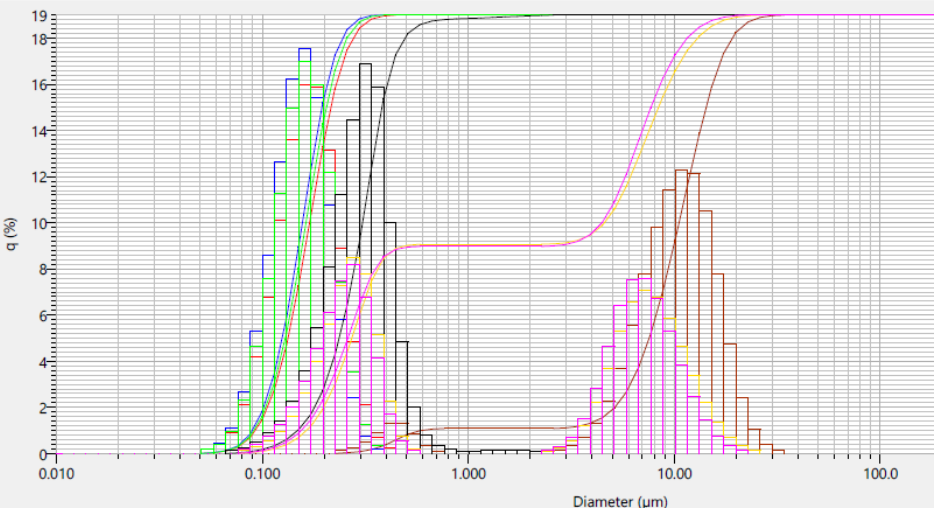
2. SNIŽOVÁNÍ EMISÍ TZL

Omezení emisí u zdrojů pro lokální vytápění domácností je dáno omezením hmotnostní koncentrace TZL ve spalinách dané normou ČSN 303. V současné době lze i nevyšší emisní třídy dosáhnout pouze tzv. primárními opatřeními, tedy správným nastavením spalovacího procesu. V současné době se objevují dva problémy: (1) primární opatření jsou již do

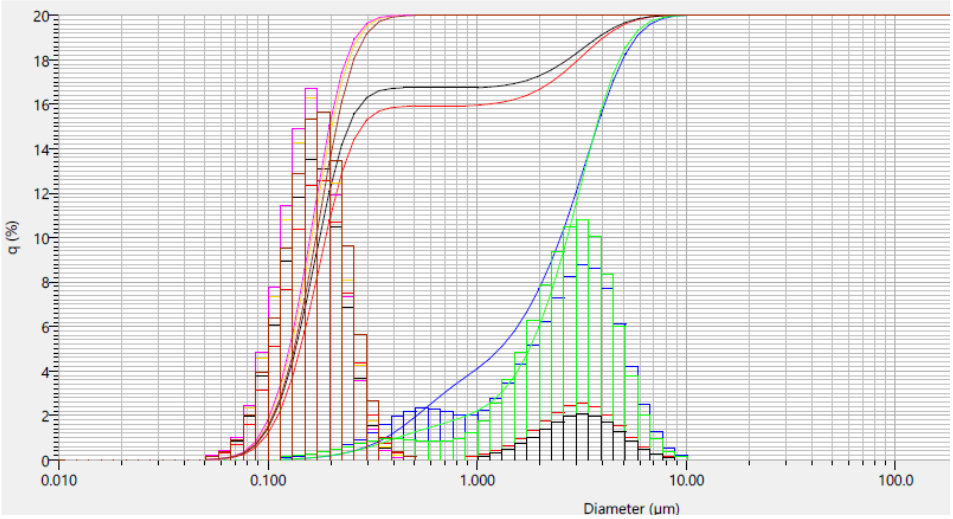
budoucna pro zpřísňované limity nedostačující a (2) hmotnostní koncentrace částic vede k redukci emisí především hrubých částic s největší hmotností a částice malých rozměrů neomezuje. Pro snižování emisí TZL vznikajících při spalovacích procesech existuje celá řada dlouhodobě osvědčených metod, které využívají různých vlastností částic k jejich odstranění. Všechny tyto sekundární metody jsou však využívány pouze pro střední a velké spalovací zdroje. Všechny metody ale mají pro použití v domácnostech velké nevýhody. Provoz textilních a elektrostatických filtrů je pro použití v domácnostech příliš náročný, mokré metody generují odpadní vodu. V úvahu přichází pouze mechanické odlučovače, ale ty mají omezenou dolní hranici velikosti částic, které jsou schopné odlučovat.

3. ANALÝZA VZORKŮ

Aby bylo možné posoudit možnou odlučivost tuhých částic mechanickými odlučovači, je třeba zjistit distribuci částic a porovnat s možnými metodami. Pro naši studii byly odebrány vzorky prachových částic z experimentů realizovaných na spalovací jednotce o výkonu 120 kW. Vzorky byly odebrány při experimentech s různými druhy palivy, tedy při spalování dřevní biomasy, digestátu a agromateriálu. U odebraných vzorků byla určována četnost částic určitých průměrů.

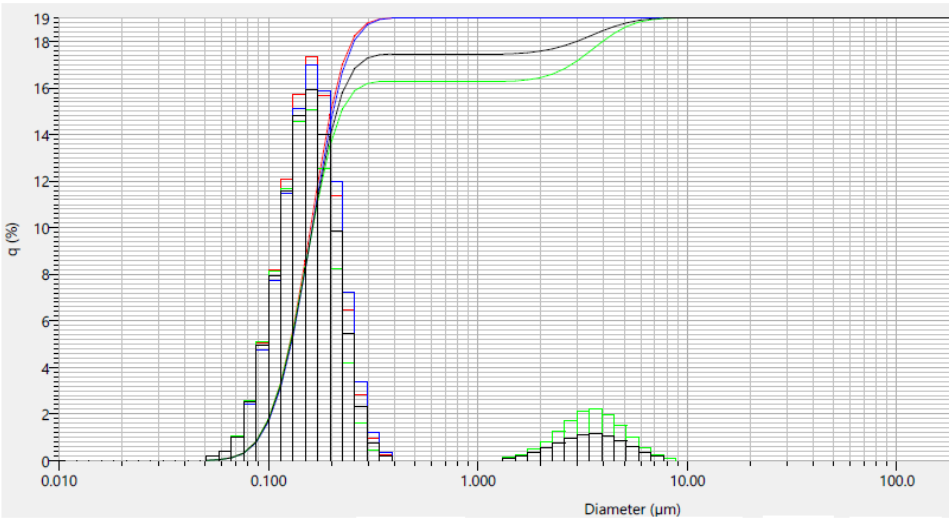


Obr. 1 Distribuce částic ve vzorku odebraného při spalování dřevních pilin



Obr. 2 Distribuce částic ve vzorku odebraného při spalování digestátu

Částice byly analyzovány pomocí laserové difrakce na přístrojích Fritch ANALYSETTE 22 MicroTec plus a Horiba LA 950, které částice analyzují v kapalném prostředí v rozsahu 0,08-2000 µm (resp. 0,01-3000 µm). Jako kapalina byla většinou volena voda. Výsledky rozborů jsou zpracovávány do podoby grafů (viz Obr. 1 až Obr. 3).



Obr. 3 Distribuce částic ve vzorku odebraného při spalování agromateriálu

Souhrnně lze říci, že výsledky získané vlastními experimenty korespondují s poznatky získanými v literatuře. Ve všech vzorcích jsou patrná maxima v určitých spektrech částic, pro jednotlivá paliva se však liší. Prach vznikající při spalování dřevních pilin má poměrně významné zastoupení částic o průměru okolo 10 µm a dále pak ultra jemné částice v rozmezí 0,1–1 µm. Částice ze spalování digestátu jsou jemnější, maxima jsou okolo průměru 3 µm a 0,02 µm. Nejjemnější částice jsou ze spalování agromateriálu, kde převládají ultra jemné částice s průměrem okolo 0,02 µm.

4. ZÁVĚR

Pro hledání cest snižování výskytu částic v atmosféře je třeba zaměřit je na zdroje lokálního domovního vytápění, které jsou v souhrnu největším emitentem částic PM10 a PM2,5. Pro hledání metod snižování emisí je třeba určit vlastnosti částic a na základě toho navrhnout vhodnou metodu. Článek shrnuje výsledky analýz distribuce částic ze vzorků odebraných ze spalovacího zařízení spalující dřevní biomasu, digestát a agromateriály. Z výsledků je patrné, že velikost částic dělá jejich odstraňování mechanickými odlučovači dosti problematické. Je tedy nutné hledat jiné vhodné metody.

Poděkování
Tento příspěvek vznikl za podpory MŠMT ČR projekt číslo CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/ 0000753 "Research centre for low-carbon energy technologies" a TAČR číslo projektu TH02030120 "Thermal processing of remains of dry fermentation".

Literatura

[1] KHS Ostrava: Vliv ovzduší na zdraví populace Ostravy a Moravskoslezského kraje online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: http://www.khsova.cz/docs/01_aktuality/files/tiskova_konference_20111115.pdf
[2] Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší
[3] ČMHU: Grafická ročenka 2017. [online]. [cit. 2018-12-10]. Dostupné z: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/17groc/gr17cz/IV2_BaP_CZ.html

PARNÁ KOTOLŇA Z BIOMASY

Ing. Róbert Krakovik
Senior projekt manažér
Obnoviteľné zdroje energie
HERZ, spol. s r.o.
Priemyselná ulica 3131
Bernolákovo 900 27
e-mail: robert.krakovik@herz.eu

Abstrakt
Biomasa je už po niekoľko rokov často skloňovaná ako ekologický a súčasne akonomicky výhodný zdroj tepla so širokým spektrom využitia v rozličných objektoch od najmenších zariadení v rodinných domoch cez zdroje tepla pre bytové domy, občiansku vybavenosť až po teplárne či zdroje tepla na vykurovanie alebo technologické účely v priemyselných objektoch.

1. ÚVOD

V r. 2018 bola uvedená do prevádzky nová kotolňa v závode na spracovanie mlieka a výrobu mliečnych výrobkov na strednom Slovensku. Výnimočnosť tejto kotolne predstavuje inštalovaný zdroj tepla. Sú ním dva parné kotly určené na spaľovanie biomasy.

Obr. 1 Pohľad na parné vyvíjače

1.1 Požiadavky investora na technologické zariadenie

Dodávka zariadenia na výrobu pary určenej na technologické účely, zariadenie určené na spaľovanie drevnej štiepky s možnosťou v prípade nedostatku paliva poprípade iných

okolností spaľovať aj zemný plyn. Požadovaný tepelný výkon: 2x 4MW, 2x 5t / h sýtej pary o teplote 207,5 °C a prevádzkovom tlaku 17,5 bar. Ďalšou požiadavkou bola požiadavka na riadiaci systém zariadenia – zákazník požadoval systém kompatibilný, resp. rovnaký ako je používaný v mliekarni. Ďalšou požiadavkou bolo umiestniť technologické zariadenie do už naprojektovaného objektu haly, konštrukčné prvky ktorej už boli dodané na stavbu, čo limitovalo určitým spôsobom technické riešenie a umiestnenie technológie. Rovnako aj sklad drevnej štiepky bolo potrebné navrhnúť tak, aby v maximálnej možnej miere bolo možné využiť už existujúcu rozostavanú stavbu. Samozrejmou požiadavkou investora bola požiadavka na dodržanie platnej legislatívy, čo sa týka bezpečnosti zariadenia, dodržanie platných emisných limitov a maximálna efektivita zariadenia. Od dodávateľa sa očakávala automatická prevádzka zariadenia so všetkými bezpečnostnými systémami, diaľková údržba zariadenia s vizualizáciou a komunikácia s riadiacim systémom v závode.

1.2 Palivo

Palivom pre tepelný zdroj bola definovaná drevná štiepka:

- lesná drevná štiepka v prírodnom stave
- obsah vody v palive: 50%
- výhrevnosť 2,2 kWh/kg
- max. popolnatosť 4%
- sypná hmotnosť: 350kg/m3
- rozmerová trieda drevnej štiepky P100

Alternatívne palivo pri výpadku zásobovanie drevnou štiepkou:

- Zemný plyn

2. NAVRHNUTÉ TECHNICKÉ RIEŠENIE

Ako zdroj tepla bolo navrhnuté dvojkotlové zariadenie parných kotlov rakúskeho výrobcu zariadení na spaľovanie biomasy HERZ – Binder.

2.1 Technické parametre kotlov

Parný kotol DK 4M:

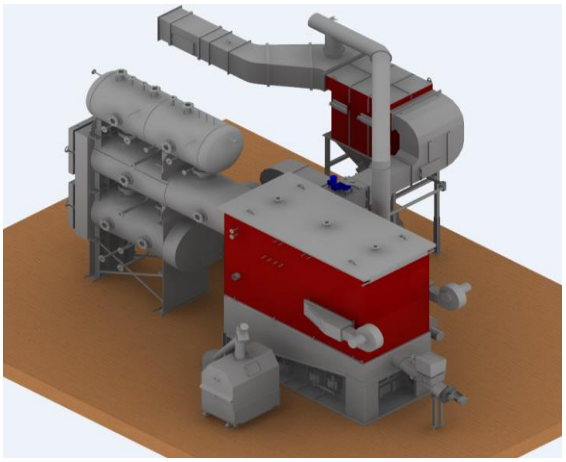
Max. množstvo sýtej pary 5 999 kg/h pri referenčnom palive M45
Max. množstvo sýtej pary 5522 kg/h pri referenčnom palive M50
Max. prevádzková teplota 224 °C
Max. pracovná teplota 215°C
Max. prevádzkový tlak 24 bar
Max. pracovný tlak 17 bar
Teplota napájacej vody: 105°C

Spaľovacia komora:

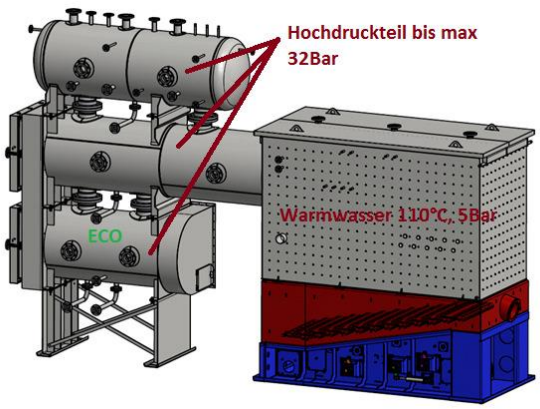
Max. prevádzková teplota 110 °C
Max. pracovná teplota 105°C
Max. prevádzkový tlak 6 bar
Max. pracovný tlak 5 bar

2.2 Hlavné časti parného kotla BINDER

- Spaľovacia komora BK 4M
- Ohnisko s posuvným roštom SRF 4M
- Rúrový výmenník tepla
- Vyvíjač pary
- Vysokorýchlostné čistenie výmenníka tepla (bez potreby tlakového vzduchu, systémových ventilov)
- Ventilátory primárneho a sekundárneho spaľovacieho vzduchu
- Recirkulácia spalín
- Spalinový ventilátor
- Multicyklón
- Ventilset pre 72 hodinovú bezobslužnú prevádzku
- Armatúry pre parné kotly (hladina, odsolenie, odkalenie)
- Plynový horák Rielo
- Riadenie Siemens
- Vizualizácia
- Hlásenie poruchových stavov cez GSM TELENOT
- Kamera v spaľovacej komore
- Senzor vlhkosti paliva
- Priame hydraulické plnenie kotla
- Odpopolnenie kotla



Obr. 2 Parný kotol Binder – schematické zobrazenie



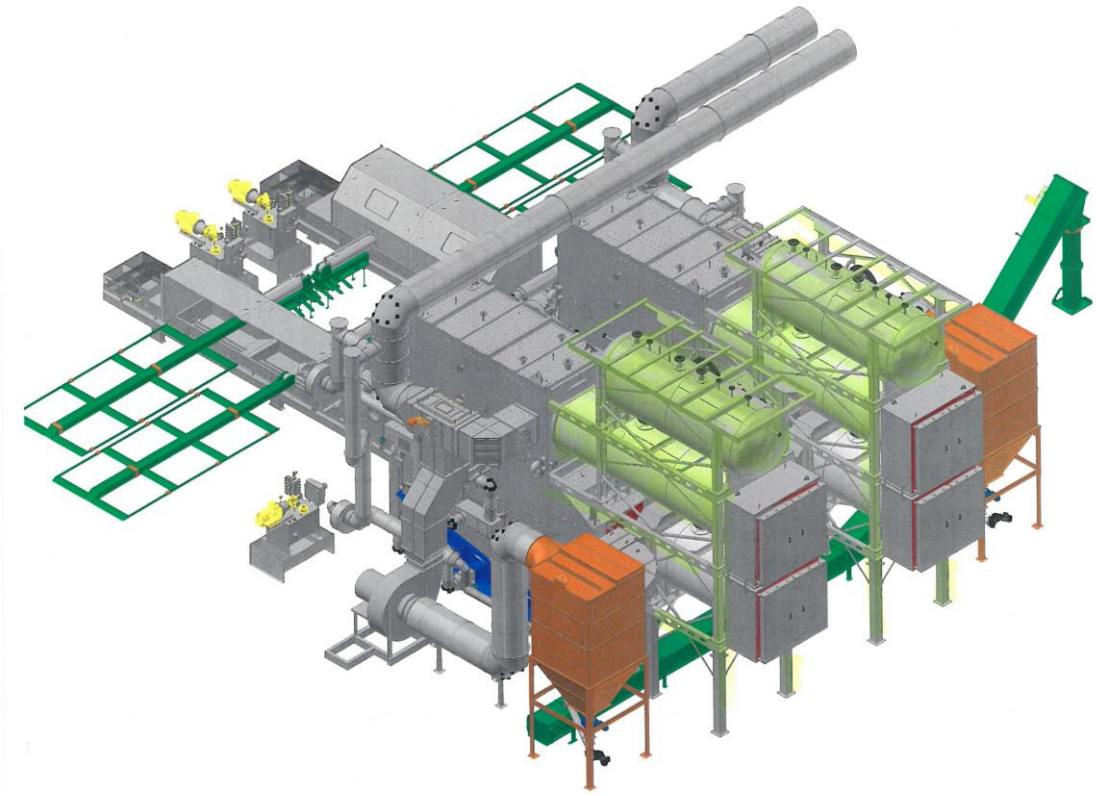
Obr. 3 Parný kotol Binder – tlakové úrovne

2.3 Sklad a systém dopravy paliva

Každý kotol je zásobovaný z vlastného skladu paliva, nezávisle od prevádzky dopravného systému druhého zariadenia. Každý kotol má svoj sklad paliva o rozmeroch cca 6,5 x 4,8 m. Sklady sú plnené priamo z nákladného auta. V každom sklade sú umiestnené 2 rady hydraulických posuvných podláh, ktoré posúvajú palivo k priečnemu hydraulickému dopravníku, ktorý nasúva palivo priamo do spaľovacej komory kotla.

2.4 Odstraňovanie popola

Všetky zariadenia (oba kotly a cyklónové odlučovače popola sú odpopolnené centrálne – spoločným popolovým reťazovým dopravníkom do spoločného kontajnera na popol). Kotly sú odpopolnené pomocou posúvača popola. Popol prepadáva cez popolovú klapku na reťazový dopravník popola, ktorý dopravuje popol do kontajnera na popol o objeme 5m3. Kontajner je umiestnený v exteriéri a je riešený ako výmenný, s možnosťou „natiahnutia“ na bežné vozidlo na odvoz štandardných kontajnerov.



Obr. 4 3D schéma zariadenia

3. REALIZÁCIA

Od – do, skúš. prevádzka ....

Obr. 5a Letecký záber na kotolňu a sklad paliva

Obr. 5b Montáž technológie

Obr. 5c Parná časť technológie

Obr. 5d Vizualizácia vo velíne

4. ZÁVER

Kotolňa je momentálne v skúšobnej prevádzke. Diverzifikáciou palivovej základne predpokladá investor výrazné zníženie nákladov na výrobu technologickej pary.

Literatúra

[1] Technické podklady kotlov spoločnosti Binder
[2] DI (FH) Alexander Theissl: BINDER unter Dampf

VII. SEKCIA

TEPELNÉ ČERPADLÁ

vedie: doc. Ing. Belo Füri, PhD.

- ***Belo Füri, Ingrida Skalíková***
- ***Peter Tomlein***
- ***Michal Masaryk, Peter Mlynár***
- ***Jozsef Nyers, Arpad Nyers, Laszlo Kajtar***
- ***Erich Draxler***
- ***Lukáš Živner***
- ***Ján Takács, Belo Füri***

PREVÁDZKOVÉ PODMIENKY TEPELNÝCH ČERPADIEL PRI KOBD

doc. Ing. Belo Füri, PhD.
Ing. Ingrida Skalíková
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra technických zariadení budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: belo.furi@stuba.sk
ingrid.niko@gmail.com

Abstrakt
Bytové domy na Slovensku vo všeobecnosti vykazujú veľké nedostatky, čo sa týka technického zariadenia budovy, tepelnej ochrany budovy a v neposlednom rade aj v ich neekonomickom užívaní. Pri obnove bytových domov sa okrem vplyvu na spotrebu energií a zlepšeniu energetickej hospodárnosti budovy stále viac upozorňuje aj na možnosti financovania takejto obnovy a samotnej spokojnosti obyvateľov obnovených bytových domov.

1. ÚVOD

Od roku 1992 sa na Slovensku pristúpilo k cielenej obnove bytového fondu staršieho ako dvadsať rokov, predovšetkým zatepľovaním, výmenou otvorových konštrukcií, odstraňovaním statických nedostatkov a rekonštrukciou zdroja tepla. Výstavba panelových domov sa na našom území skončila v roku 1993 a všetky tieto bytové domy by mali byť postupne obnovované. Táto veľmi aktuálna téma nám prináša niekoľko otázok hlavne ohľadom financovania, technického riešenia a spokojnosti obyvateľov obnoveného bytového domu.

2. OPIS BYTOVÉHO DOMU

Bytový dom sa nachádza v meste Gelnica, v zastavanej sídliskovej časti. Do užívania bol odovzdaný v roku 1978, čo predstavuje 40 rokov prevádzky. Bytový dom je samostatne stojaci 9 podlažný objekt pričlenený k susednému bytovému domu jedným rohom na štítovej stene prostredníctvom dilatačnej škáry.

Pôdorys bytového domu má pravidelný obdĺžnikový tvar s rozmermi 25,65 m x 16,20 m. Vybudovaný bol v stavebnej sústave PS 82 PP. Priestorový oporný systém priečnych a pozdĺžnych nosných stien je v základnom module 3 600 mm. Obvodový plášť je sendvičový v

hrúbke 300 mm, zložený z vnútornej betónovej vrstvy, tepelnoizolačnej vrstvy z polystyrénu a z vonkajšej ochrannej betónovej membrány. Strecha je plochá jednoplášťová s dvoma vnútornými dažďovými vpustami.

Parametre bytového domu:

Zastavaná plocha	: 415,53 m^2
Obostavaný objem	: 9 661,68 m^3
Merná plocha	: 2 358,00 m^2
Celkový počet podlaží	: 9
Počet obytných podlaží	: 8
Konštrukčná výška podlaží	: 2,80 m
Celkový počet bytových jednotiek	: 32 (8 NP x 4 BJ)
Celkový počet loggií	: 32

2.1 Rozsah obnovy bytového domu

Na základe energetického hodnotenia sa v roku 2014 vydalo stavebné povolenie pre komplexnú obnovu bytového domu v tomto rozsahu:

- zateplenie obvodového plášťa (EPS 70 F hr. 140 mm, nad výškou 22,40 m bola použitá minerálna vlna),
- odstránenie systémovej poruchy panelovej sústavy PS 82 PP,
- výmena otvorových konštrukcií (plastové päťkomorové izolačné dvoj-sklo),
- zateplenie stropu v technickom podlaží (1. NP),
- sanácia loggií s výmenou zábradlí,
- obnova strešného plášťa a navýšenie tepelnej izolácie (EPS Roof 150 S hr. 80 mm a 70 mm),
- výmena výťahu,
- výmena rozvodov zdravotno-technických inštalácií a plynu,
- obnova ostatných povrchov v spoločných priestoroch bytového domu,
- odpojenie sa od CZT a inštalácia vlastného zdroja tepla (tepelné čerpadlá 4 ks)
- NN prípojka elektrickej energie a odberné elektrické zariadenie.

3. TECHNICKÉ PARAMETRE

Bytový dom od začiatku užívania v roku 1978 bol napojený na centralizované zásobovanie tepla (CZT). CZT je súčasťou tepelnej siete vybudovanej na zabezpečenie dodávok tepla a teplej vody obyvateľom určitej lokality. Je to sústava potrubí, prostredníctvom ktorej sa teplonosnou látkou dopravuje tepelná energia od výrobcu k spotrebiteľovi. Je to teda komplex objektov a zariadení pre dopravu tepla z centrálnych zdrojov k odberateľom tepla, nezávislé na ich výkone, charaktere a spôsobe využitia tepla [1]. V rámci komplexnej obnovy bytového domu sa v roku 2015/2016 bytový dom odpojil od CZT a napojil sa na vlastný novo vybudovaný zdroj tepla.

3.1 Technické zariadenie budovy

Novým zdrojom tepla sú 4 ks tepelných čerpadiel (TČ) vzduch/voda, ktoré sú umiestnené na streche bytového domu (Obrázok 1). Zdrojom nízko-potenciálneho tepla je v tomto prípade vzduch. Chladivo tepelného čerpadla je R 407C. Vykurovací systém v objekte je teplovodný s

núteným obehom vykurovacej vody. Pre vykurovanie bytového domu sa navrhol teplotný spád 55/45 °C. Potreba energie na vykurovanie a ohrev teplej vody za rok je 225 000 kWh, pre oblasť s výpočtovou teplotu -15 °C, je potrebný tepelný výkon 59 kW. Výkon tepelných čerpadiel podľa EN 14511 bude pri vonkajšej teplote -7 °C a teplote výstupnej vykurovacej vody 55 °C 4 x 15,2 kW = 60,8 kW. Ako doplnkový zdroj je do vykurovacej sústavy inštalovaný elektro-kotol o tepelnom výkone 18 kW, ktorý slúži ako špičkový zdroj pre dohrev pri nízkych teplotách vonkajšieho vzduchu. Bivalentný zdroj je umiestnený spolu aj s vnútornou jednotkou TČ v technickej miestnosti na 1.NP.

Predpokladaná ročná potreba energie tepelným čerpadlom:
- potreba elektrickej energie TČ 70 896 kWh/rok
- $COP_{TČ}$: 3,02; predpokladané sezónne $PSF_{TČ}$ = 2,94

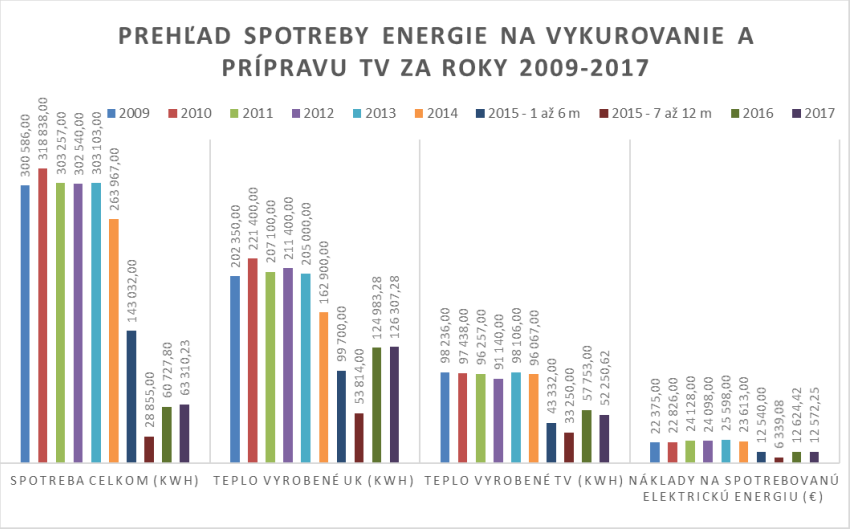
Predpokladaná ročná potreba energie bivalentného zdroja (elektro-kotol):
- potreba elektrickej energie pre elektro-kotol je 591 kWh/rok.

Obr. 1 Vonkajšie jednotky tepelného čerpadla umiestnené na streche budovy

Pre riadenie zdroja tepla a obehových čerpadiel je použitý regulátor. Sústava je riadená ekvitermickým regulátorom. Regulácia riadi chod tepelných čerpadiel s kaskádovým spínaním, chod elektro-kotla, prípravu teplej vody (TV) a chod obehových čerpadiel. Príprava teplej vody je riešená zásobníkovým spôsobom. Zásobníkové ohrievače sú navrhnuté 3 x OKC 500 NTH/HP s elektrickou výhrevnou vložkou.

3.2 Prehľad spotreby energií pred a po komplexnej obnove

Z dostupných údajov o spotrebách a cenách energie sa vyhodnotil stav pred a po inštalácii nového zdroja tepla (*Obr. 2*). Toto porovnanie poukazuje na to, ako veľmi sa zmenila spotreba energie a náklad spojené s odpojením sa od CZT a inštalovaním tepelných čerpadiel.



Obr. 2 Grafické znázornenie spotreby energie na vykurovanie a na prípravu teplej vody

Zistenia preukázali rastúci nárast úspory za dodávku tepla, ovplyvnenú podstatným znížením spotrebovaného množstva tepla.

4. ZÁVER

Životnosť objektov predovšetkým bytových domov sa vplyvom konštrukčných nedostatkov pri ich výstavbe, ale aj ich užívaním značne znižuje. Z toho dôvodu je treba hľadať čo najlepšie riešenia obnovy bytového fondu a to prihliadnuc na technicko-konštrukčné, ekonomické riešenie a v neposlednom rade aj s prihliadnutím na spokojnosť samotných obyvateľov a vnútorné prostredie v bytoch. Obnova uvedeného bytového domu má jasný pozitívny prínos odhliadnuc aj od vyšších investičných nákladov. Správne použitá technológia a kvalitné materiály sú zárukou návratnosti vynaložených finančných prostriedkov na komplexnú obnovu bytového domu.

Poďakovanie
Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantu VEGA 1/0847/18.

Literatúra

[1] HORBAJ P., TAUŠ P., OPÁTH R., *Odpájanie odberateľov od sústav centralizovaného zásobovania teplom z hľadiska ceny energie.* Plavnica 20. -22.5. 2009, s. 25-34

[2] PETRÁŠ D., LULKOVIČOVÁ, Takács, J. FÜRI, B. *Obnoviteľné zdroje energie pre nízkoteplotné systémy,* Bratislava JAGA GROUP, s r. o., 2009. ISBN 978-80-8076-075-5.

[3] HORBAJ P., TAUŠ P., OPÁTH R., *Odpájanie odberateľov od sústav centralizovaného zásobovania teplom z hľadiska ceny energie.* Plavnica 20. -22.5. 2009, s. 25-34

[4] STERNOVÁ Z. *Požiadavky na obnovu budov v úrovni ultranízkoenergetickej výstavby aplikované pri obnove bytového domu v rámci projektu EU-GUGLE.* In: 23. Odborná konferencia Teória a konštrukcie pozemných stavieb. Obnova budov v ultranízkoenergetickej úrovni výstavby, 2016. ISBN 978-80-89627-06-6.

HODINOVÁ METÓDA PRI NÁVRHU TEPELNÝCH ČERPADIEL

doc. Ing. Peter Tomlein, PhD.
SZCHKT Rovinka, www.szchkt.org
szchkt@szchkt.org

Abstrakt
Príspevok sa zaoberá tepelnými čerpadlami z pohľadu:

- *Sústredenia výkonov tepelných čerpadiel k výpočtu podielu z OZE*
- *Navrhovania výkonov tepelných čerpadiel podľa hodinovej metódy*

1. ÚVOD

Európska komisia na základe cieľov COP 21 predpokladá zníženie celkových emisií do roku 2050 o 80 % voči roku 1990 s tým, že v roku 2030 by to malo byť o 40 a v r. 2040 o 60 %. Splniť postupné znižovanie emisií v rokoch 2030, 2040, 2050 nebude jednoduché, keďže v súčasnosti ešte cca 80 % vykurovania využíva plyn alebo uhlie. Technológie sa menia zo dňa na deň. Stabilné riešenie na vykurovanie i chladenie ponúkajú už dnes tepelné čerpadlá.

2. ZÁVÄZNÉ STANOVISKO OBCE

Ministerstvo hospodárstva na základe Smernice o obnoviteľnej energii (OE) č. 2009/28/EÚ a požiadaviek ŠÚ s cieľom preukazovať podiely OE získané prevádzkovaním tepelných čerpadiel v SR voči EÚ, nám zadalo úlohu, ktorá si vyžaduje pri oznamovaní výrobkov s chladivami podľa zákona č. 286/2009 Z.z. doplniť rozdelenie tepelných čerpadiel a klimatizácií do 31. januára za predchádzajúci rok nasledovným postupom:

1. Otvorte stránku www.szchkt.org
2. Kliknite vpravo na: „Oznamovanie údajov ... TČ a výrobky“ v zelenom
3. Kliknite vpravo na: „Oznamovanie údajov o výrobe, dovoze, .. výrobkov“ v zelenom
4. Kliknite na : „Moje hlásenia“ a prihláste sa svojimi prihlasovacími údajmi
5. Ak ste zabudli prihlasovacie údaje tak si ich obnovte
6. Kliknite na prvý rok Vášho oznamovania

- V hornej tabuľke nahlásite dovezené alebo vyrobené výrobky typu “Tepelné čerpadlo”
- Pod touto tabuľkou sa objaví ďalšia tabuľka s názvom “Štatistika tepelných čerpadiel podľa Smernice 2009/28/EÚ, požiadaviek ŠÚ a MH SR”

Príklad podľa bodu 6.1

Oznamovanie údajov za rok 2017

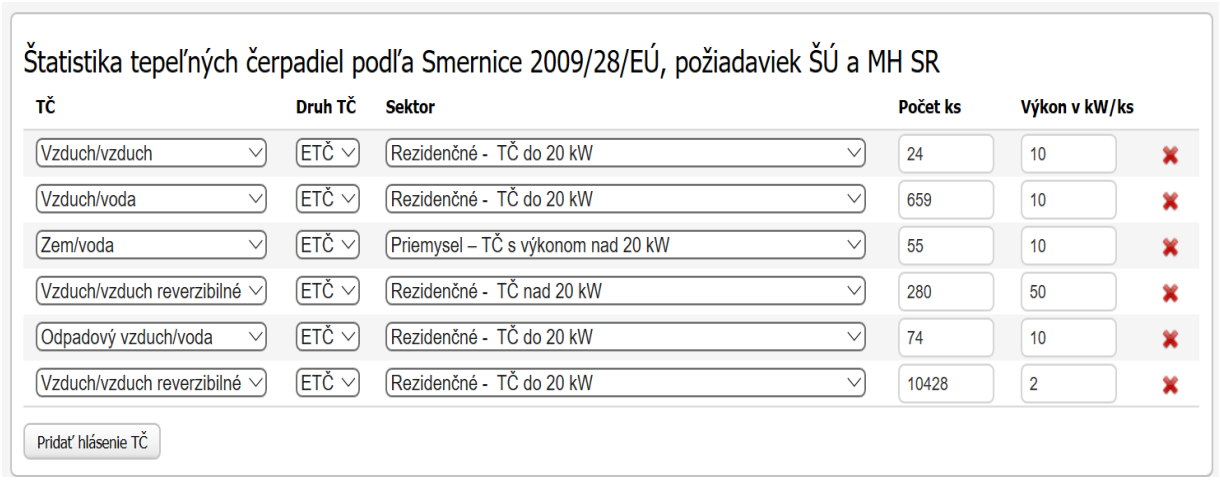
Výroba, dovoz, alebo vývoz výrobkov podľa Nariadenia 517/2014/EÚ a požiadaviek MŽP SR

Návrat bez zmien

Výrobok	Chladivo / hasivo	Náplň (kg/ks)	Dovezené množstvo (ks)	Krajina dovozu	Vyrobené množstvo (ks)	Predané z vyrobených na vnútorný trh (ks)	Vyvezené množstvo z vyrobených (ks)	Krajina vývozu
Tepelné čer	R410A	0.000	1092	Krajiny v Eu	0	0	0	
Tepelné čer	R410A	0.000	10428	Krajiny v Eu	0	0	0	

Pridať výrobok

Príklad podľa bodu 6.2

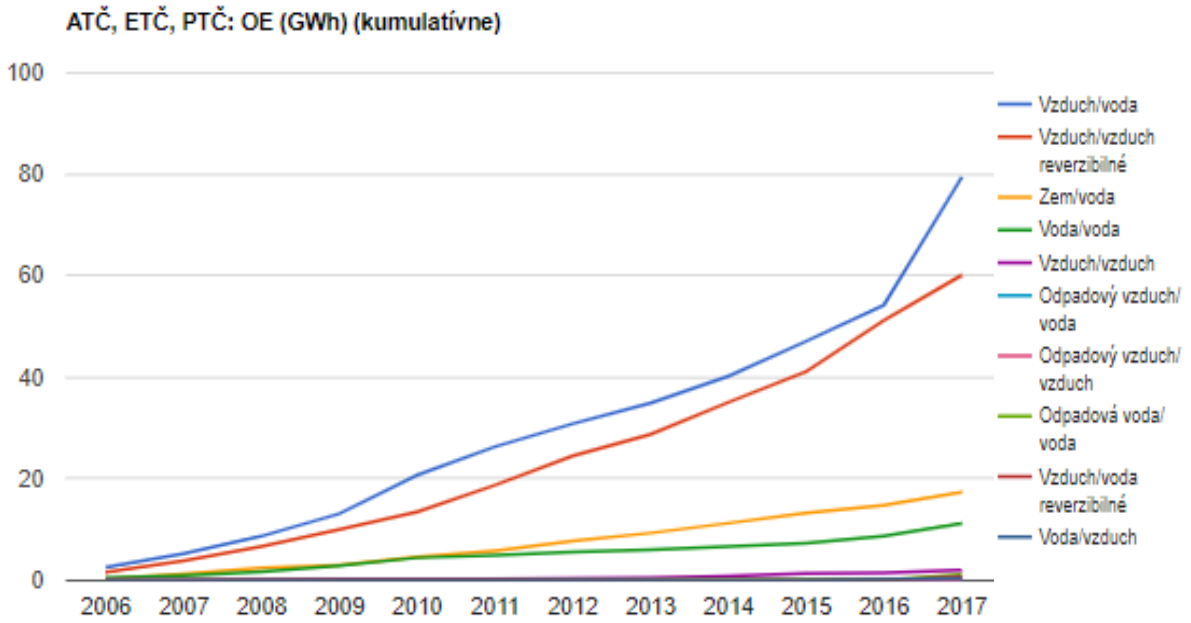


Štatistika tepeľných čerpadiel podľa Smernice 2009/28/EÚ, požiadaviek ŠÚ a MH SR

TČ	Druh TČ	Sektor	Počet ks	Výkon v kW/ks
Vzduch/vzduch	ETČ	Rezidenčné - TČ do 20 kW	24	10
Vzduch/voda	ETČ	Rezidenčné - TČ do 20 kW	659	10
Zem/voda	ETČ	Priemysel – TČ s výkonom nad 20 kW	55	10
Vzduch/vzduch reverzibilné	ETČ	Rezidenčné - TČ nad 20 kW	280	50
Odpadový vzduch/voda	ETČ	Rezidenčné - TČ do 20 kW	74	10
Vzduch/vzduch reverzibilné	ETČ	Rezidenčné - TČ do 20 kW	10428	2

Pridať hlásenie TČ

Upozornenie: Pri označení TČ ako reverzibilného sa počet prevádzkových hodín takmer na tretinu. Preto TČ označené ako reverzibilné by mali byť určené prevažne na chladenie!!!



Obrázok Vývoj kumulatívneho príspevku z obnoviteľnej energie získanej tepelnými čerpadlami

Podiel TČ na príspevku do OE v rámci záväzkov SR v KEB

Prepočet vychádza z predpokladaných údajov o vývoji očakávaných príspevkov energie u obnoviteľných zdrojov v rámci sektorov v ktoe v tabuľke:

OE v ktoe	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2030
Teplo+CH	683	724	759	818	846	867	888	909	930	947
Elektrina	598									759
Doprava	187									255
Celkom	1469	1536	1605	1654	1707	1826	1863	1904	1934	1960

Príspevky zo zdrojov obnoviteľnej energie v teple celkom 16 PJ je možné odhadom rozdeliť nasledovne:

- Celkom 16 PJ 100%
- SK <0,2 PJ 1,25%
- GTE <0,5 PJ 3,1%
- Biomasa 20,3 PJ 90%
- TČ <800 TJ 5,0 %

Z uvedeného rozdelenia vyplýva významný podiel tepelných čerpadiel z obnoviteľnej energie a tento prínos má predpoklady sa rýchlo zvyšovať.

3. NAVRHOVANIE VÝKONOV TEPELNÝCH ČERPADIEL PODĽA HODINOVEJ METÓDY

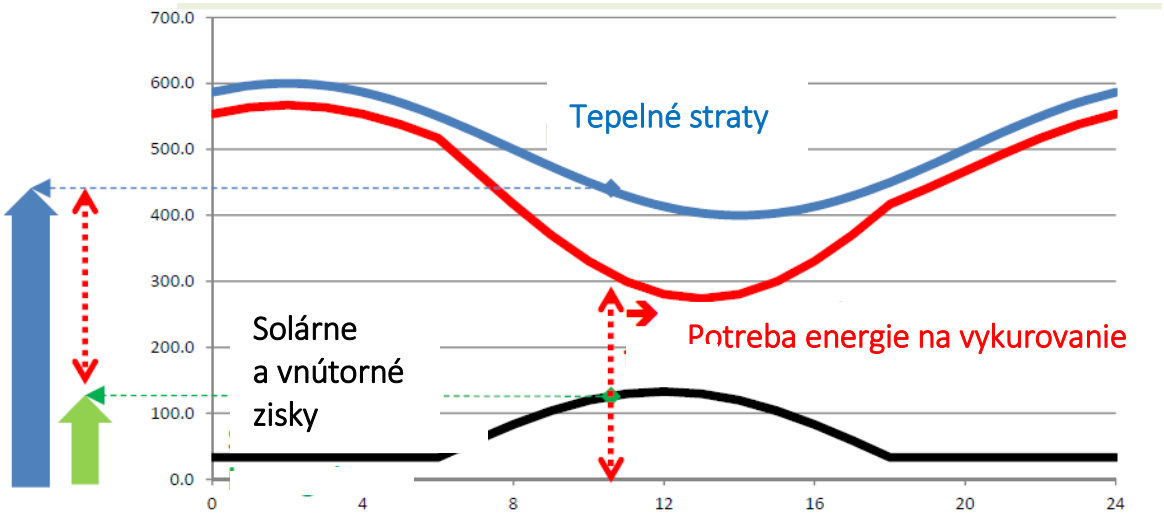
Hodinová metóda nie je bin metóda

Energetická hospodárnosť budov presadzuje hodinovo hodnotiť výkon a potrebu tepla, chladu, vetrania pre budovy. Podľa pána Dick van Dijka z EBP centra prechod z mesačných na hodinové potreby, umožňuje lepšie optimalizovať potreby a modulované výkony nielen tepla, chladu, ale aj vetrania, odvlhčenia vo vzťahu k času v priebehu dňa, víkendov, ... Na rozdiel od bin metódy, mesačnej metódy vztiahnuté na počty hodín s rovnakou vonkajšou teplotou, ide o výpočet s vývojom teplôt počas dňa.
Normy na energetickú hospodárnosť budov EN ISO 52000-1, EN ISO 52016-1 nahradili normu EN ISO 13790 a uvádzajú nielen zlepšenú mesačnú metódu ale aj tzv hodinovú metódu. Odporúčaná hodinová metóda je vztiahnutá k času počas dňa a k vývoju potrieb energie na vykurovanie, chladenie, vetranie, teplú vodu, odvlhčenie s ohľadom na vnútorné a vonkajšie tepelné zisky. Ide o snahu nájsť akúkoľvek možnú úsporu energie správnym návrhom technických zariadení budov.

Prepočty mesačnou metódou sú pomerne dosť nepresné s odchýlkou až 40 % voči skutočnosti. Preto sa napríklad často vypočítané tepelné straty jednoducho prenásobia hodnotou 0,7. Treba preto rozlišovať spotreby, potreby energií:

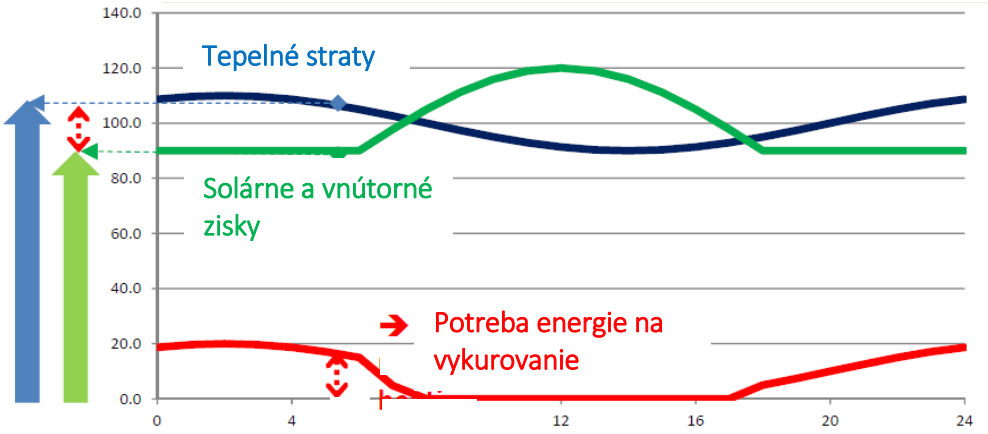
- Energetický certifikát budovy (na báze výpočtov)
- Energetický audit budovy (na báze meraní)

Budovy s dominujúcimi tepelnými stratami



Obrázok Hodinová metóda zobrazuje potreby energie a zisky energie počas dňa s prevažujúcimi tepelnými stratami podľa Dick van Dijka z EBP centra Daikin

Budovy nové s malými až minimálnymi tepelnými stratami



Obrázok Hodinová metóda zobrazuje potreby energie a zisky energie počas dňa, kedy v čase od 10:00 do 16:00 prevažujú tepelné zisky nad stratami. Ideálna budova pre ekonomické využitie tepelného čerpadla pre prípravu teplej vody a chladenie je vzhľadom na ekonomicky nehospodárnu distribúciu tepla je taká, ktorá vykurovanie vôbec nepotrebuje. Potom kombinácia klimatizácie a prípravy teplej vody môže byť plne zabezpečená z obnoviteľnej energie TČ a FV. Keď svieti slnko treba chladiť a tiež pripraviť väčšinu zo spotreby teplej vody.

4. ZÁVER

Preukazovanie podielu obnoviteľnej energie

Získavaného tepelnými čerpadlami za jednotlivé roky v rámci záväzkov Slovenska pri 14 % plnení podielu obnoviteľnej energie do roku 2020 je pre tepelné čerpadlá dôležité. Doteraz podceňovaný podiel obnoviteľnej energie získaný TČ už bude porovnávaný s ostatnými technickými zariadeniami ako FV, SK, VE a podobne.

Hodinová metóda nie je bin metóda

Mesačná metóda nedokáže popísať stavy, kedy v nočných hodinách je potrebné vykurovať a okolo obeda naopak chladiť. To dokáže hodinová metóda, ktorá sa tak stáva vhodnejšou na návrh technických zariadení budov a ich reguláciu a ovládanie v jednotlivých tepelných zónach budovy. Bin metódy sa už používajú pri výpočte SCOP a SPF tepelných čerpadiel. Obmedzenie bin metódy spočíva v tom, že chýba vzťah medzi zmenami teplôt, nezohľadňuje sa akumulácia, ktorá môže byť využívaná aj niekoľko dní, v podstate bin metóda je podobná mesačnej metóde. Samozrejme význam hodinovej metódy rastie s veľkými presklenými plochami budov s dynamickou zmenou teploty a tam kde je malá akumulačná hmota nezabezpečujúca udržanie teploty v priestore.

Preto bin metóda nie je vhodná pre projektovanie potreby chladenia, vykurovania, vetrania, odvlhčenia, ... hodinová metóda poskytuje lepšie potreby chladenia, vykurovania, .. a očakáva sa, že bude vhodnejším základom pre voľbu technických zariadení a optimalizáciu ich návrhu a ovládania.

Literatúra

[1] Bodó T., Tomlein P.: Citlivosť TČ na normatívne parametre pri zaraďovaní budov do ET. 2/2017 TZB Haustechnik

[2] MDV SR. Aktualizácia Stratégie obnovy fondu bytových a nebytových budov v SR (návrh). 24. 4. 2017

[3] DICK VAN DIJK: Why choose hourly calculation procedures. REHVA journal, 2/2019.

[4] STN EN 15 603: 2008 Energetická hospodárnosť budov. Celková potreba energie a definície energet. hodnotenia.

[5] Smernica európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EÚ z 19. 5. 2010 o energetickej hospodárnosti budov

[6] Tomlein Peter: Tepelné čerpadlá v administratíve a v priemysle. SZ CHKT, 2016

[7] Tomlein Peter: Výpočty COP, SCOP a SPF a porovnania. IDB journal, 4/2015

[8] www.szchkt.org, https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en www.ehpa.org

TEPELNÉ ZISKY STRIECH – PROBLÉM ALEBO POTENCIÁL

doc. Ing. Michal Masaryk, PhD.
Ing. Peter Mlynár, PhD.
Strojnícka fakulta STU Bratislava
Ústav energ. strojov a zariadení
Nám Slobody 17, 812 31 Bratislava
e-mail: michal.masaryk@stuba.sk

Abstrakt
Článok je venovaný problematike tepelných ziskov cez strechy plochých budov najmä v letných mesiacoch. Zmienená je značná odlišnosť reálnych tepelných záťaží od výpočtových hodnôt uvedených v norme. Tepelné toky cez strešné konštrukcie predstavujú značnú zaťaž pre vetracie a klimatizačné systémy, čo sa prenáša do výraznej spotreby elektrickej energie v budove, tieto tepelné toky môžu byť však zároveň zaújmavým zdrojom pohonnej energie pre menej používané chladiace a klimatizačné systémy ako sú absorpčné alebo paroprúdové systémy.

1. ÚVOD

Ako je známe, klimatizačné zariadenia patria k významným konzumentom energie v moderných budovách, pričom v mnohých prípadoch sa prevádzkové náklady spojené s prevádzkou chladiacich a vzduchotechnických systémov v budove približujú alebo dokonca prevyšujú náklady na vykurovanie. Problém je o to nepríjemnejší, že hnacou energiou týchto systémov je v súčasnosti takmer výlučne elektrická energia. Je preto vhodné venovať pozornosť reálnym tepelným tokom, ktoré budovu v teplých mesiacoch nežiadúco prehrievajú a to jednak z pohľadu ich možnej redukcie kvôli odľahčeniu klimatizačných systémov (prípadne úplnej eliminácie týchto zaťaží) a jednak je vhodné využívať takéto tepelné toky práve na pohon chladiacich alebo vzduchotechnických zariadení. Stav techniky a výhodné využitie znalostí termomechaniky realizáciu takýchto riešení umožňuje.

1.1 Tepelné záťaže plochých budov

Tepelné zisky budov upravuje projektantom dobre známa norma STN (EN) 73 0548 a podľa nej sa spravidla dimenzujú klimatizačné a vzduchotechnické zariadenia. Pomerne široko poňaté výpočtové postupy tejto normy vykazujú však viac ako značné nepresnosti v prípade náročných tepelných podmienok v horúcich letných dňoch a to najmä pre ploché typy budov ako sú výrobné haly alebo obchodné centrá s veľkými plochami striech. Spresnené výpočty skutočných tepelných tokov podľa dobre známych rovníc prenosu tepla podporené počítačovými simuláciami a verifikované meraniami boli realizované na pracoviskách

Stavebnej a Strojníckej fakulty STU Bratislava a tieto ukazujú až **2,5 až 3-násobné** tepelné záťaže v porovnaní s vyššie spomínanou normou práve pre extrémne horúce dni. Následok týchto skutočností je značné preťažovanie klimatizačných systémov so všetkými z toho vyplývajúcimi prevádzkovými problémami a vysokou spotrebou elektrickej energie. V prípade vetraných ale neklimatizovaných výrobných priestorov ako sú továrenské haly, dochádza z tohto dôvodu k neúmernému rastu teplôt vnútorného prostredia vedúcich až k nevyhnutnému prerušovaniu výroby z teplohygienických dôvodov.

2. REDUKCIA VONKAJŠÍCH TEPELNÝCH ZÁŤAŽÍ

Vo všeobecnosti je rozumné nežiadúce tepelné toky z vonkajšieho prostredia do budovy eliminovať alebo redukovať v čo najväčšej miere ešte pred prechodom tepla cez obvodový plášť do vnútorného prostredia. Je pritom výhodné tieto opatrenia realizovať pasívnymi opatreniami, bez použitia investične a prevádzkovo náročných strojných zariadení. Termomechanika resp aplikácia poznatkov stavebnej tepelnej fyziky na plášti budovy umožňuje realizáciu hneď niekoľkých opatrení, ktoré situáciu z tohto pohľadu uľahčujú, pričom je výhodné, ak sa predmetné opatrenia navrhujú už pri projektovaní budovy. Možná je však aj následná realizácia nápravných opatrení na už existujúcich budovách.

Základné opatrenia z tejto množiny sú tieto:

- Maximalizovať reflexné vlastnosti vonkajších povrchov, najmä striech, napríklad využívaním reflexných náterov alebo iných vrstiev. Je vhodné vyhnúť sa najmä matným asfaltovým povrchom.
- Zamedziť priamemu konvektívnemu prenosu tepla do strechy a to najmä vytváraním odvetraných dvojitých striech tak, aby sa vytvorila v strešnom plášti izolujúca vzduchová medzera, prípadne aj použitím vhodných tieniacich prvkov.
- Eliminovať priame oslnenie svetlíkov vhodným zatienením alebo reflexnými fóliami. Svetlíky, napriek neveľkému podielu na ploche strechy, prepúšťajú spravidla viac ako štvrtinu solárneho tepelného toku do interiéru hál.
- Využívať jednoduché adiabatické vodné výparné systémy na priame ochladzovanie striech alebo podchladzovanie prúdiaceho vzduchu v dvojitých strechách alebo v odvetraných fasádach.
- Využívať solárne komíny na prirodzené odvetrávanie a voľnokonvektívny pohyb vzduchu, redukuje sa tým nutný príkon ventilátorov.

Čo sa týka kvantitatívneho vyjadrenia, tepelný zisk sa počíta pre každú budovu zvlášť, ale vo všeobecnosti nejde o malé čísla. Nutný chladiaci výkon v klimatizačnom systéme väčšieho obchodno-nákupného centra počas horúcich letných dní presahuje 1 $MW_{chlad,}$ rovnaké hodnoty sa dosahujú v najväčších výrobných halách (ak sa klimatizujú). Aplikáciou vyššie uvedených zásad je možné tepelnú záťaž redukovať na zlomok pôvodnej záťaže. Ekonomika a výber týchto opatrení závisí od konkrétnej situácie, okrem iného od toho či a v akej cene je k dispozícia úžitková voda na účely adiabatického chladenia. Každopádne reflexné nátery a ošetrenia svetlíkov sa z tohto pohľadu oplatia vždy.

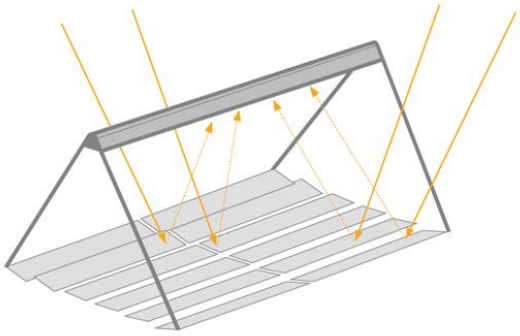
Aplikácia týchto zásad nie je extrémne zložitá, vyžaduje si však znalosti prenosu tepla, pričom treba otvorene konštatovať, že v súčasnosti ich väčšina architektov ani projektantov neuplatňuje resp. o nich nevedia.

3. KLIMATIZAČNÉ (CHLADIACE) SYSTÉMY POHÁŇANÉ TEPLOM

Plošne rozsiahle strechy predstavujú zároveň aj zaújmavú a pritom disponibilnú plochu na zber tepelnej energie v termosolárnych kolektoroch a to nielen v dobre známych plochých riešeniach vhodných na nižšie teploty ale aj v opätovne využívaných Fresnelových solárnych kolektoroch s rovinnými reflexnými zrkadlami otočnými okolo jednej osi, ktoré umožňujú dosiahnuť podstatne vyššie teploty až do 300°C.

3.1 Fresnelove solárne kolektory – vhodný zdroj pohonného tepla

Základom Fresnelových kolektorov sú vyleštené rovinné plechy s jednoduchým osovým natáčaním v horizontále (riadiaci systém nie je zložitý), ktoré odrážajú slnečné žiarenie na absorbér. Absorbér je sklenená alebo iná priehľadná rúra pod odrazovou strieškou.



Obr. 1 Fresnelov solárny kolektor. Termo-absorbér je priehľadná sklenená rúra v strieške hore. Pri dobrých radiačných podmienkach je možné dosiahnuť teploty až 300°C, pre prevádzku chladiaceho systému ale postačujú omnoho nižšie teploty

Dôležitá je možnosť pomerne ľahkého nastavovania teplôt teplonosnej kvapaliny, či už teplo slúži na priame využitie v prípadnej priemyselnej prevádzke alebo ako pohonná energia chladiacich strojov v klimatizácii. Kolektorové polia umiestnené na strechách zároveň predstavujú významný tieniaci prvok a odľahčujú budovu od nežiadúcich tepelných tokov.

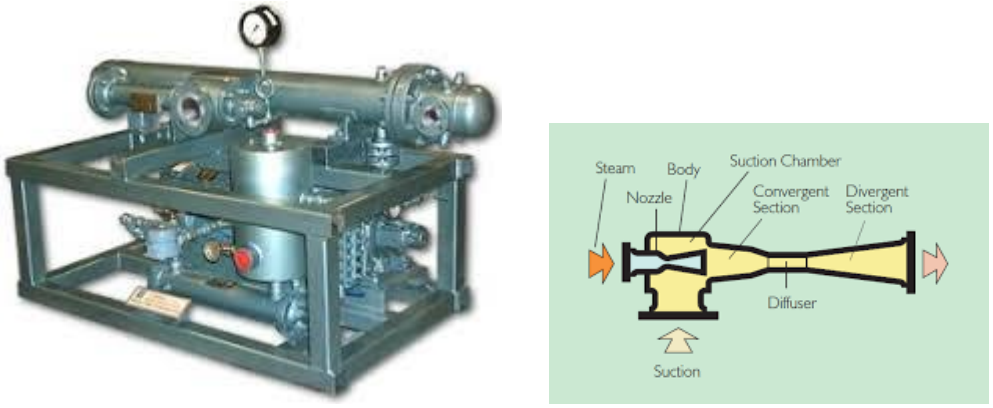
3.2 Disponibilné termosolárne chladiace systémy

Pre oblasť techniky prostredia budov v súčasnosti existujú dva reálne nasaditeľné termosolárne chladiace systémy – sú to jednak absorpčné systémy, pre nadnulové teploty spravidla v pracovnými látkymi LiBr-voda alebo paroprúdové (ejektorové) chladiace systémy. **Absorpčné systémy** patria k chladiarenskej klasike, v minulosti boli hojne využívané a dodnes sú v ponuke veľkých dodávateľov. Ich vyššiu cenu kompenzujú nízke prevádzkové náklady – ak využívajú napríklad teplo zo striech. Pracujú od teplôt cca 70°C, pre lepšiu účinnosť sú vhodnejšie pohonné teploty 90-130°C.

Ejektorové chladiace stroje boli využívané vo veľkom v ére parných strojov, sú to jednoduché lacné a spoľahlivé stroje určené pre stabilné výkony, obtiažne sa ale regulujú pre nestabilné podmienky. Chlad produkujú pri dodávaných teplách o teplotách od 65°C do 150°C (150°C pre vodu ako chladivo v okruhu). Pokiaľ je teplo k dispozícii „bezplatne“ zo striech, sú ich prevádzkové náklady prakticky zanedbateľné. Tieto stroje nie sú už v bežnej v ponuke chladiarenských dodávateľov, treba ich navrhnúť pre konkrétne podmienky užívateľa, ale okrem dýzy (ejektora), ktorá jediná je náročnejším komponentom, pozostávajú

z dostupných a nie drahých komponentov - hlavne z výmenníkov tepla, takže stavba takéhoto stroja je realizovateľná pomerne nekomplikovane.

Veľkou prevádzkovou výhodou oboch typov chladiacich/klimatizačných strojov je možnosť nasadzovať v nich ako chladivo vodu. Faktom totiž je, že nová, už tretia, síce „ekologická“ generácia klasických chladív zo skupiny halogenovaných uhlovodíkov sa dostala do nepríjemných byrokratických komplikácií ohľadom ich evidencie, nútenej recyklácie a množstevných limitov pre náplne v jednotlivých strojoch, pričom ich cena je cca 10-násobná oproti pôvodným chladivám.



a) b)

Obr. 2 a) Ejektorový chladiaci stroj, b) Dýza(ejektor) – paroprúdový kompresor

Staršie riešenie ejektorového chladiaceho zariadenia. Stroj samotný nie je príliš rozmerný. Veľké plochy vyžadujú skôr solárne kolektory, ktoré sú zdrojom energie. Náročnejší komponent je dýza – výpočtovo aj výrobne, nahrádza kompresor klasického chladiaceho stroja

4. ZÁVER

Strecha v lete - najmä u plochých budov predstavuje energeticky zaújmavú časť stavby – jednak ako vstupná brána pre nežiadúce tepelné záťaže, ale tiež ako potenciálny zdroj tepla – a to aj vysokoteplotného – ktoré môže slúžiť na pohon solárnych chladiacich/klimatizačných systémov v budove. Vákuové alebo Fresnelove solárne kolektory v kombinácii s absorpčnými alebo paroprúdovými chladiacimi strojmi predstavujujú funkčnú alternatívu ku klasickým kompresorovým klimatizáciám poháňaným elektrickou energiou. Stále však platí, že najjednoduchšou alternatívou je obmedzenie tepelných tokov do budovy, nie prečerpávanie nežiadúceho tepla von z budovy.

Literatúra

[1] PETRÁŠ, D. a kol: Vykurovanie veľkopriestorových a hal.objektov, Bratislava, Jaga, 2007

[2] TAKÁCS, J. - STRAKOVÁ, Z. - RÁCZ, L. Costs Analysis of Circulation Pumps for Heating of Residential Building. In Periodica Polytechnica Mechanical Engineering. [online]. 2018, vol. 62, issue 1. https://pp.bme.hu/me/article/view/10606. ISSN 1587-379X, pp. 10-15.

[3] STRAKOVÁ, Z. – OLBŘÍMEK, J. Air Distribution in Accordance with Fire Regulation. In Expres 2018: Proceedings from 10th International Symposium on Exploitation of Renewable Energy Sources and Efficiency. Subotica, Serbia, 05.-07.4.2018 [CD]. Subotica : Cikos stampa coo., 2018. ISBN 978-86-919769-3-4. p. 7-10.

PERCENTAGE IN COP OF HEAT EXCHANGER AND HEAT PUMPSINSYSTEMOF HEAT RECOVERY

Jozsef Nyers *DrSci.*,***
Arpad Nyers *PhD****
Laszlo Kajtar *PhD*****
**Óbuda University, Doctoral School of Applied Informatics and Applied Mathematics, Budapest, Hungary*
***Szent István, University, Doctoral School of Mechanical Engineering,, Gödöllő, Hungary*
****Pécs University, Pollack Mihály Faculty of Engineering, Pécs, Hungary*
*****Department of Building Service Engineering and Process Engineering,*
Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary
e-mail:nyers@uni-obuda.hu

1. INTRODUCTION

In leading scientific journals only a few research articles can be found related to heat recovery systems applying some kind of the heat pump. Fangtian Sun et al. [1] presented a waste heat district heating system based on ejector heat exchangers-EHE and absorption heat pumps-AHP. The goal was to decrease heating energy consumption of an existing combined heat-power system by recovering waste heat of exhausted steam from a steam turbine. Marija S. Todorovic and Jeong Tai Kim [2] analyzed a cost-effective technical solution for replacing fossil fuel and electricity with solar energy for water heating for different purposes (for pools, sanitary water, washing) in a spa. Bicui Ye et al. [3] proposed anopen absorption heat pump system in order to improve the thermal efficiency of the drying process. The aim was to recover the latent heat from exhausted moist gas. Ming Qu et al. [4] have dealt with heat recovery from flue gases exiting from the gas boiler. Zhao Yang et al. [5] presented a novel ”traveling-wave thermo-acoustic heat pump” for the production of high temperature steam from 80 to 200 ^{o}C. Heat recovered from waste steam lower temperatures as 100^{o}C.JozsefNyers et al. [6], [7] in earlier works have dealt with heat pumps and using the heat pumps for heating-cooling and heat recovery.

In Subotica, Serbia an opportunity appeared for designing and realizing a heat recovery system for recover the heat from waste water for the jeans production factory.

During the production process washing of jeans is necessary. For washing a large quantity of hot water, 5220 kg/h at a temperature from 50 ^{o}C to 55^{o}C is needed. Clean water for the process is taken from two more than 40 meter deep wells. For the water pumping centrifugal pumps are applied. The temperature of the clean well water is about 13.8^{o}C. For heating up

this quantity of clean well water from 13.8 ^{o}C to 50^{o}C or 55 ^{o}C, approximately 220-248 kW power is needed. Applying the heat recovery system 85% of 248 kW power demand is recovered from the waste water. The achieved energy efficiency is very high, coefficient of performance of system reaches a minimum COP_{min} = 6.03.

2. THE PHYSICAL MODEL OF THE RECOVERY SYSTEM

2.1. Structure and functioning

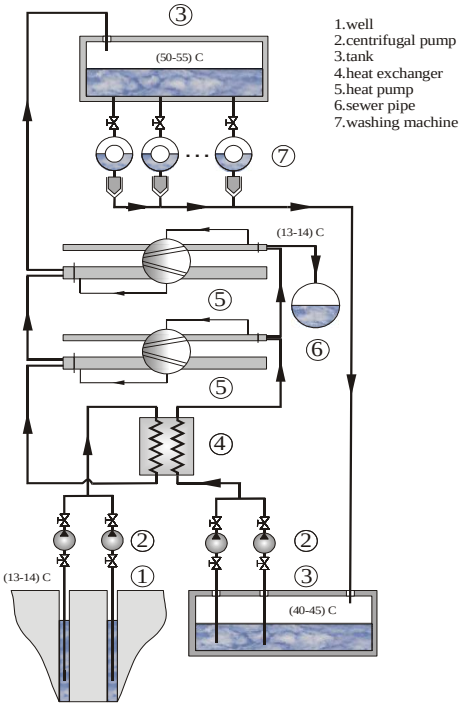


Figure 1. The functional scheme of the heat recovery system with system's parameters

The heat recovery system is composed of the following components:

- (1) Two 40 meters deep wells as the source of clean water,
- (2) Two centrifugal pumps for forwarding and pumping the clean water from the well,
- (3) Plate heat exchanger,
- (4) Heat pump for low temperatures,
- (5) Heat pump for high temperatures
- (6) Tank for hot clean water,
- (7) Washing machines,
- (8) Tank for hot waste water,
- (9) Two centrifugal pumps for pumping and transporting the waste water,
- (10) Sewer system for waste water draining,

3. SYSTEM OPERATION

3.1. General description

The energy components of the heat recovery system are the plate heat exchanger and the heat pump for higher and lower temperature range.

The first stage of heat recovery is realized in the counter flow plate heat exchanger. On one side of the exchanger clean cold water flows from the well, while on the other side, hot waste water flows from the washing machine. For both fluids, the flow energy is provided by centrifugal pumps. As a result, heat is recovered from the hot waste water to cold clean water.

The second stage of the heat recovery is realized in the first heat pump. The clean water flows through a shell tube condenser, while the waste water flows through the evaporator of the heat pump. The refrigeration cycle, by applying mechanical work, transports the heat from the waste water to the clean water.

The third stage of heat recovery occurs in the second heat pump. The clean water from the first pump's condenser flows through the condenser of the second heat pump. The waste water from the first pump's evaporator also flows through the evaporator of the second heat pump. The refrigeration cycle transports the heat between waste and clean water.

The clean heated water is gathered in the thermal insulated tank, while the cooled waste water is released into the sewer after filtration.

The clean hot water tank is elevated on 5m and therefore water by free fall can flow into the washing machine. From the washing machine the water is then released into the pipelines and by free fall it flows into the tank. The tank is placed on the ground. Pumping the clean water from the well is realized by the use of centrifugal pumps.

4. MATHEMATICAL MODEL

4.1. Introduction

Analyzing the heat recovery system, the basic question is the energy and economic efficiency of the process. The answer can be found by determining the total and partial coefficient of performance of the system. This means the quantity of total or partial recovered heat in all heat exchangers and the all the invested mechanical work necessary for driving the electric motors should be found.

For the analysis adequate mathematical model is required. The mathematical description is conducted for the stationary operation mode of the heat recovery process.

4.2. Heat fluxes in the recovery system

The heat transfer in the recovery system is realized in three stages, in the plate exchanger, in the first and the second heat pump’s heat exchangers (evaporators and condensers).

The mentioned components of the system are serially linked; therefore the total heat flux of the recovery system is sum of three partial fluxes:

$$\dot{q}_{rs} = \dot{q}_{ex} + \dot{q}_{1hp,c} + \dot{q}_{2hp,c} \tag{1}$$

Where:

$\dot{q}_{rs}\,[W]$- Total heat flux in the heat exchangers,

$\dot{q}_{ex}\ [W]$- Heat flux in the plate heat exchanger,

$\dot{q}_{1hp,c}\ [W]$-Heat flux in the condenser of the first heat pump with R 407C,

$\dot{q}_{2hp,c}\ [W]$- Heat flux in the condenser of the second heat pump with R 134a,

4.3. Electric power demand

Electric power demand of system equals the electricity demand of the electric motors for driving the compressors and centrifugal pumps is as follows.

After substitution the partial electricity demand

$$P_{te} = P_{hp1} + P_{hp2} + P_{w\,pump\,1} + P_{w\,pump\,2} + P_{c\,pump\,3} + P_{c\,pump\,4} \tag{2}$$

Where:

P_{comp} *[W]*- Power demand of the electric motors for driving the compressors

P_{pump} *[W]*- Power demand of the electric motors for driving the centrifugal pumps

4.4. Coefficient of performance of system-COP

The coefficient of performance of system, COP is a ratio between the heat fluxes transferred to the clean hot water and the electric power demand of all electric motors for driving the compressors and centrifugal pumps.

$$COP = \frac{\dot{q}_{cw}}{P_{te}} = \frac{C_{pv} \cdot \dot{m}_{cw} \cdot \Delta T_{cw}}{P_{te}} \tag{3}$$

4.5. Partial COPof the individual components

In this chapter the partial participation of individual components in the total COP was determined. Particularly the COP of the heat exchanger, the first and second heat pump's determined in order to see exactly the percentage contribution and the energy efficiency of the energy components.

Total coefficient of performance

$$COP = \frac{\dot{q}_{ex} + \dot{q}_{1hp,c} + \dot{q}_{2hp,c}}{P_{te}} = \frac{\dot{q}_{ex}}{P_{te}} + \frac{\dot{q}_{1hp,c}}{P_{te}} + \frac{\dot{q}_{2hp,c}}{P_{te}} \tag{4}$$

Partial coefficients of performance:
Heat exchanger

$$COP_{ex} = \frac{\dot{q}_{ex}}{P_{te}}\,[-] \tag{5}$$

First and second heat pump

$$COP_{1hp,c} = \frac{\dot{q}_{1hp,c}}{P_{te}}[-] \tag{6}$$

Second heat pump

$$COP_{2hp,c} = \frac{\dot{q}_{2hp,c}}{P_{te}}[-] \tag{7}$$

Percentage share of partial COPs, in the total COP.

$$COP_{ex,\%} = \frac{COP_{ex}}{COP} \cdot 100 \ [\%] \tag{8}$$

$$COP_{1hp,c,\%} = \frac{COP_{1hp,c}}{COP} \cdot 100 \ [\%] \tag{9}$$

$$COP_{2hp,c,\%} = \frac{COP_{2hp,c}}{COP} \cdot 100 \ [\%] \tag{10}$$

4.6. Energy savings in percentage

Energy savings in percentage is obtained if the saved energy flux is divided by the energy flux demand.

$$\frac{\dot{q}_{save}}{\dot{q}_{cw}} \cdot 100 = \frac{\dot{q}_{cw} - P_{te}}{\dot{q}_{cw}} \cdot 100 = \left(1 - \frac{P_{te}}{\dot{q}_{cw}}\right) \cdot 100 = \left(1 - \frac{1}{COP}\right) \cdot 100 \ [\%] \tag{11}$$

CASE STUDY:

5. ENERGY ANALYSIS

5.1. Introduction

Measurement of the system parameters has been carried out during steady-state operation mode of the heat recovery system. All vital parameters are measured in order to determine the energy efficiency through the coefficient of performance (COP) and the payback period of the investment.

5.2. Unchangeable measured parameters of the system

- Mass flow rate of the clean and waste water $\dot{m}_{cw} \cong \dot{m}_{ww} \cong 87 \ [kg/min] = 5220 [kg/h]$
- Temperature of the clean well water $T_{cwi} = 13.8 \ \left[^{o}C\right]$
- Electric power demand of the well pumps $P_{w\,pump} = 1\,359 \ [W]$
- Electric power demand of the circulation pumps $P_{c\,pump} = 906 \ [W]$

5.3. Minimum COP

- Temperature of the clean water which flows out of the condenser $T_{cw,o}=51.6 \ [^{o}C]$
- Temperature of the waste water on the input of the plate heat exchanger $T_{ww,i}=44.5 \ [^{o}C]$
- Electric power demand of the heat pump1. $P_{hp1}= 17\,847 \ [W]$
- Electric power demand of the heat pump2. $P_{hp2}=14\,168 \ [W]$

Recovered heat to the clean water

$$q_{CW} = C_{pv} \cdot \dot{m}_{CW} \cdot \Delta T = 1.163 \frac{Wh}{kg^{o}C} \ 5\,220 \frac{kg}{h} \ (50.1 - 13.8)^{o}C = 220\,372 \ [W] \tag{12}$$

The value of the total invested electrical power:

$$P_{te} = \sum_{1}^{2} P_{hp} + \sum_{1}^{2} P_{w\,pump} + \sum_{1}^{2} P_{c\,pump}$$

$$P_{te} = 17\,847 + 14\,168 + 2 \cdot 1359 + 2 \cdot 906\ [W] = 36\,545\ [W] \tag{13}$$

COP of the recovery system based on measured values

$$COP_{min} = \frac{q_{cw}}{P_{te}} = \frac{220\,372\,[W]}{36\,545\,[W[} = 6{,}03 \tag{14}$$

5.4. Partial COPs

5.4.1. Partial COP of heat plate exchanger

- Input temperature of clean water at the entrance of plate heat exchanger $T_{ex,i}$=13.8 ^oC
- Output temperature of clean water at the exit of plate heat exchanger $T_{ex,i}$=33.9 ^oC

$$COP_{ex} = \frac{\dot{q}_{ex}}{P_{te}} = \frac{C_{pw} \cdot \dot{m}_{cw} \cdot \Delta T_{cw}}{P_{te}} = \frac{1.163 \frac{Wh}{kg^oC}\ 5\,220 \frac{kg}{h} \left(33.9 - 13.8\right)^oC}{38\,205\,[W]} = 3.1939\,[-] \tag{15}$$

$$COP_{ex,\%} = \frac{COP_{ex}}{COP} \cdot 100 = \frac{3.1939}{6.499} \cdot 100\% = 49.15\,[\%] \tag{16}$$

5.4.2. Partial COP of heat pump1

- Input temperature of clean water at the entrance of the heat pump1 condenser $T_{1ht,c}$= 33.9 ˚C
- Output temperature of clean water at the exit of the heat pump1 condenser $T_{1ht,c}$= 46.2 °C

$$COP_{1hp,c} = \frac{\dot{q}_{1hp,c}}{P_{te}} = \frac{C_{pw} \cdot \dot{m}_{cw} \cdot \Delta T_{cw}}{P_{te}} = \frac{1.163 \frac{Wh}{kg^oC}\ 5\,220 \frac{kg}{h} \left(46.2 - 33.9\right)^oC}{38\,205\,[W]} = 1.9545\,[-] \tag{17}$$

$$COP_{1hp,c,\%} = \frac{COP_{1hp,c}}{COP} \cdot 100 = \frac{1.9545}{6.499} \cdot 100\% = 30.03\,[\%] \tag{18}$$

5.4.3. Partial COP of heat pump2

- Input temperature of clean water at the entrance of heat pump2 condenser $T_{2ht,c}$=46.2 ^oC
- Output temperature of clean water at the exit of heat pump2 condenser $T_{2ht,c}$ =54.7 ^oC

$$COP_{2hp,c} = \frac{\dot{q}_{2hp,c}}{P_{te}} = \frac{C_{pw} \cdot \dot{m}_{cw} \cdot \Delta T_{cw}}{P_{te}} = \frac{1.163 \frac{Wh}{kg^oC}\ 5\,220 \frac{kg}{h} \left(54.7 - 46.2\right)^oC}{38\,205\,[W]} = 1.3511\,[-] \tag{19}$$

$$COP_{2hp,c,\%} = \frac{COP_{2hp,c}}{COP} \quad 100 = \frac{1.3511}{6.499} \quad 100\% = 20.79\,[\%] \tag{20}$$

5.4.4. Saved energy in percentage

Minimum of saving

$$\left(1 - COP^{-1}\right) \cdot 100 = \left(1 - 6.03^{-1}\right) \cdot 100\,[\%] = 83.3\%$$

6. ECONOMIC ANALYSIS

6.1. Input data

Current average price of industrial electrical energy in Serbia, 2015 is 0.0463 [€ / kWh].
Predicted average consumption of clean water 5220 [kg/h]
Power for heating 5220 [kg/h] clean water from 13.8 [°C] to 55 [°C] is 248 [kW].
Nominal working hours for two shifts per day is 16 hours.
Coefficient of nominal working hour utilization is about 0.8.

6.2. Calculation

Consumption of hot clean water is a stochastic quantity because filling the four washing machines is periodical therefore quantity was estimated and averaged.

- Nominal consumption of heating energy;248 kW · 0.8 · 16 h = 3174 [kWh / day]
- Predicted number of workdays a year:(52- 4)[week/ year] · 5 [day/week] = 240[day/year]
- Annual consumption of heat energy:3174 [kWh] · 240 [day/ year] = 761 760 [kWh/year]
- Maximum consumed electrical energy annually of all components of the recovery system38,2[kW] · 0.8 · 16[h] · 240 [day/ year]= 117 350 [kWh/ year]
- Annual electrical energy savings of the recovery system
  761 760 [kWh /year] -117 350 [kWh/year] = 644 410 [kWh/year]
- Value of the saved electrical energy per year
  644 410 [kWh / year] 0.0463 [€ / kWh] = 29 836[€ / year]
- Approximate total investment for realization of the recovery system:60 000[Euro]
- Expected payback period of the invested money when an electrical heater recovery system is used for clean water heating: 60 000 [€] / 29 836[€ / year] = 2.01 [year]

7. RESULTS IN THE GRAPHICS

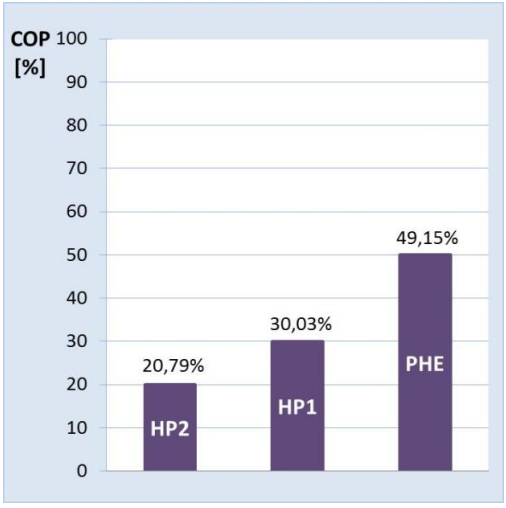


Figure 2. The percentage share of individual components in the heat recovery process

8. CONCLUSION

The recovery system described in this article is quite efficient both in energetic and economic terms. The economic results are valid for the economic situation in Serbia, 2015.

The system's total coefficient of performance is very high: minimum COP is 6.03.

The component's partial COPs are:

for the heat plate exchanger 3.19 [-],for the heat pump11.95,for the heat pump21.35.

The total energy savings expressed in percentages: minimum (1-1/6.03) 100% = 83.3%.

The energy savings of the components in percentages: Plate heat exchanger 49%, low temperature heat pump 30%, high temperature heat pump 21%

The payback period of the investment is relatively short, about 2 years.

By energy and economic advantages this solution is beneficial in terms of environment protection. The recovery system protects the environment on direct and indirect way.

Directly:

1. The waste water does not enter in the sewer still hot.
2. The waste water is cleaned by filtration before getting out of the recovery system.

Indirectly:

1. By savings a great quantity of heat energy
2. Less use of electricity, less working power plant the result is a reduced CO_2 emission.

REFERENCES

[1] Fangtian Sun, Lin Fu, Jian Sun and Shigang Zhang: "A new waste heat district heating system with combined heat and power (CHP) based on ejector heat exchangers and absorption heat". IJ. Energy Vol. 69 (2014) pp. 516-524.

[2] Marija S. Todorovic, Jeong Tai Kim:" In search for sustainable globally cost-effective energy efficient building solar syste1.m – Heat recovery assisted building integrated PV powered heat pump for air-conditioning, water heating and water saving". Energy and Buildings, Volume 85, December 2014, Pages 346–355.

[3] Bicui Ye, Jun Liu, Xiangguo Xu, Guangming Chenand Jiao Zheng:"A new open absorption heat pump for latent heat recovery from moist gas". Energy Conversion and Management, Volume 94, April 2015, Pages 438–446.

[4] Ming Qu, Omar Abdelaziz and HongxiYin: "New configurations of a heat recovery absorption heat pump integrated with a natural gas boiler for boiler efficiency improvement". Energy Conversion and Management, Volume 87, November 2014, Pages 175–184

[5] Zhao Yang, Yang Zhuo, LuoErcang and Zhou Yuan: "Traveling-wave thermo acoustic high-temperature heat pump for industrial waste heat recovery". Energy, Volume 77, 1 December 2014, Pages 397–402.

[6] J. Nyers, L. Garbai, A. Nyers: "Analysis of Heat Pump's Condenser Performance by means of Mathematical Model". International J. Acta Polytechnica Hungarica, Vol. 11, No. 3,pp.139-152, 2014. DOI: 10.12700/APH.11.03.2014.03.9

[7] J. Nyers, A. Nyers, Z. Pek: "Heat recovery from waste water using the heat pumps", 22rd International Conference "Vykurovanie 2014." Proceedings ISBN- 978-80-89216-61-1, pp.229-232, Stará Ľubovňa, Slovakia. 03-07. 03. 2014.

[8] László Kajtár, Miklós Kassai, László Bánhidi: Computerized simulation of the energy consumption of air handling units. 2011. Energy and Buildings, ISSN: 0378-7788, (45) pp. 54-59.

LUFTWASSERWÄRMEPUMPE, WASSERSCHADEN AN DER ELEKTRONIK

Prof. DI(FH). Erich Draxler
HTL Pinkafeld
Abteilung Gebäudetechnik
Meierhofplatz 1
A-7423 Pinkafeld
e-mail: erich.draxler@live.com

Abstrakt
Die Einhaltung ambitionierter Klima-, Energie- und Umweltziele verlangt den Umbau der Energieversorgung in ein CO_2-armes, effizientes und erneuerbares Energiesystem. Einen wesentlichen Beitrag können Wärmepumpen dazu leisten.

Die Verkaufzahlen in der Vergangenheit sind stetig gestiegen. Man geht davon aus, dass die Zunahme an wärmepumpen für die Warmwasserbereitung und Gebäudeheizung in den nächsten 20 Jahren weiter steigen wird. Leiter ist der Mangel an qualifizierten Fachkräften oftmals die Schwachstelle, wenn es gilt, die Aufträge zügig und ordnungsgemäß abzuwickeln.
Das gegenständliche Beispiel soll zeigen, wie wichtig es ist, dass einerseits die hersteller von Wärmepumpen richtige Produkte einsetzt und andereseits die Fachfirmen eine ordnungsgemäße Planung und Installtion der Wärmepumpenanlagen durchführe.

Die falsche Wahl einer elektrischen Anschlussdose in der Außeneinheit hat dazu geführt, dass es an der Inneneinheit einen Wasserschaden an der Platine gegeben hat und diese mit einem beträchtlichen Kostenaufwand getauscht werden musst.

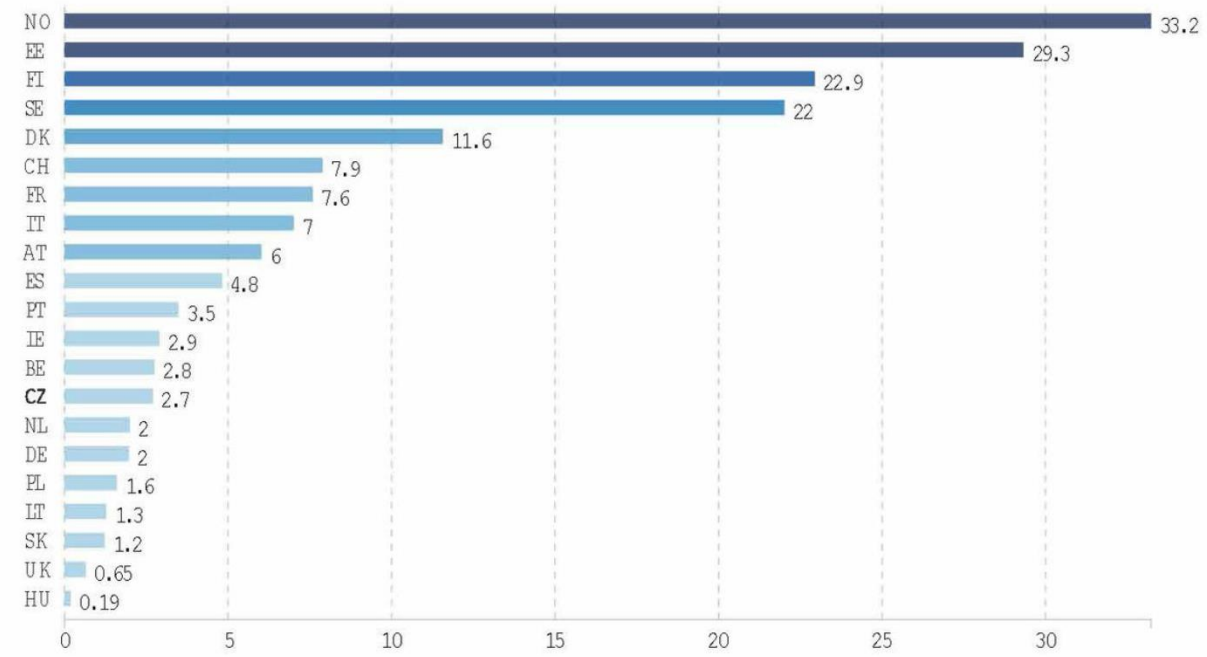
1. EINLEITUNG

Die Einhaltung ambitionierter Klima-, Energie- und Umweltziele verlangt den Umbau der Energieversorgung in ein CO_2-armes, effizientes und erneuerbares Energiesystem. Wärmepumpen sind eine vielfältig einsetzbare, erneuerbare Energie- sowie Energieeffizienztechnologie. Sie haben großes Potenzial einen wesentlichen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen, Steigerung der Energieeffizienz sowie Erhöhung des Anteils an erneuerbaren Energien und damit zur Bewältigung der zentralen zukünftigen Herausforderungen der nationalen Energieversorgung zu leisten. Die Anwendungsfelder der Technologie reichen von der umweltschonenden Beheizung und Kühlung von Gebäuden, zur op-timierten Wärme- und Kältebereitstellung via thermische Netze bis hin zum effizienten Energieeinsatz in Industrie- und Gewerbeunternehmen [1].

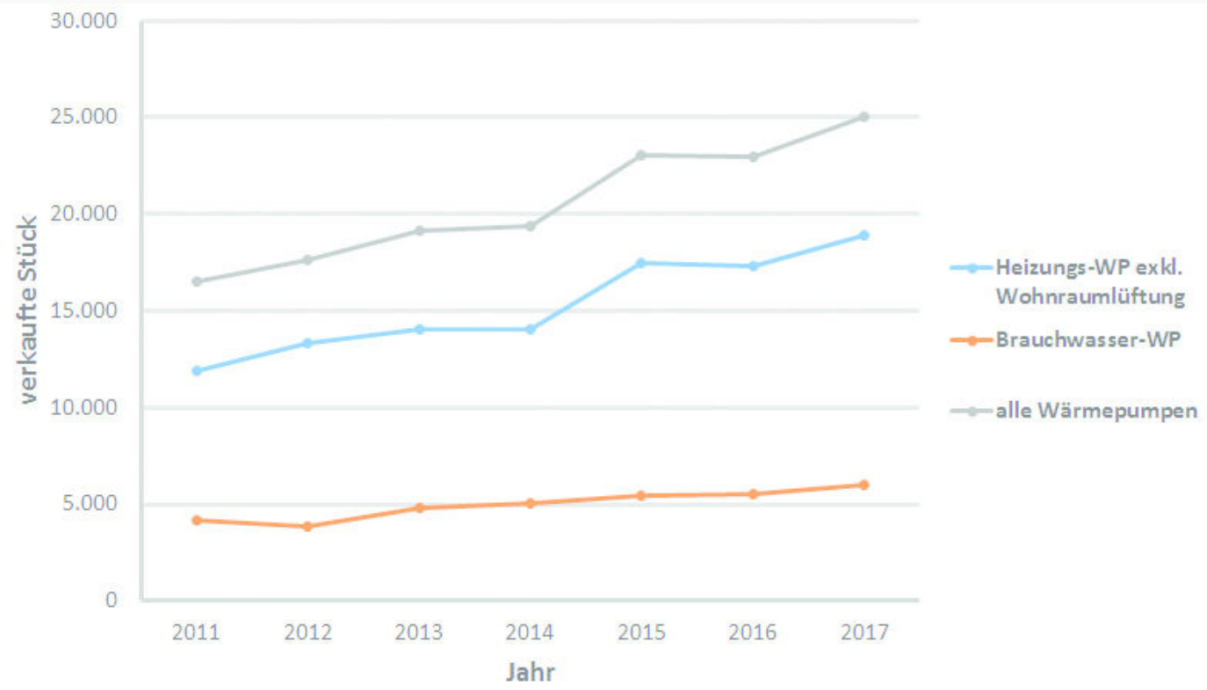
2. MARKTENTWICKLUNG IN EUROPA UND ÖSTERREICH

Derzeit befinden sich mehr als 9,5 Millionen Wärmepumpen in Europa in Betrieb. In Österreich wurden etwa sechs Wärmepumpen pro 1.000 Haushalte verkauft. Europaweite Spitzenreiter sind Norwegen und Estland mit 33,2 bzw. 29,3 verkauften Wärmepumpen pro

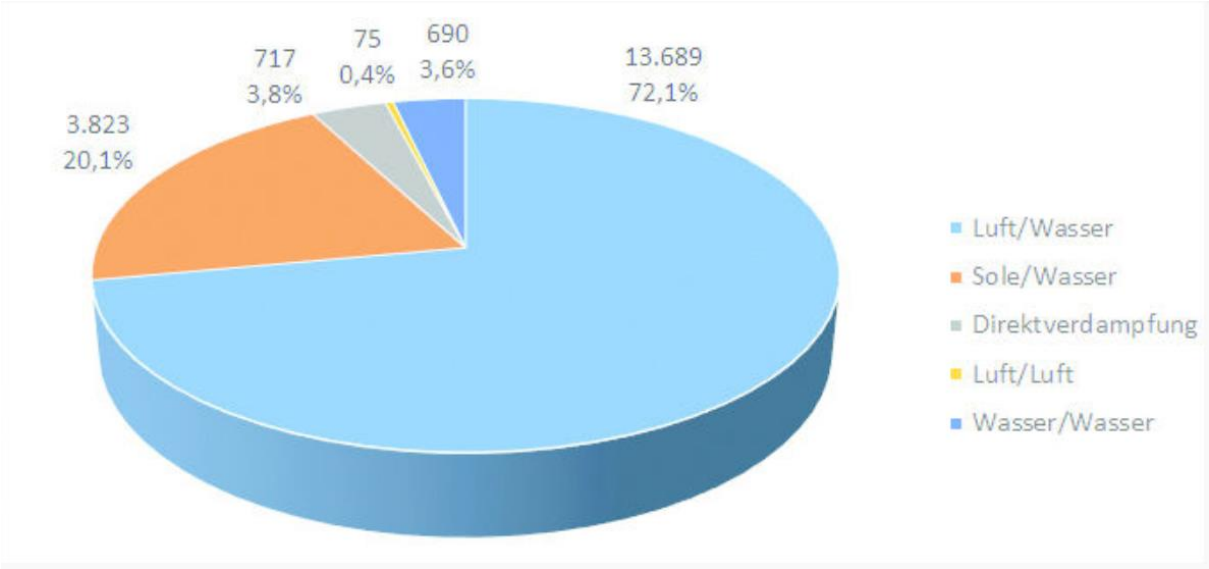
1.000 Haushalte. Der europäische Markt wuchs 2016 in den 21 untersuchten EU-Staaten um über 1 Million Wärmepumpen, was einem Anstieg um 12 Prozent im Vergleich zum Vorjahreszeitraum entspricht. Seit 1995 wurden in Europa rund 9,5 Millionen Wärmepumpen mit einer Gesamtleistung von 82,7 GWth installiert. Bisher konnten damit 135 TWh Endenergie und 63 TWh Primärenergie eingespart werden. Mit den 2016 installierten Wärmepumpen konnten somit 27,1 Megatonnen an Treibhausgas-Emissionen vermieden werden. In Bezug auf die gesamte abgesetzte Stückzahl von 25.019 Anlagen lag Österreich 2016 an zehnter Stelle im europäischen Vergleich. Das Jahr 2017 war für die österreichische Wärmepumpenbranche von einer deutlichen Absatzsteigerung, sowohl im Inlandsmarkt als auch im Exportmarkt, geprägt [2].



Obr. 1 Vergleich der Verkaufzahlen in Europa [2]

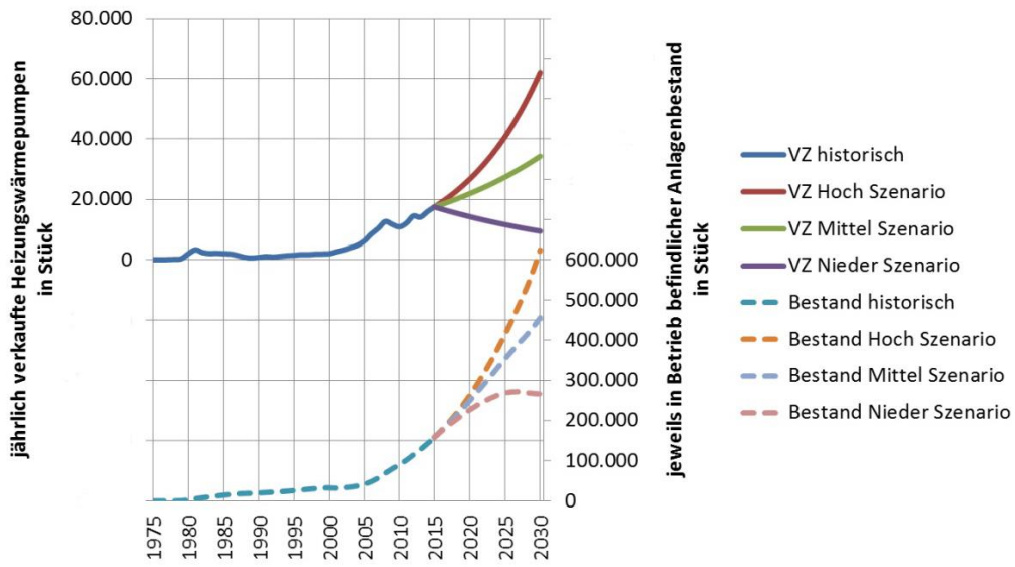


Obr. 2 Entwicklung der Wärmepumpen-Verkaufszahlen in Österreich von 2011 bis 2017 [2]



Obr. 3 Der Markt für Heizungs- und Lüftungswärmepumpen in Österreich im Jahr 2017 nach Wärmequellensystemen, gültig für alle Leistungsklassen [2]

Verlgeicht man die Vorderungen der Klimaziele mit den Verkaufzahlen der Wärmepumpen so ist zu sehen, dass in den letzten Jahren die Wärmepumpentechnologie bereits einen großen Anteil am Erreichen der Klimaziele geleistet hat. Die Kurve der Verkaufzahlen steigt nachwievor stetig an, wodurch zukünftig der Einsatz von fossilen Energiträgern und somit der Ausstoß an CO_2 weiter Reduziert werden kann.



Obr. 4 Ergebnisse der Szenarien bis 2030 für das Aggregat der Heizungswärmepumpen (alle Leistungsklassen). Dargestellt sind die jährlichen Verkaufszahlen und die Anzahl der jeweils in Betrieb befindlichen Anlagen. [2]

3. VORAUSETZTUNG FÜR FUNKTIONIERTE WÄRMEPUMPENANLAGEN

Wie oben erwähnt ist der Einsatz von Wärmepumpen für die Warmwasserbereitung und gebäudebeheizung als Maßnahme zur Reduktion der CO_2-Emissionen sehr positv zu sehen. Um nicht das Gegenteil zu bewirken, bzw. die Wärmepumpentechnologie beim Endkunden

nicht wieder in Misgunst zu beringen, muss die Wärmepumpenanlage von qualifizierten Fachpersonal geplant und installierten werden.

Leiter ist der Mangel an qualifizierten Fachkräften oftmals die Schwachstelle, wenn es gilt, die Aufträge zügig und ordnungsgemäß abzuwickeln. Die Effizienz und Lebensdauer von Wärmepumpenheizungen hängen unter anderem auch von der fachgerechten Planung und Installation ab [2]. Hinzu kommt, dass die Industrie gefordert ist einwandfrei funktionierende Produkte zu bauen.

Das nachfolgende Beispiel soll zeigen, welche kostenintensieve Auswirkung eine mangelhafte Produktwahl, in diesem Fall die elektrische Anschlussdosen in der Außeneinheit, auf eine Wärmepumpenanlage haben kann.

4. WÄRMEPUMPENANLAGE UND SCHADEN

Die gegenständliche Wärmepumpe war eine Luftwasserwärmepumpe für eine Einfamilienhaus mit einer Wohnnutzfläche von 200 m². Die Inneneinheit war im Technikraum, die Außeneinheit an der Außenwand situiert (Obr. 5a, Obr. 5b, Obr. 6).

Die elektrischen Anschlussleitungen für die Außeneinheit führten von der Inneneinheit (Obr. 5) durch die Außenwand zu zwei elektrischen Anschlussdosen in der Außeneinheit (Obr. 7a, Obr. 7b). Beide Anschlussdosen hatten die Schutzart IP65.

Neben der Verkabelung für die Stromversorgung und der Steuerung der Außeneinheit war auch eine geschirmte Leitung von der Inneneinheit zur Außeneinheit zur oberen Anschlussdose installiert worden (Obr. 7b). Das abgeschirmte Kabel war von unten in die Anschlussdose eingeführt. Es wurde ca. 10 cm vor der Anschlussdose mit einem Isolierband umwickelt. Der Kunststoffmantel und das Schirmgeflecht der Leitung waren nicht durch den PG-Verbinder (Quetschverschraubung) geführt worden (Obr. 7b). An der oberen Anschlussdose war eine elektrische Leitung werkseitig eingeführt worden (Obr. 7b). Das elektrische Kabel in der oberen Anschlussdose war die Fühlerleitung für den Temperatursensor in der Außeneinheit, welcher unter anderem für die Abtaufunktion erforderlich war.

Beide elektrischen Anschlussdosen in der Außeneinheit waren Feuchtraumdosen (Obr. 8a, Obr. 8b) und ab Werk montiert worden. Die Dichtungen der beiden Anschlussdosen waren richtig eingesetzt und ohne Schaden.

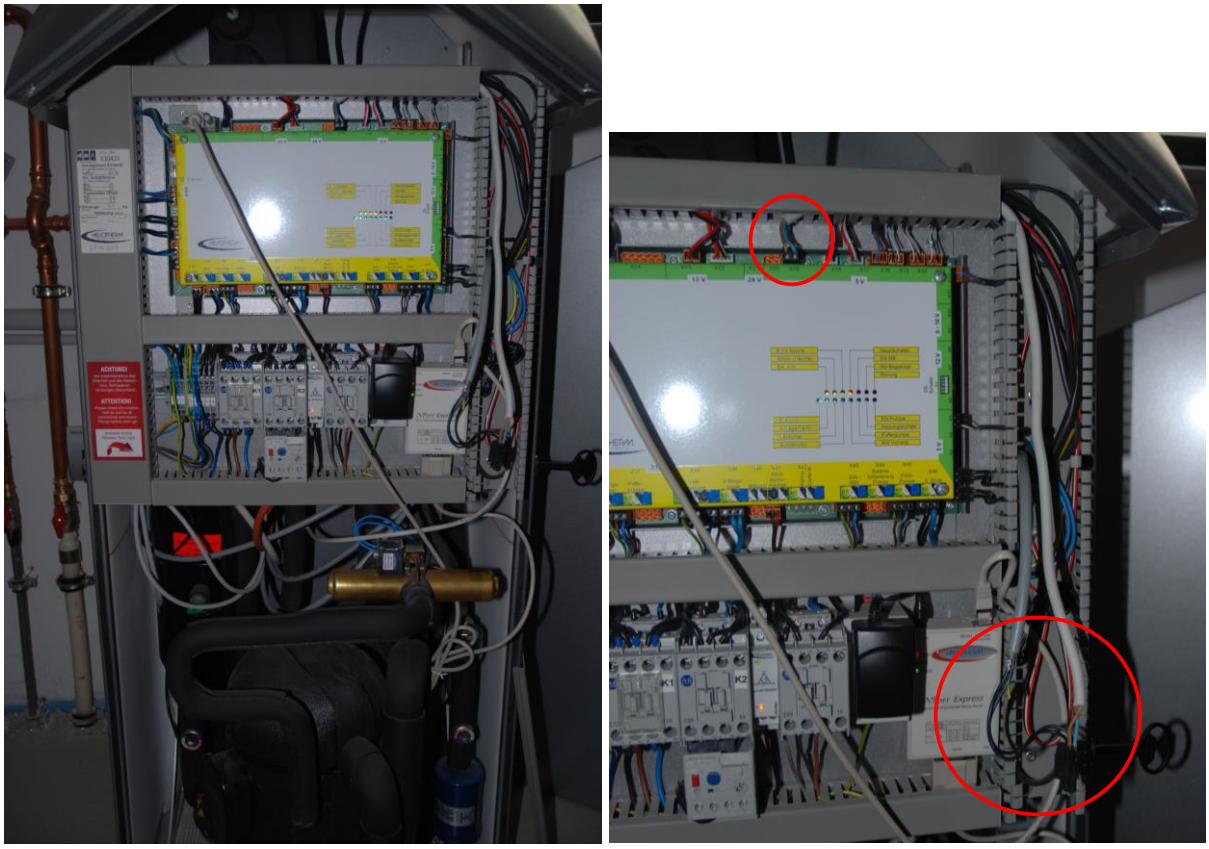
Die abgeschirmte Leitung war ursprünglich an der Oberseite der elektrischen Einheit (Platine) bei der Wärmepumpe im Technikraum angeschlossen (Obr. 5b).

Nach einer Betreibszeit der Wärmepumpenanlage von ca. einem Jahr kam es zu einem Ausfall der Platine, der auf das Eindringen von Wasser zurückzuführen war. Die gesamte Platine wurde von der Installationsfirma getauscht.

Die Installationsfirma gab an, dass sie im Zuge des Tausches der Platine die abgeschirmte Leitung von der Platine an der Inneneinheit demontiert habe und mit einem zusätzlichen Kabelstück, welches nicht geschirmt war, wieder an die Platine angeschlossen habe (Obr. 5b).

Bei der Befundaufnahme stand in der unteren Anschlussdose Wasser (Obr. 9). In der oberen Anschlussdose waren einige Wassertröpfchen sichtbar.

Die Kosten für den Tausch der Platine beliefen sich auf ca. € 6.000,- welche von Hauseingetümern nicht übernommen wurde. Daraufhin Klagte das Installtionsunternehmen die Hauseingentümer auf Bezahlung der € 6.000,-.



a) b)

Obr. 5 a) Inneneinheit der Wärmepumpe mit Verkabelung und elektrischer Einheit (Platine), b) abgeschirmte Leitung (dunkelgrau) mit zusätzlicher elektrischer Leitung (hellgrau)

Obr. 6 Außeneinheit der Wärmepumpe

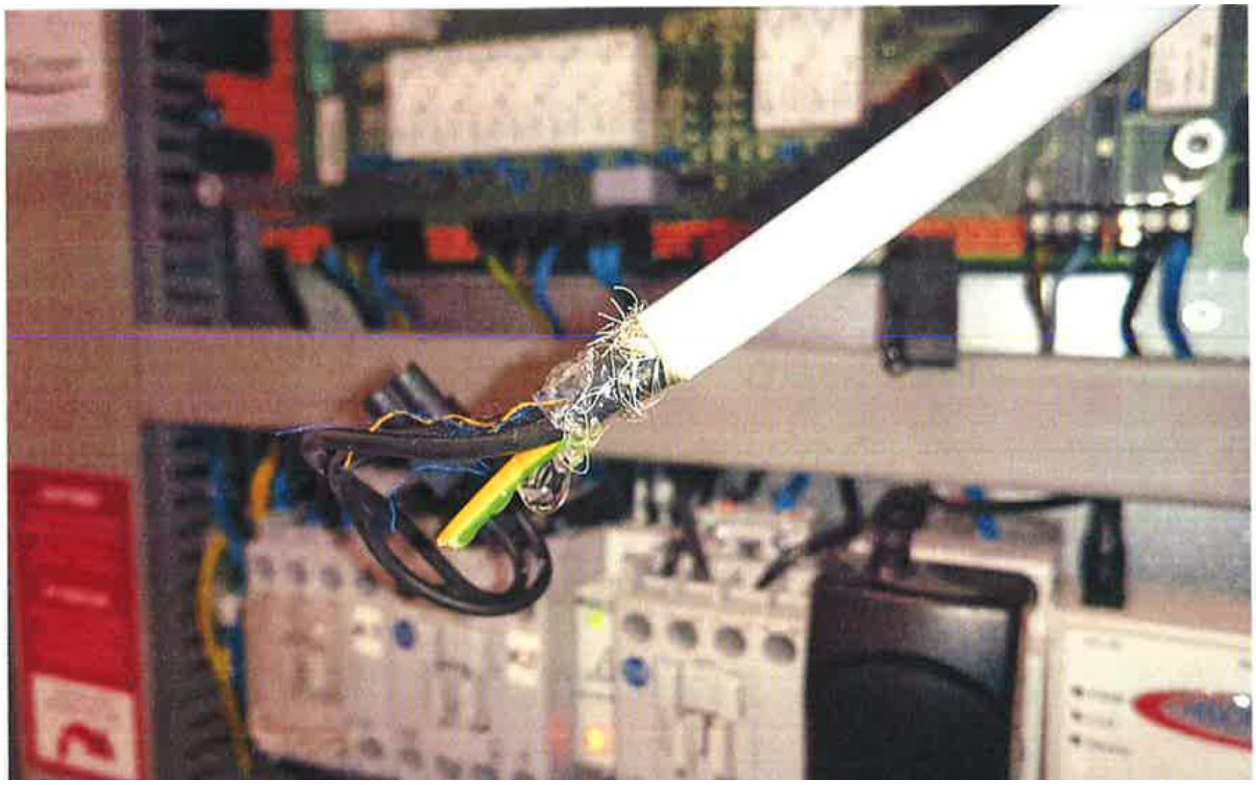
a) b)

Obr. 7 a) Anschlussdosen in der Außeneinheit, b) obere Anschlussdose mit geschirmtem Kabel (Kabel von unten)

a) b)

Obr. 8 a) Abdeckung obere Anschlussdose, b) Abdeckung der untere Anschlussdose

Obr. 9 Wasser in der unteren Dose



Obr. 10 geschirmtes Kabel mit Wassertropfen

5. SCHADENSURSACHE

5.1 unfachgemäß verlegtes Kabel

In Obr. 7b ist zu erkennen, dass die geschirmte Leitung nicht vollständig durch den PG-Verbinder geführt wurde, sondern nur die drei Litzen. Dadurch ist die Dichtfunktion des PG-Verbinders nicht gegeben. Die geschirmte Leitung hätte mit dem Kunststoffmantel und dem Schirmgeflecht in die Anschlussdose eingeführt werden müssen. Gegebenenfalls hätte ein anderer PG-Verbinder verwendet werden müssen.

5.2 werksseitige, bereits installierte Verbindungsdose bzw. PG-Verbinder

Die IP-Schutzart gibt den Schutzumfang des Gehäuses bezüglich Berührung bzw. Eindringen von Fremdkörpern (erste Kennziffer) und Eindringen von Feuchtigkeit bzw. Wasser (zweite Kennziffer) an. Gemäß Ö-VE/ÖNORM EN 60529 (IEC 60529) ist eine elektrische Anschlussdose mit der Schutzart IP 65 (Obr. 8a, Obr. 8b) gegen Staubeintritt und gegen Wasserstrahl aus beliebigen Winkel geschützt (Obr. 11). Diese Schutzart verhindert nicht das Eindringen von Luft, bzw. Wasserdampf, was im gegenständlichen Fall aber erforderlich gewesen wäre.

In der unteren Anschlussdose (Obr. 9) befindet sich ebenfalls Kondensat, obwohl die elektrischen Leitungen fachgerecht in die Anschlussdose eingeführt worden sind. Daraus kann geschlossen werden, dass die Anschlussdose nicht dicht gegenüber Luft ist.

5.3 physikalische Vorgänge

Bei Betrieb der Wärmepumpe wird in der Außeneinheit die Luft abgekühlt, ebenso in der elektrischen An-schlussdose. Dadurch verringert sich das Luftvolumen in der Anschlussdose und Außenluft strömt über den Anschlussdosendeckel und den PG-Verbindern in die Anschlussdose. Aufgrund der Abkühlung der Luft kondensiert der Wasserdampf in der Anschlussdose. Es bildet sich Wasser. Nachdem die Wärmepumpe abgeschaltet hat, erwärmt sich die Luft in der Anschlussdose und dehnt sich aus, d.h. Luft strömt über den Anschlussdosendeckel und den PG-Verbindern aus der Anschlussdose. Das Kondensat verbleibt nahezu zur Gänze in der Anschlussdose. Dieser Vorgang wiederholt sich bei jedem Betriebsintervall der Wärmepumpe. Es wird immer wieder feuchte Luft in die Anschlussdose gesaugt, getrocknet und aus der An-schlussdose ausgeblasen. Dadurch sammelt sich immer mehr Wasser in der Anschlussdose an.

Der Wasserspiegel in der Anschlussdose steigt so lange an, bis er den Rand der unteren Quetschver-schraubung erreicht hat. Danach dringt das Wasser in den PG-Verbinder ein und kann über die geschirmte Leitung zur Inneneinheit der Wärmepumpe, bzw. zur Platine durch die Kapillarwirkung gelangen. In Obr. 10 ist deutlich ein Wassertropfen an der geschirmten Leitung zu erkennen.

6. ZÁVER

Der klagsgegenständliche Wasserschaden war sowohl auf ein unfachgemäß verlegtes Kabel, als auch durch die werksseitige, bereits installierte Verbindungsdose bzw. den PG-Verbindern verursacht worden.

IP-Schutzarten (International Protection)

ÖVE/ÖNORM EN 60529 (IEC 60529); „Schutzarten durch Gehäuse elektrischer Betriebsmittel“
Gemäß der Leistungsbeschreibung des Bundesministerium f. Wirtschaft und Arbeit (BMWA) wird in der LG19/HT:009 für „Gehäuse und Schränke für die Strukturierte Verkabelung“ die Schutzart IP2XC vorgeschrieben.

Schutz-grad	Berührungs- und Fremdkörperschutz		Schutz-grad	Wasserschutz	
0	**Kein Schutz** Kein Berührungsschutz, kein Schutz gegen feste Fremdkörper		0	**Kein Schutz** Kein Wasserschutz	
1	**Schutz gegen große Fremdkörper** Schutz gegen flächige Berührung mit der Hand. Schutz gegen Fremdkörper mit ø > 50 mm	ø>50	1	**Schutz gegen Tropfwasser** Schutz gegen senkrecht fallende Wassertropfen	
2	**Schutz gegen mittelgroße Fremdkörper** Schutz gegen Berührung mit den Fingern. Schutz gegen Fremdkörper mit ø > 12 mm	ø>12	2	**Schutz gegen schräg fall. Tropfwasser** Schutz gegen schräg fallende Wassertropfen (beliebiger Winkel bis zu 15° zur Senkrechten)	15°
3	**Schutz gegen kleine Fremdkörper** Schutz gegen Berühren mit Werkzeug, Drähten oder ähnlichen sowie Fremdkörper mit ø > 2,5 mm	ø>2,5	3	**Schutz gegen Sprühwasser** Schutz gegen Wasser aus beliebigem Winkel bis zu 60° zur Senkrechten.	60°
4	**Schutz gegen kornförmige Fremdkörper** wie 3, jedoch ø > 1 mm	ø>1,0	4	**Schutz gegen Spritzwasser** Schutz gegen Spritzwasser aus allen Richtungen.	360°
5	**Schutz gegen Staubablagerung** Vollständiger Schutz gegen Berührung. Schutz gegen Staubablagerung im Inneren.		5	**Schutz gegen Strahlwasser** Schutz gegen Wasserstrahl (Düse) aus beliebigem Winkel.	360°
6	**Schutz gegen Staubeintritt.** Vollständiger Schutz gegen Berührung. Schutz gegen Eindringen von Staub.		6	**Schutz gegen Überflutung** Schutz gegen vorrüber-gehende Überflutung.	
			7	**Schutz gegen Eintauchen** Schutz gegen Wassereindringung bei vorübergehendem Eintauchen.	
			8	**Schutz gegen Untertauchen** Schutz gegen Druckwasser für unbestimmte Zeit.	

IP X X X X

4.Stelle; ergänzende Buchstaben
- H = Hochspannungs-Betriebsmittel
- M = Beprüft, wenn bewegliche Teile in Betrieb sind
- S = Geprüft, wenn bewegliche Teile im Stillstand sind
- W = Geprüft bei festgelegten Wetterbedingungen

3.Stelle; zusätzlicher Berührungsschutz
- A = Handrückenschutz; oder Gegenständen mit > 50mm Ø
- B = Fingerschutz: Finger mit >12mm Ø und bis 80mm Länge
- C = Werkzeugschutz: gegen Werkzeug mit >2,5mm Ø und 100mm Länge
- D = Drahtschutz; gegen Drähte mit > 1mm Ø und bis 100mm Länge

2. Stelle; Wasserschutz

1. Stelle Berührungs-/Fremdkörperschutz

IP = International Protection

Obr. 11 IP-Schutzarten

Literatúra

[1] M. Hartl, P. Biermayr, A. Schneeberger, P. Schöfmann; Österreichische Technologie-Roadmap für Wärmepumpen; 8/2016

[2] https://www.derinstallateur.at/detail/article/der-hoehenflug-der-waermepumpe/, Zugriff 22.02.2019, 9:00

VYUŽITIE ENERGIE Z ODPADOVÉHO VZDUCHU PRE TEPELNÉ ČERPADLO

Ing. Lukáš Živner, PhD.
DZ Dražice-strojírna s.r.o.
Divízia NIBE ENERGY SYSTEMS
Dražice 69
294 71 Benátky nad Jizerou
e-mail: lukas.zivner@nibe.sk

Abstrakt
Príspevok sa venuje možnosti využívania odpadového interiérového vzduchu z objektu pre ventilačné tepelné čerpadlo NIBE F750. Spomínané tepelné čerpadlo aktívne využíva energiu obsiahnutú vo vzduchu pre účel vykurovania a prípravy teplej vody a zároveň vetrá objekt. Podchladený vzduch sa vyfukuje von cez vzduchotechnické potrubie. Prívod vzduchu je riešený prívodné fresh klapky, ktoré sú zakomponované v obvodovom plášti. Takýto spôsob riešenia vytvára podtlakové vetranie.

1. ÚVOD

Experimentálne meranie sa vykonalo na objekte rodinného domu Prahe v období od 7.2.2019 do 10.2.2019. Časový horizont bol zámerne vybraný z dôvodu plného využitia ventilačného tepelného čerpadla F750 pre vykurovanie a prípravu teplej vody. Ako hlavný ukazovateľ bola zvolená hodnota SPF (sezónne výkonové číslo namerané experimentálne) pre uvedený časový úsek.

2. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE OBJEKTU

Jedná sa dvojpodlažný rodinný dom v lokalite Praha – Čimice. Postavený bol v roku 2018 a samotná konštrukcia umožňuje dosiahnuť kvalitné tepelno-izolačné vlastnosti vďaka, ktorý môžeme objekt zaradiť medzi takmer nulové budovy.
Energeticky vzťažná plocha objektu: 185 m^2
Počet ľudí v domácnosti: 4
Vonkajšia výpočtová teplota: -12 °C
Tepelné straty objektu podľa ČSN EN 12831: 4,8 kW

2.1 Parametre zdroja tepla

Na základe vstupných parametrov sa navrhlo ventilačné tepelné čerpadlo NIBE F750. Tepelné čerpadlo pracuje s plynulou reguláciou výkonu kompresoru. Rozsah tepelného

výkonu je od 1,1 do 6 kW. Zariadenie má integrované všetky základné prvky ako zásobník teplej vody o objeme 180 l, reguláciu, obehové čerpadlá, expanznú nádobu a iné.

a) *b)*

Obr.1 a) Pohľad na RD v Prahe, b) Ventilačné tepelné čerpadlo NIBE F750

2.2 Riešenie vykurovacieho systému, príprava TV, vetranie a regulácia

Odovzdávací systém v rodinnom dome je navrhnutý podlahovým vykurovaním s teplotným spádom 40/32 °C. V kúpeľni je doplnené rebríkové vykurovacie teleso na rovnaký teplotný spád ako podlahové vykurovanie.

Príprava teplej vody je riešená zásobníkovým spôsobom, kde priamo v jednotke TČ F750 je zakomponovaný zásobník TV o objeme 180 l. Spôsob ohrevu je riešený prednostne, ak poklesne teplota v zásobníku pod požadovanú teplotu sa zásobník zohreje na cieľovú teplotu. Systém nahrievania a prednostný spôsob ohrevu si užívateľ domu môže nastaviť podľa vlastného uváženia.

Vetranie je navrhnuté odvádzaním odpadového vzduchu cez vzduchotechnické potrubie do TČ F750, kde sa využije energia z tohto vzduchu pre tepelné čerpadlo, ktoré tento vzduch podchladí a vypustí von. Odvod vzduchu je riešený z kuchyne, kúpeľne, zádveria, chodby, hornej kúpeľne, práčovne a šatníka. Výdatnosť vetrania je nastavená na 233 m^3/hod, kde pri tomto prietoku pracuje ventilátor v TČ na 75 % výkonu. Prívod vzduchu je riešený vetracími prvkami – Fresh klapkami TL 100 DE v počte 10 ks, cez jednu klapku vieme priviesť max. 27 m^3/hod. Umiestnené sú v obvodovej konštrukcii. Tento systém má ešte možnosť privádzať samostatne cez VZT potrubie vonkajší vzduch do odpadového potrubia vzduchu v prípade, ak poklesne prietok odpadového vzduchu pod hodnotu 90 m^3/hod., vtedy by už tepelné čerpadlo strácalo na výkone.

Obr.2 Vetrací prvok – Fresh klapka TL 100 DE

2.3 Technické parametra tepelného čerpadla F750

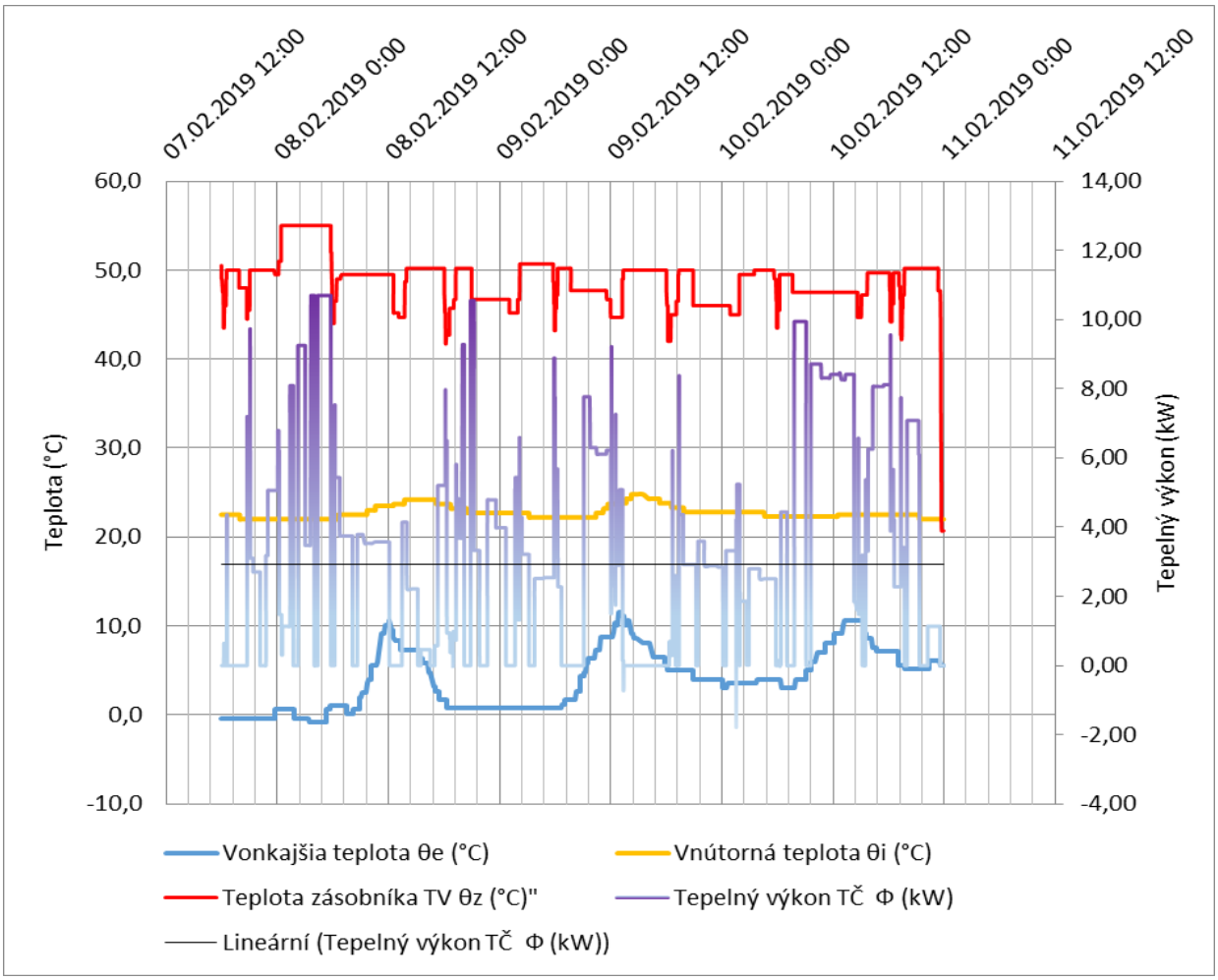
Hodnoty podľa EN 14511:
Vykurovací výkon / COP pri A20/W35 a nom. prietok vzduchu 252 m^3/hod.: 1,53 kW / 5,32*
Vykurovací výkon / COP pri A20/W35 a nom. prietok vzduchu 90 m^3/hod.: 5,35 kW / 2,43**
Navrhovaný výkon P_{design}: 5 kW
SCOP pre priemerné podnebie – 35/55 °C: 4,35 / 3,38
Výkon vstavaného elektrokotla: 0,5-6,5 kW
* pri minimálnej frekvencii kompresoru
** pri maximálnej frekvencii kompresoru

3. EXPERIMENTÁLNE MERANIE

Na objekte sa vykonali krátkodobé meranie pre stanovenie účinnosti systému dňa 7.2.2019 od 17:56 do 23:59 dňa 10.2.2019, ktoré trvali 24 h a mali preukázať vhodnosť použitia navrhnutého zdroja a splnenia teplotného komfortu pre užívateľov domu. Monitorovanie a zapisovanie všetkých požadovaných hodnôt bolo na minútovej báze.

3.1 Závislosť tepelného výkonu TČ od vonkajšej a vnútornej teploty v RD

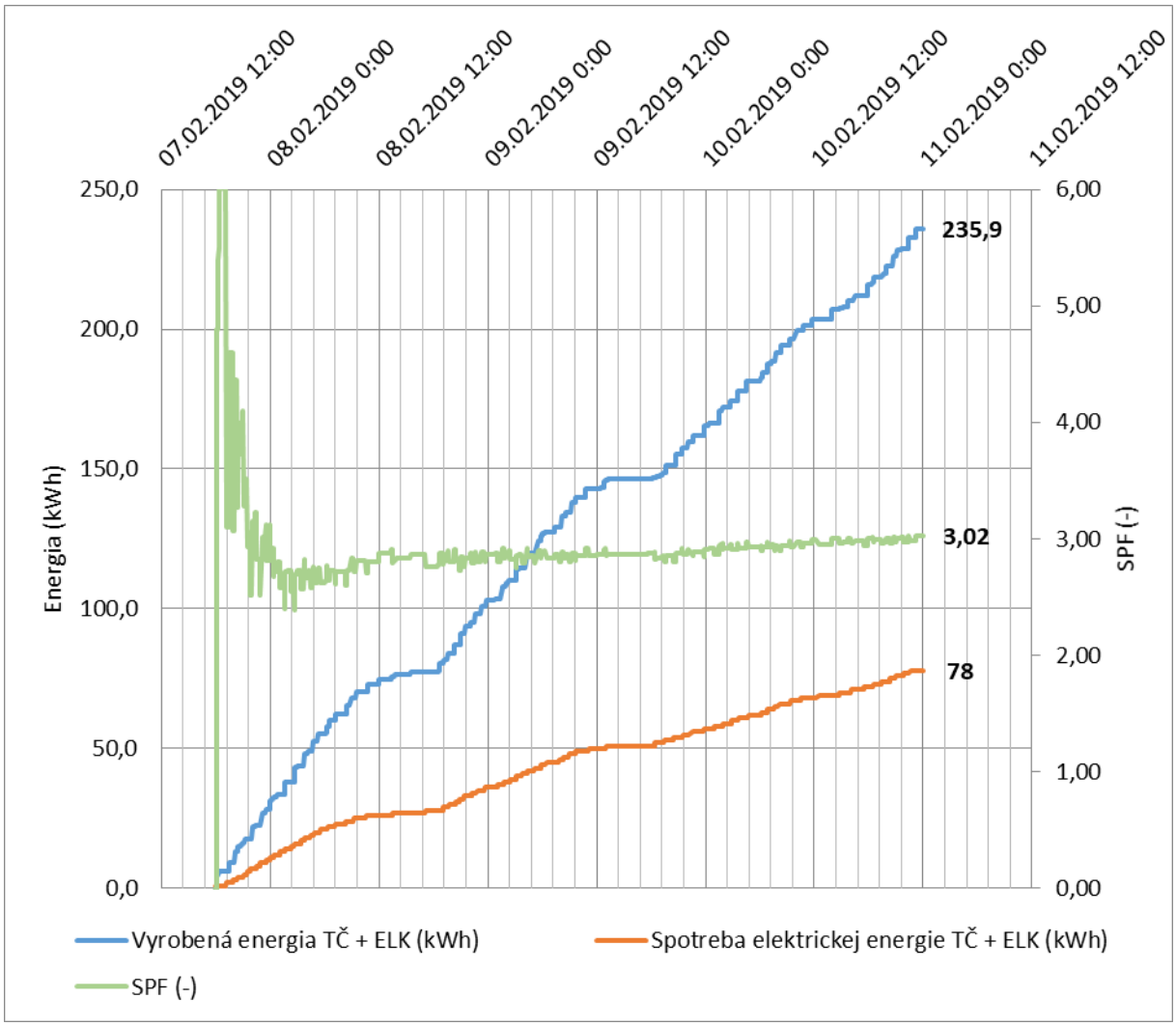
Na základe meraní sme stanovili aký tepelný výkon bol využívaný tepelným čerpadlom, pripadne doplnkovým elektrokotlom pre vykurovanie a prípravu teplej vody. Na *obr.3* sú znázornené hlavné teploty, ktoré ovplyvňovali výkon systému.



Obr.3 Celkové vyhodnotenie sezónneho výkonového čísla SPF

3.2 Hodnota sezónneho výkonového čísla SPF

V období merania bolo hlavným cieľom stanoviť hodnotu SPF. Pomocou merača tepla zabudovaného v jednotke a doplneným elektromerom boli zaznamenávané hodnoty na minútovej báze. Kumulatívnym spôsobom získavania dát sa dospelo k priemernej hodnote SPF, v ktorej už bol započítaný výkon z elektrokotla. Vyrobená energia z elektrokotla bola na úrovni 2,3 kWh, čo bolo v konečnom hodnotení zanedbateľné. Hodnota SPF bola stanovená na hodnotu 3,02 viď. *obr.4*.



Obr.4 Celkové vyhodnotenie sezónneho výkonového čísla SPF

4. ZÁVER

Hodnota SPF na úrovni 3,02 odpovedá účinnosti systému pri prevádzkových podmienkach. Vstupné teploty, ktoré ovplyvňovali výkon TČ bola vonkajšia teplota, vnútorná teplota, teplota zásobníka a požadovaný teplotný spád pre vykurovanie a prípravu TV. Treba ešte doplniť, že odvod odpadového vzduchu pracoval s prietokom 233 m^3/hod. s teplotou okolo 20-22 °C. Tepelné čerpadlo vedelo tento vzduch podchladiť až na úroveň -15 °C pri najvyššom výkone a využiť tuto energiu ďalej pre proces výroby energie pre vykurovanie

a prípravu TV. Podchladený vzduch vzduchotechnickým potrubím odvádzal do vonkajšieho prostredia.

Literatúra

[1] STN EN 15316 4-2 Vykurovacie sústavy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 4-2: Priestorové systémy výroby tepla, systémy tepelného čerpadla. 2008.

[2] STN EN 14825 Klimatizačné jednotky, jednotky na chladenie kvapalín a tepelné čerpadlá s elektricky poháňanými kompresormi na vykurovanie a chladenie. Skúšanie a hodnotenie pri podmienkach čiastočnej záťaže a výpočet sezónnej účinnosti, 2014.

[3] STN EN 15450 Vykurovacie systémy v budovách. Navrhovanie vykurovacích systémov s tepelnými čerpadlami, 2007.

[4] Živner L., *Možnosti vetrania tepelnými čerpadlami v obytných budovách.* 18. Vedecko-odborná konferencia „Obnoviteľné zdroje energie 2018 – Nízkoexergetické systémy pre zásobovanie budov teplom“, 2018.

[5] Podklady firmy NIBE – zdroj www.nibe.sk

TRENDY V CHLADIACEJ TECHNIKE A V TECHNIKE TEPELNÝCH ČERPADIEL

prof. Ing. Ján Takács, PhD.
doc. Ing. Belo Füri, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra technických zariadení budov.
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: jan.takacs@stuba.sk
belo.furi@stuba.sk

Abstrakt
Chladiace zariadenia a tepelné čerpadlá s parným kompresorovým obehom obsahujú aj pohonné elektromotory, ktoré je nutné napájať elektrickou energiou je možné ich deliť na energeticky nezávislé (napájané z obnoviteľných zdrojov, napr. z fotovoltiky) alebo na čiastočne závislé (napájané z elektrickej distribučnej siete). Trendy v chladiacej technike a v technike tepelných čerpadiel úzko súvisia s možnosťami technicky a ekologicky vhodného prevádzkovania zariadení s chladivami. Využitie nízko-potenciálnej energie umožňujú pracovné látky (chladivá) vyparovaní, potom skvalitnená energia sa získa prostredníctvom kondenzácie chladiva. Práve chladivá prešli búrlivým rozvojom počas ostatných jeden a pol storočia.

1. ÚVOD

Chladivom je pracovná látka, pomocou ktorej sa v chladiacom zariadení alebo tepelnom čerpadle uskutočňuje termodynamický obeh, behom neho sa prijíma tepelný tok z chladenej látky za nízkeho tlaku a teplote a odovzdáva tepelný tok do látky pri vyššom tlaku a najmä teplote. Pri takomto obehu (parný kompresorový obeh) chladivo mení svoje skupenstvo zo stavu kvapalného na parné a naopak.

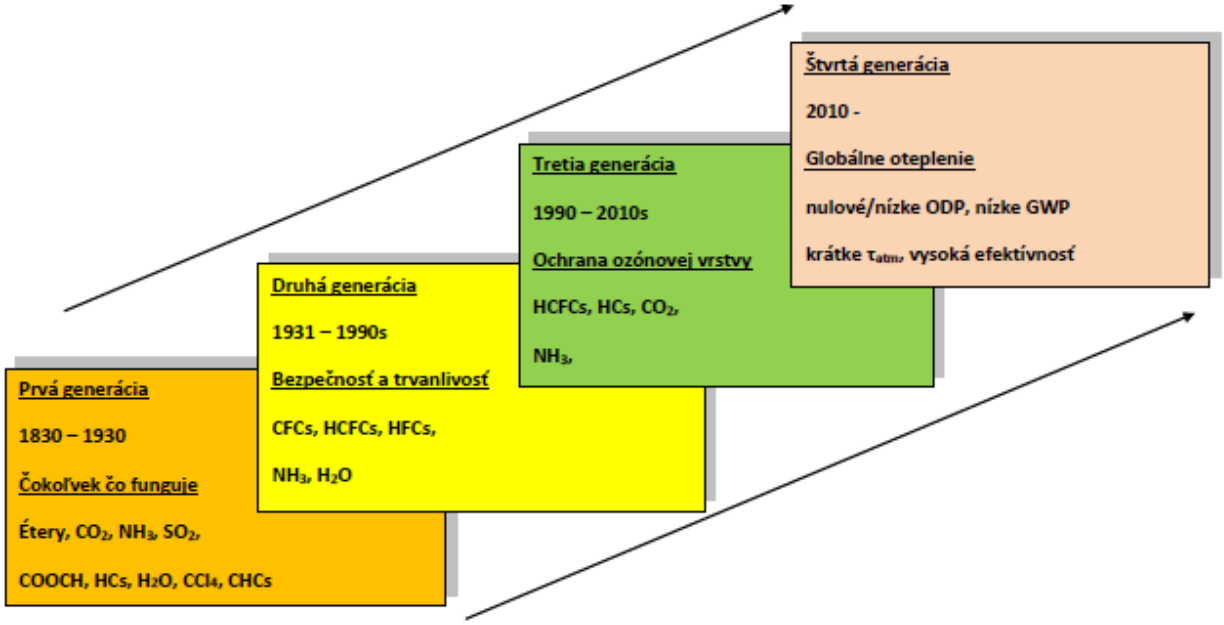
Ako chladivá sú používané jednozložkové (v podstate chemické zlúčeniny) a tiež ich zmesi zeotropické alebo azeotropické. Skupenská zmena z kvapalnej do parnej a naopak prebieha u jednozložkového alebo azeotropickej zmesi chladiva pri určitom tlaku približne za konštantnej teploty. Použitím zeotropickej zmesi chladív sa skupenské zmeny uskutočňuje prie meniacej sa teplote, keď na počiatku vyparovania je iná teplota ako na konci procesu. Tento rozdiel zmeny teplôt sa označuje ako „teplotný sklz“.

Chladivá vhodné pre uskutočnenia parných kompresorových obehov rozlišujeme podľa pôvodu [1]:

1. Prírodné látky, vyskytujúce sa aj vo voľnej prírode,
2. Čisté uhľovodíky,
3. Halogenované uhľovodíky (umele vyrobené látky) ako chladivá.

2. VÝVOJ CHLADÍV PRE CHLADIACU TECHNIKU A PRE TECHNIKU TEPELNÝCH ČERPADIEL

Pracovné látky používané v chladiacich zariadeniach a v tepelných čerpadlách prešli búrlivým vývojom najmä z dôvodu ich ekologických vlastností [2]. V súčasnosti sú preferované chladivá s prijateľnými nízkymi hodnotami ekologických ukazovateľov napr. GWP (skleníkový potenciál použitého chladiva), ako je fluorovodík R 32, resp. R407H, ďalej prírodné látky „zelené chladivá“ a ako perspektívne chladivo R 744 (oxid uhličitý - CO_2). Oxid uhličitý ako staronové chladivo bude mať uplatnenie aj tepelných čerpadlách, vďaka vývoja technológie výroby kompresorov pre chladenie potravín.



Obr. 1 Historický vývoj chladív [2]

3. PRACOVNÉ LÁTKY PRE REALIZÁCIU ČINNOSTI TEPELNÉHO ČERPADLA

V súčasnosti väčšina tepelných čerpadiel (TČ) pracujú s parnými kompresorovými obehmi, aj keď existujú TČ riešené na iných princípoch, napríklad absorpčnými či adsorpčnými či paro-prúdovými obehmi alebo termoelektrické [4].

Chladivo	$\theta_{krit}\ (°C)$	$p_{krit}\ (MPa)$	$ODP^{(1)}$	$GWP^{(2)}$
R 134a	101,6	4,509	0	1 300
R 32	78,11	5,782	0	490
R 404A	72,05	3,929	0	3 260
R 407C	86,03	4,531	0	1 530
R 410A	71,36	4,90	0	1 730
R 717	132,40	11,3	0	0
R 718	374,2	22,045		0
R 723 (60 % R717 / 40 % DME)	131,0	11,0	0	8
R 744	31,06	7,783	0	1

$ODP^{(1)}$ - Pomerný potenciál rozpadu ozónovej vrstvy, je kvantitatívnym vyjadrením pomeru vlastnosti jednotlivých látok spôsobovať rozpad ozónovej vrstvy v stratosfére k aktivite pôsobenia na ozónovú vrstvu už dávno zakázaného chladiva R11, pre ktoré je zvolená hodnota ODP = 1.

$GWP^{(2)}$ - potenciál globálneho oteplenia, stupeň vplyvu jednotlivých látok na skleníkový sa určuje pomocou hodnoty GWP čo je relatívna hodnota k zvolenej hodnote 1 pri vplyve CO_2 (R 744) na jednotku objemu plynu pre časový horizont životnosti v atmosfére (najčastejšie sa uvažuje 100 rokov).

Obr. 2 Ekologické ukazovatele vybraných chladív

Na *Obr. 2* sú uvedené ekologické ukazovateľ vybraných chladív pre tepelné čerpadlá [5, 6, a 7].
Chladivá ako pracovné látky v obehoch chladiacich, klimatizačných zariadení a tepelných čerpadiel mali a majú pri úniku do atmosféry Zeme tieto negatívne vplyvy:

- poškodzujú (rozkladajú) stratosférickú ochrannú ozónovú vrstvu,
- vytvárajú skleníkový efekt (prispievajúc ku globálnemu otepľovaniu atmosféry),
- spôsobujú fotochemické reakcie,
- znečisťujú ovzdušie.

Donedávna prevládali jednozložkové (čisté) látky, ktoré sa používali v obehoch kompresorových tepelných čerpadiel. V 90. rokoch minulého storočia sa začali uplatňovať v kompresorových obehoch azeotropné aj neazeotropné zmesi chladív [2].

V roku 1974 bola prvýkrát uverejnená teória o rozklade stratosférickeho ozónu chlórom. Predpokladalo sa, že rozklad ozónu zapríčiňujú predovšetkým produkty rozkladu halogenovaných uhľovodíkov. Na základe tejto teórie sa začal rozsiahly výskum, ktorého výsledky si vynútili celosvetové obmedzenie, prípadne ukončenie výroby halogénovaných uhľovodíkov s vysokým potenciálom rozkladu ozónovej vrstvy Zeme.

Ozón v stratosférickej vrstve atmosféry absorbuje väčšiu časť ultrafialového žiarenia dopadajúceho na Zem. Znížením koncentrácie ozónu sa zvyšuje pôsobenie ultrafialového žiarenia na zemský povrch, čo má nebezpečné účinky na živé organizmy, a tým aj na človeka.

Úsilie o ochranu ozónovej vrstvy Zeme vyústilo do medzinárodných dohôd, ktorých cieľom je zamedziť ďalší únik látok poškodzujúcich ozónovú vrstvu atmosféry do ovzdušia. Ide o Viedenskú dohodu o ochrane ozónovej vrstvy z roku 1985, Montrealský protokol z roku 1987, jeho Londýnsky dodatok z roku 1990 a Kodanský dodatok z roku 1992.

Používanie látok poškodzujúcich ozónovú vrstvu Zeme sa podľa uvedených medzinárodných dohôd musí skončiť v požadovaných termínoch (podľa Londýnskeho dodatku, na ktorý už Slovenská republika pristúpila, to bolo v rokoch 1997 až 2000 podľa jednotlivých druhov látok).

Slovenská republika nie je výrobcom látok poškodzujúcich ozónovú vrstvu Zeme, preto sa u nás sústredíme na technické podmienky prevádzky existujúcich a novo inštalovaných zariadení. Z legislatívneho hľadiska pravidlá nakladania s látkami poškodzujúcimi ozónovú vrstvu Zeme upravuje zákon č.408/2000 Z. z. s účinnosťou od 1. 1. 2001.

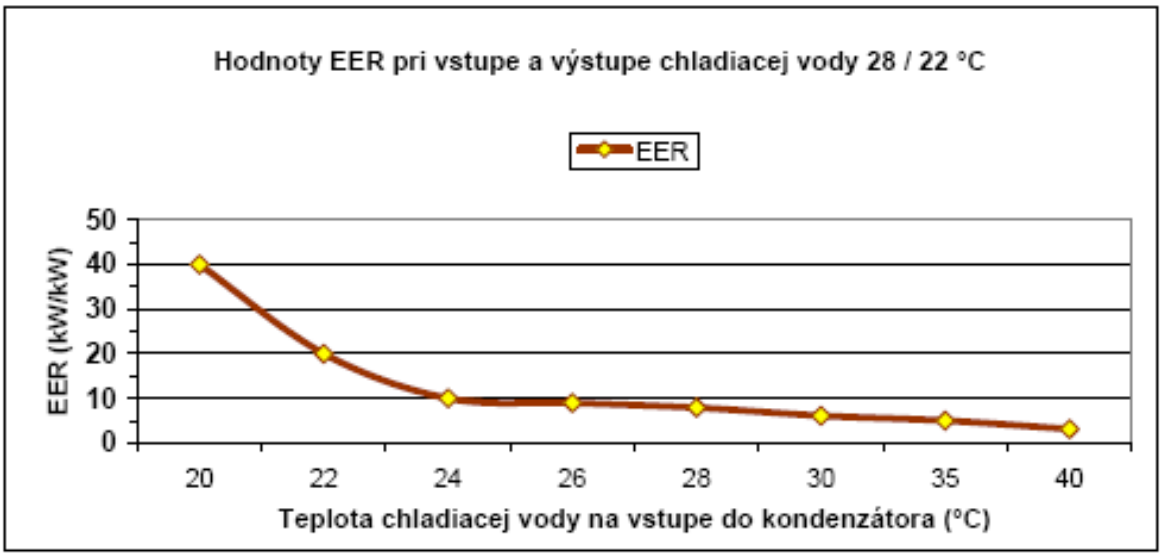
Z ekologického hľadiska boli snahy používať v chladiacej technike prírodné látky, ako je aj voda. Doposiaľ to umožnili absorpčné a adsorpčné zariadenia. Pokusy používať vodu, ako chladivo v zariadeniach s objemovými kompresormi stroskotali na tom, že voda je veľmi agresívna v stave vákua a deštruuje pohyblivé časti kompresora. Samotné udržanie vákua v zariadení je tiež náročné.

4. VLASTNOSTI ZDROJA CHLADU S CHLADIVOM VODA

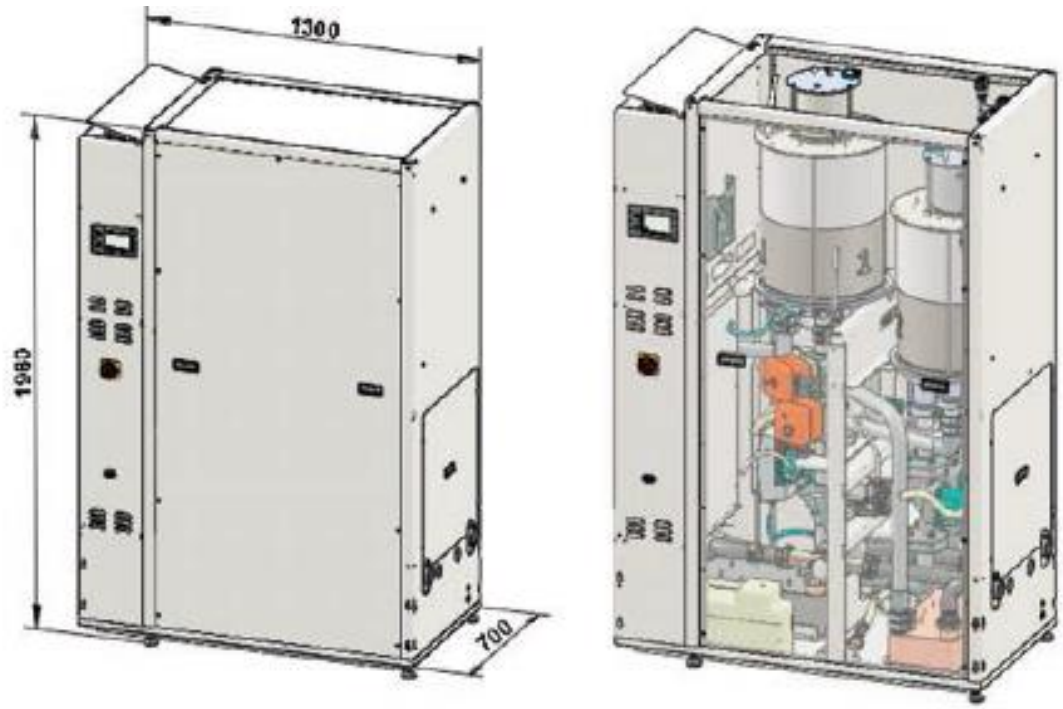
Chladiace zariadenie pracuje s priamym odparovaním vody vo vákuovo tesnom uzavretom obehu. Vo výparníku odparená voda ochladzuje chladenú vodu. Radiálny turbokompresor stlačuje chladivo R 718 (voda) a pritom jeho tlak zvyšuje z tlaku vyparovania na kondenzačný tlak. Kondenzátor stlačená voda sa ochladzuje chladiacou vodou kondenzátora. Expanzia prebieha z kondenzačného tlaku na tlak vyparovania. Voda má vo využitej oblasti teplôt na medznej krivke sýtosti, nízky tlak v hodnote niekoľko mbar. Celý termodynamický proces prebieha pri podtlaku medzi 10 a 100 mbar, tlaky ktoré patria teplotám medzi +5 °C a 45 °C.

Chladivo voda (náplň v zariadení 60litrov) pri danom chladiacom výkonu je čistá, spoľahlivá a bezpečná.

Realizované teploty chladenej vody začínajú pri +10 °C. Z vlastnosti princípu chladenia prevádza chladiča vody je mimoriadne hospodárne pri teplotách chladnej vody okolo +22 °C a vyššie [8, 9]. Súčasné prototypové zariadenie má chladiaci výkon 35 kW. pri Pokiaľ by vstupná teplota chladiacej vody kondenzátora by bola tiež +22 °C, hodnota EER (pomer vyrobeného chladiaceho výkonu a príkonu na pohon zariadenia) zariadenia by dosahovala hodnotu 7,9 kW/kW (pozri *Obr. 4*).



Obr. 4 Priebeh hodnôt EER (Energy Efficienvcy Ratio) v závislosti teploty chladiacej vody kondenzátora



Obr. 5 Pohľad na chladiace zariadenie s chladiacim výkonom 35 kW

Tieto zdroje chladu našli uplatnenie najmä pri chladení serverovní bánk alebo výpočtových stredísk. Úlohou v takomto prípade je chladenie výpočtového strediska s maximálnym výkonom 35 kW s maximálnou teplotou priestoru 25 °C. V jednom prípade od júla 2016 do februára zdroj chladu vyrobil cca 80 kWh chladu a spotreboval 4 MWh elektrickej energie. To bolo umožnené tým, že od októbra bolo chladenie zabezpečené prevažne vonkajším vzduchom (voľné chladenie – free cooling). Pohľad na zdroj chladu s chladiacim výkonom je na *Obr. 5* [8, 9]. Vďaka konštrukcie zdroja chladu a špeciálne upravenej regulácie a riadenia je možné plynule prepínať medzi prevádzkovými stavmi voľné chladenie, jednostupňová prevádzka alebo dvojstupňová prevádzka, tak pri plnom chladiacom výkone ako aj pri čiastočnom zaťažení. Teplota vyrobenej chladenej vody zostáva pri prepínaní chladiaceho výkonu prakticky ustálená.

Obr. 6 Chladiace zariadenie s chladiacim výkonom 35 kW

Zariadenie v prevádzkovom režime voľného chladenia, keď teplota chladiacej vody kondenzátora na vstupe len o niečo nižšia ako je požadovaná teplota chladenej vody na výstupe zo zariadenia. V takomto prevádzkovom stave sa dosahujú veľmi vysoké hodnoty

EER. Na *Obr. 6* sú znázornené usporiadania kompaktných hermetických výmenníky, ktoré tvoria výparník a kondenzátor zdroja chladu.

5. ZÁVER

Použitie chladiacich zariadení, ako sú aj tepelné čerpadlá pre vykurovanie, prípravy teplej vody a na chladenie v budovách má jasnú budúcnosť aj v súvislosti s dekarbonizáciou energetiky.

Prehľad možných použitých chladív stále nie je úplný. Vo vývoji sú ďalšie zmesi nielen ako náhrady za halogenované chladivá, ale aj prírodné, „zelené“ chladivá.

Na záver popísané chladiace zariadenie s ekologickým chladivom našli uplatnenie a úspešné prevádzkovanie pre chladenie serverovní administratívnych budov. Je pravdepodobné, že uplatnenie nájdu aj v iných oblastiach budov, kde prichádza do úvahy „vysoko-teplotné chladenie“ či vo vzduchotechnických zariadeniach alebo pri systémoch stropného chladenia.

Táto práca bola podporovaná ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantu KEGA 044STU-4/2018

Literatúra

[1] TOMLEIN, P. Chladivá v tepelných čerpadlách, Zborník príspevkov 22. Medzinárodnej konferencie Vykurovanie 2014, str. 225 – 228. ISBN 978-80-89216-1

[2] CALM, J. M. HOURAHAN, G.C. Refrigerant Data Update, HPAC Engineering, 79(1):-64, January 2007

[3] ZOGG, M. Geschichte der Wärmepumpe - Schweizer Beitrage und internationale Meilensteine, Verfahrens und Energietechnik, CH – 3414, Obenburg, mazo@zogg-engineering.ch, Mai 2008

[4] Mečárik, K. Havelský, V. Füri, B.: Tepelné čerpadlá, SNTL/Alfa 1988

[5] LIPPOLD, H. HEIDE, R. Dimethylether als Kältemittelkomponente, Ki Luft- und Kältetechnik 5/1997, str. 202 – 205.

[6] FÜRI, B. ŠVINGÁL, J. *Some experimental results with ammonia base azeotrop refrigerant R 723 in small heat pump,* Conference IIR Papiernička 2009, ISBN 978-80-89376-02-2

[7] PETRÁK, M. *Chladící technika a tepelná čerpadla pro inteligentní budovy (Výpočtové podklady)*, ČVUT Praha 2013, ISBN 978-80-01-05341-6

[8] Chlazení - *Odborný časopis pro techniku chlazení a aplikace*, 1/2018, str. 32-34

[9] www.efficient-energy.de *Wasser das natürliche Sicherheitskältemittel*

VIII. SEKCIA

SLNEČNÁ ENERGIA

vedie: Ing. Lukáš Skalík, PhD.

- ***Lukáš Skalík, Ingrida Skalíková***
- ***Daniel Kalús***
- ***Alper Uzun, Balázs Bokor, László Kajtár***
- ***Martin Lisý, David Jecha, Hana Lisá***
- ***Jaroslav Frantík, Jan Najser***

PODPORA PRE VYUŽÍVANIE SLNEČNÝCH ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV

Ing. Lukáš Skalík, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra TZB
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: lukas.skalik@stuba.sk,

Ing. Ingrida Skalíková
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra TZB
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: ingrid.skalikova@gmail.com

Abstrakt
Množstvo energie uložené vo všetkých fosílnych palivách je zanedbateľné v porovnaní s tým, koľko energie zadarmo vydáva každodenne Slnko. Na Zem sa dostane len nepatrná časť slnečnej energie, ale táto nepatrná časť predstavuje 3 766 800 exajoulov energie ročne (joule je jednotka práce v metrickom systéme, približne toľko, koľko vynaložíte na zdvihnutie malého jablka o 1 meter priamo nahor; jeden exajoul je miliarda miliárd joulov). Pri fotosyntéze všetky rastliny sveta zachytávajú len asi 3 000 slnečných exajoulov. Všetky ľudské činnosti a priemyselné odvetvia spolu spotrebujú približne 500 exajoulov ročne, čo je ekvivalent množstva energie, ktorú Zem dostane od Slnka asi za 90 minút. V súčasnej dobe sa cena energií neustále zvyšuje a je kladený čoraz väčší dôraz na ekológiu a dopad na životné prostredie. Pri návrhu pozemných stavieb sa požiadavky investorov a stavebníkov v poslednom období značne zmenili. Prioritným sa stáva cena energie spotrebovaná v budove na vykurovanie a ohrev teplej vody a kladie sa čoraz väčší dôraz na úsporu financií pri prevádzke budovy. Snaha architektov by mala v tomto duchu smerovať nie k návrhu energeticky náročných budov a súčasných štandardov, kde sa spotreba energie pohybuje nad 70 kWh/m^2, ale ku kategóriám od energeticky úsporných, nízkoenergetických, pasívnych až k nulovým budovám. Pri takomto návrhu je neodmysliteľnou súčasťou technického zariadenia budovy aplikovanie obnoviteľných zdrojov energie (OZE) na báze slnečných energetických systémov (SES), ktoré znižujú náklady na energiu v budovách, nie sú zdrojom znečistenia ovzdušia a šetria životné prostredie. Pochopenie teda, že ide nielen o energiu, ale predovšetkým o životné prostredie, rozvoj spoločnosti, bezpečnosť, oživenie miestnej výroby, tvorbu nových pracovných príležitostí je potom na mieste.

1. ÚVOD

Cieľom príspevku je poukázať na súčasný stav využívania a hospodárnosti slnečných energetických systémov na Slovensku, analyzovať dotácie a základy návrhu systémov so slnečnými kolektormi v obytných budovách.

2. DOTÁCIE NA SLNEČNÉ ENERGETICKÉ SYSTÉMY

Rodinné a bytové domy sa môžu uchádzať o podporu formou poukážky na inštaláciu malých zariadení na využívanie obnoviteľných zdrojov energie (OZE) vďaka národnému projektu Slovenskej inovačnej a energetickej agentúry (SIEA) s názvom Zelená domácnostiam.

V rámci projektu Zelená domácnostiam bude možné získať podporu na inštaláciu slnečných tepelných kolektorov, ktoré slúžia na prípravu teplej vody a podporu vykurovania. Prednostne budú podporované inštalácie kolektorov s priemernou plochou okolo 5 m², čo predstavuje dostatočný inštalovaný tepelný výkon na prípravu teplej vody pre bežnú domácnosť v rodinnom dome.

Inštalácie slnečných kolektorov budú podporené len v prípade, ak budú dodržané aj nasledujúce požiadavky vyplývajúce z Operačného programu Kvalita životného prostredia:

V rodinných domoch:

- ak inštaláciou slnečných kolektorov nedôjde k odpojeniu domácnosti od systému centralizovaného zásobovania teplom (CZT) alebo k výraznému zhoršeniu parametrov systému CZT;

V bytových domoch:

- ak inštaláciou slnečných kolektorov nedôjde k odpojeniu domácnosti od systému centralizovaného zásobovania teplom alebo výraznému zhoršeniu parametrov systému CZT,
- ak sa v nich teplo na vykurovanie alebo prípravu teplej vody nedodáva z účinných systémov CZT,
- ak bude predložený energetický audit, v ktorom sú navrhnuté opatrenia so zohľadnením využitia potenciálu úspor energie (napríklad zatepľovanie alebo výmena okien) a následnej inštalácie zariadení na využívanie OZE.

Slnečný kolektor spĺňa technické podmienky, ak je akreditovanou skúšobnou vydaný doklad o výkone určenom v skúšobnom protokole certifikátu Solar Keymark pri testovacích podmienkach (ožiarenie 1000 W/m², teplotný rozdiel 30 °C).

Oprávnenými výdavkami na inštaláciu slnečného energetického systému:

- slnečné kolektory;
- nosná konštrukcia na upevnenie kolektorov;
- akumulačný zásobník vody/zásobníkový ohrievač vody;
- komponenty nutné pre prevádzku solárneho systému (napr.: obehové čerpadlo, expanzná nádoba, ventily, snímače teploty, teplonosná kvapalina, solárne rozvody, riadiaca jednotka);
- montážny materiál potrebný na zapojenie solárneho systému;
- montážne práce;
- skúšky a revízie potrebné na uvedenie zariadenia do prevádzky.

Plánované sadzby a maximálne výšky podpory:
Sadzba pri slnečných kolektorov pre rodinný dom je 500 €/kW inštalovaného výkonu slnečných kolektorov, maximálna výška podpory je 1 750 € na inštaláciu.

Sadzba pri slnečných kolektoroch pre bytový dom je:

- 450 €/kW inštalovaného výkonu slnečných kolektorov pri inštaláciách do 20 kW; maximálna výška podpory je v rozsahu najviac 1 kW na každý byt v bytovom dome,

- 9 000 € a 350 €/kW inštalovaného výkonu slnečných kolektorov nad 20 kW; maximálna výška podpory je v rozsahu najviac 1 kW inštalovaného výkonu kolektorov na každý byt v bytovom dome.

Výhody a obmedzenia zariadení solárneho energetických systémov:
Kedy áno:

- znížiť náklady na ohrev teplej vody, ktorú využíva viac osôb.
- možnosť zapojiť kolektory do existujúceho systému, alebo sa snimi počíta v projekte novostavby.

Kedy nie:

- Nevyhovujúci priestor na umiestnenie technológie.
- Orientácia plochy na osadenie kolektorov je nevhodná, napr. tienená stromami alebo budovami.
- Medzi vhodnou plochou na umiestnenie kolektorov a ohrievačom teplej vody je veľká vzdialenosť.

Obmedzenia:

- Nízka spotreba teplej vody znižuje efektívne využitie kolektorov a predlžuje návratnosť investície až za hranicu plánovanej životnosti zariadenia.

Ďalšie podporované zariadenia:
- malé zariadenia na výrobu elektriny s výkonom do 10 kW

- fotovoltické panely
- slnečné kolektory
- kotly na biomasu
- tepelné čerpadlá [3]

2.1 Dotácie v roku 2019

V rámci národného projektu Zelená domácnostiam II by mali mať slovenské domácnosti možnosť získať príspevky na zariadenia využívajúce OZE už v prvom štvrťroku 2019. Celkovo je na projekt do roku 2023 vyčlenených 48 miliónov €.

Od roku 2019 budú kolá pre každý zo štyroch podporovaných druhov zariadení vyhlasované samostatne. Aj nový projekt má prispieť predovšetkým k plneniu tých ukazovateľov Operačného programu Kvalita životného prostredia, ktoré sa týkajú zvýšenia inštalovaného výkonu zariadení na využívanie OZE. V rámci projektu bude do roku 2023 podporených v domácnostiach mimo Bratislavského samosprávneho kraja ďalších 21-tisíc inštalácií s celkovým inštalovaným výkonom 140 MW.

V pokračovaní projektu znovu platí, že poukážky môžu pokryť maximálne 50 % oprávnených výdavkov na dodávku zariadenia vrátane montáže a inštalácia musí byť zrealizovaná až po vydaní poukážky. Naďalej bude kladený veľký dôraz na minimalizáciu znečisťovania ovzdušia. V tejto súvislosti je zámer podporovať len inštalácie kotlov na biomasu, ktoré nahradia kotle na uhlie. Ďalšia pripravovaná zmena sa týka fotovoltických zariadení, pri ktorých bude zrušené uprednostnenie inštalácií s využitím akumulácie vyrobenej elektriny do batérií, ale samotné batérie budú naďalej oprávneným výdavkom. Sadzby podpory budú zmenené tak, aby bolo možné naplniť merateľné ukazovatele pokračovania projektu. Zohľadnený bude aj aktuálny vývoj cien zariadení dostupných na trhu. [3]

2.2 Dotácie do roku 2018

Vďaka európskej a štátnej podpore poskytovanej prostredníctvom národného projektu Zelená domácnostiam bolo od roku 2015 nainštalovaných v slovenských domácnostiach

18 501 zariadení na využívanie obnoviteľných zdrojov energie. Domácnosti pritom využili poukážky v hodnote viac ako 41 miliónov €. Projekt umožnil zvýšiť celkový inštalovaný výkon obnoviteľných zdrojov energie o 141 MW. Spolu bolo počas trvania projektu vyhlásených 28 kôl. Domácnosti si mohli vybrať z 3 600 konkrétnych typov zariadení, ktoré spĺňali požadované technické požiadavky. V rámci pilotného projektu boli preplatené poukážky na slnečné kolektory pre 7 974 domácností, podporených bolo tiež viac ako 5 242 tepelných čerpadiel, 3 673 fotovoltických systémov a 2 613 kotlov na biomasu. [3]

Tab. 1 poukážky na OZE do roku 2018 [3]

Stav k 19.12.2018	Fotovoltický panel	Slnečný kolektor	Kotol na biomasu	Tepelné čerpadlo	Spolu
Počet podporovaných zariadení (ks)	3 673	7 974	2 613	5 242	18 502

4. ZÁVER

Podľa predbežných údajov Eurostatu prekročil v roku 2016 podiel OZE na koncovej spotrebe energie podiel 17 %, v prípade Slovenska malo dôjsť k miernemu medziročnému poklesu na 12 %. Ciele do roku 2020 sú pre celú EÚ stanovené vo výške 20 % a pre Slovensko na úrovni 14 %. Využívaním OZE sa zabezpečí plnenie cieľov Energetickej politiky Slovenska a cieľov, ktoré sa Slovenská republika zaviazala plniť pri vstupe do Európskej Únie a akceptovaním Kjótskeho protokolu.

Celkový potenciál slnečnej energie na Slovensku je značný, ale stupeň jeho využitia bude závisieť od technických a ekonomických podmienok štátu. Od neho sa očakáva intenzívna podpora projektov a nevyhnutná štátna dotácia na slnečné kolektory. Využívaním slnečnej energie sa ušetri veľké množstvo klasických energetických zdrojov, uhlia, ropy a zemného plynu. Zároveň sa do životného prostredia nevypustia škodliviny, ktoré by vznikali spaľovaním klasických primárnych energetických zdrojov. V konečnom dôsledku sa prispieva k plneniu troch kľúčových cieľov energetickej politiky krajín Európskej únie, ktoré deklaruje Biela kniha (k zvýšeniu konkurencieschopnosti, dosiahnutiu bezpečnosti v zásobovaní energiami a ochrane životného prostredia).

Otázka pre budúce obdobie je ako sa postavíme k nastoleným požiadavkám úspore energií, opatreniam na zníženie spotreby energie a najmä ako budeme navrhovať nové budovy a aké energetické systémy aplikovať v nich a v ich okolí.

Poďakovanie
Príspevok bol spracovaný v rámci projektu KEGA č. 044STU-4/2018 pod názvom „Energetické audity a energetická certifikácia budov“

Literatúra

[1] Smernica č. 2010/31/EC Európskeho parlamentu a Rady z 19. Mája 2010 o energetickej hospodárnosti budov (prepracované znenie)
[2] Smernica č. 2008/0223/(COD) Európskeho parlamentu a Rady z 13. Novembra 2008 o energetickej hospodárnosti budov
[3] http://zelenadomacnostiam.sk

APLIKÁCIA AKTÍVNEJ TEPELNEJ OCHRANY BUDOV (ATO) S VYUŽITÍM SOLÁRNEJ ENERGIE

doc. Ing. Daniel Kalús, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra TZB
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: daniel.kalus@stuba.sk

Abstrakt
Kvalitatívne nový rozmer do problematiky stavebných konštrukcií pre energeticky úsporné stavby vniesol systém aktívnej tepelnej ochrany (ATO), ktorá sa už aplikuje pri výstavbe takýchto stavieb. ATO sú zabudované rúrové systémy v obalových stavebných konštrukciách budov, do ktorých dodávame teplonosnú látku s upravovanou teplotou, ide teda o vytvorenie kombinovaného stavebno–energetického systému. Vnáša do stavebných konštrukcií ***tzv. vnútorný zdroj energie*** *ponímaný ako energetický systém integrovaný do zóny medzi statickú časť a tepelno-izolačnú časť obalovej stavebnej konštrukcie. Za určitých podmienok môže ATO slúžiť ako rekuperátor tepla alebo ako kolektor energie pre aplikáciu s tepelným čerpadlom. ATO je tvorená rúrovými systémami (spravidla plastovými okruhmi) umiestnenými v stavebných konštrukciách, ktorými cirkuluje pracovná látka ohriata energiou z akéhokoľvek zdroja tepla (CZT, plynové kotly, kotly na biomasu, tepelné čerpadlá,...). Základnou funkciou systému je znížiť, respektíve eliminovať tepelné straty prechodom cez netransparentné konštrukcie v zimnom období a zároveň znížiť, respektíve eliminovať tepelné zisky v letnom období. Zvlášť sa odporúčajú aplikovať zdroje tepla využívajúce OZE vzhľadom na požadované nízke teploty vykurovacej látky a tým skrátiť vykurovacie obdobie v objekte. Takisto sa odporúča aplikácia ATO na využitie odpadového tepla. Objekty s daným systémom vykazujú nízku spotrebu energie a preto spĺňajú požiadavky smernice č. 2010/31/EC, podľa ktorej majú mať v budúcnosti objekty spotrebu blízku nule.*

1. ÚVOD

Energetická hospodárnosť je jedna zo základných požiadaviek na budovy vyplývajúcich zo Zákona č.555/2005 Z.z., Zákona č. 300/2012 Z.z a vykonávajúcej Vyhlášky č.324/2016 Z.z. Každá budova je svojím spôsobom jedinečná, preto je v záujme nájdenia všetkých možností úspor energií nevyhnutné riešiť každú samostatne. Majitelia budovy (investori) môžu mať tiež rozličné plány na realizáciu nových budov, resp. renováciu budovy spojené s rôznymi požiadavkami na zisk z realizácie energeticko-úsporných opatrení (čas návratnosti). Preto je nevyhnutné nájsť nielen možnosti, ale zvážiť aj ekonomické dôsledky projektu skôr, ako strávime viac času riešením detailov. Ekonomická efektívnosť prevádzky budov úzko súvisí najmä so zvolením zdroja tepla/palivovej základne a vykurovacej sústavy. Environmentálne zaťaženie sa hodnotí pomocou primárnej energie a emisií CO_2.

1.1 Architektonicko-dispozičné riešenie vzorového domu

Štúdiu pre aplikáciu aktívnej tepelnej ochrany (ATO) s využitím solárnej energie sme vypracovali v spolupráci s architektonickou projekčnou kanceláriou *„Beňuska a Topinka“* pre vzorový rodinný dom, ktorý je samostatne stojaca dvojpodlažná budova s vonkajšími rozmermi 12 x 8 m, obr.1.

Obr.1 Vizualizácia vzorového domu (Zdroj: architekti Beňuska a Topinka)

1.NP obsahuje zádverie, WC, technickú miestnosť, pracovňu, komoru, kuchyňu priamo spojenú s jedálenským kútom a obývacou izbou, z ktorej je prístup na terasu. Ďalej je tu hala so schodiskom s prístupom na 2.NP, kde sa nachádzajú dve izby, spálňa so šatníkom, kúpeľňa a WC kombinované so sprchou.

2. KONŠTRUKČNÉ A ENERGETICKÉ RIEŠENIE VZOROVÉHO DOMU

Z konštrukčného hľadiska sme uvažovali pre obvodový plášť 4 varianty nosného muriva – klimax panely, porotherm, durisol a ytong. Všetky varianty sú navrhnuté tak, aby mali rovnaký tepelný odpor, respektívne súčiniteľ prechodu tepla U = 0,18 W/(m^2.K) pre *I. alternatívu - energeticky úsporný dom* a U = 0,10 W/(m^2.K) pre *II. alternatívu - energeticky pasívny dom.* Stropné konštrukcie sú pre všetky varianty zo železobetónu. Taktiež pre všetky varianty je súčiniteľ prechodu tepla pre podlahu U = 0,12 W/(m^2.K) a strechu U = 0,1 W/(m^2.K).

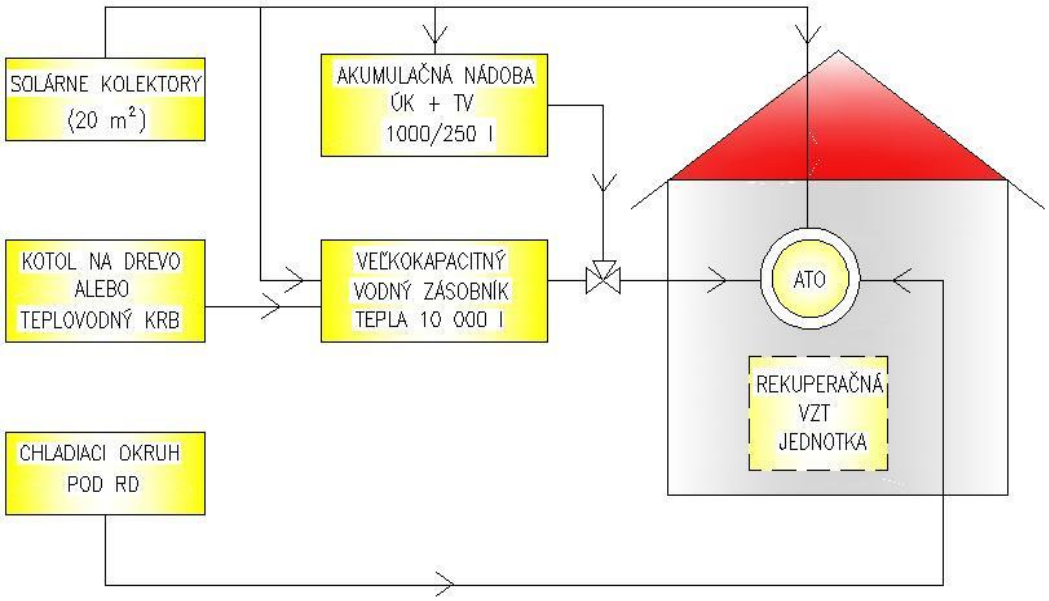
2.1 Energeticky úsporný dom – EÚD – koncepcia „sonnenhaus“

Koncepcia „sonnenhaus“ má dve základné požiadavky, a to:

- minimálne 50% potreby energie na vykurovanie je pokryté solárnou energiou a dodatkový zdroj tepla je na báze biomasy,
- objekty sú vetrané prirodzeným spôsobom (oknami), iba vo výnimočných prípadoch sa aplikuje nútené vetranie s rekuperáciou tepla (Zdroj: www.sonnenhaus.de).

V koncepčnom riešení využitia solárnej energie v rodinnom dome typu **„sonnenhaus“** je možné uvažovať s nasledovným riešením: obvodové steny a strecha budovy je tvorená

stavebnými konštrukciami s vnútorným zdrojom energie **ATO, ktoré majú multifunkčný charakter**, t.j. spĺňajú funkciu tepelnej bariéry – aktívnej tepelnej ochrany, nízkoteplotné veľkoplošné teplovodné vykurovanie, vysokoteplotné chladenie a funkcia TABS (akumulácia tepla a chladu v konštrukcií). Zdroj tepla tvoria solárne kolektory s plochou 40 m^2, ktoré budú kryť 60 % potreby energie na vykurovanie a špičkový zdroj tepla je krb s teplovodným výmenníkom tepla s príkonom 25 kW. Súčasťou energetického systému je krátkodobý zásobník tepla slúžiaci na akumuláciu vykurovacej vody a zároveň ohrev teplej vody – zásobník v zásobníku 1000/250 litrov (750 litrov vykurovacia vody, 250 litrov teplá voda). Solárna energia je akumulovaná do dlhodobého vodného zásobníka tepla z ocele s objemom V = 10.000 litrov. Vetranie objektu je možné aj prirodzeným spôsobom – oknami alebo núteným spôsobom – rekuperačnou vzduchotechnickou jednotkou. Chladenie budovy je možné pasívnym spôsobom, a to využitím prirodzenej teploty zeminy – chladiaci okruh bude pod objektom rodinného domu alebo sa bude využívať chlad so studenej vody a cez výmenník tepla bude odoberané teplo z aktívnej tepelnej ochrany zabudovanej v obalových konštrukciách slúžiť na predohrev teplej vody.



Obr.2 Principiálna bloková schéma – schéma koncepčného riešenia EÚD [10]

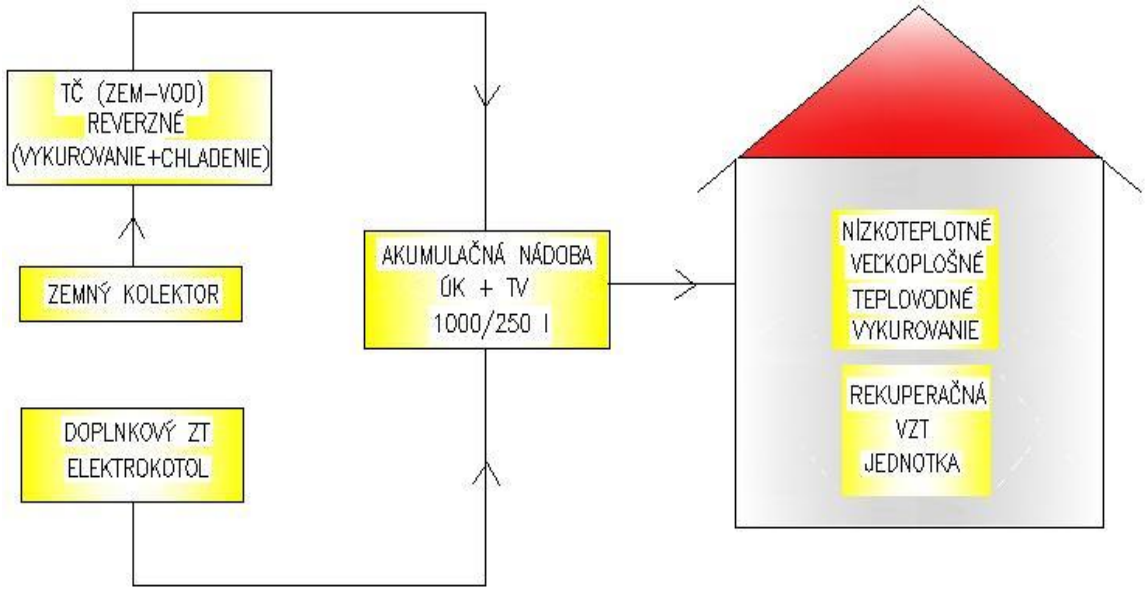
2.2 Energeticky pasívny dom

Koncepcia EPD má požiadavky:

- max. merná potreba tepla na vykurovanie je 15 kWh/(m².rok),
- taká tesnosť obalového plášťa, kde pri pretlaku a podtlaku 50Pa netesnosťami neunikne za hodinu viac ako 60% z celkového objemu vzduchu v danom priestore,
- max. potreba primárnej energie vrátane domácich spotrebičov je 120 kWh/(m².rok) (zahŕňa aj straty pri výrobe a distribúcii elektrického prúdu). (Zdroj: ww.passivehaus.de)

V koncepčnom riešení vzorového rodinného domu typu **„energeticky pasívny dom“** je možné uvažovať s nasledovným riešením: obvodové steny a strecha budovy je tvorená stavebnými konštrukciami vyhovujúcim požiadavkám na energeticky pasívne domy, viď obr.3. Zdroj tepla je tepelné čerpadlo zem-voda s možnosťou aktívneho chladenia v lete. Súčasťou energetického systému je krátkodobý zásobník tepla slúžiaci na akumuláciu

vykurovacej vody a zároveň ohrev teplej vody – zásobník v zásobníku 1000/250 litrov (750 litrov vykurovacia vody, 250 litrov teplá voda). Vetranie je núteným spôsobom – rekuperačnou vzduchotechnickou jednotkou.

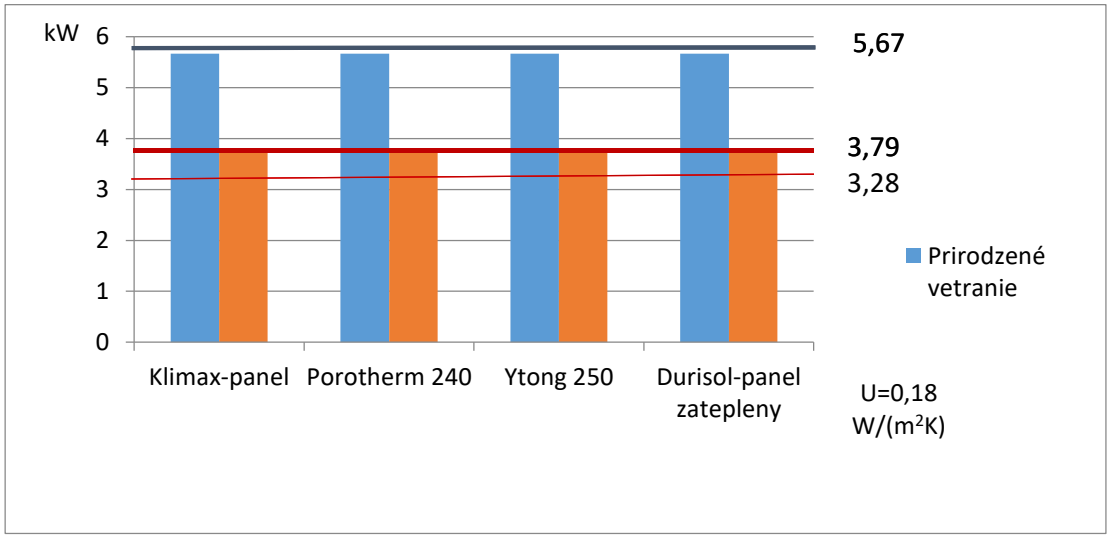


Obr.3 Principiálna bloková schéma – schéma koncepčného riešenia EPD [10]

3. ENERGETICKÁ ANALÝZA KONCEPČNÉHO RIEŠENIA

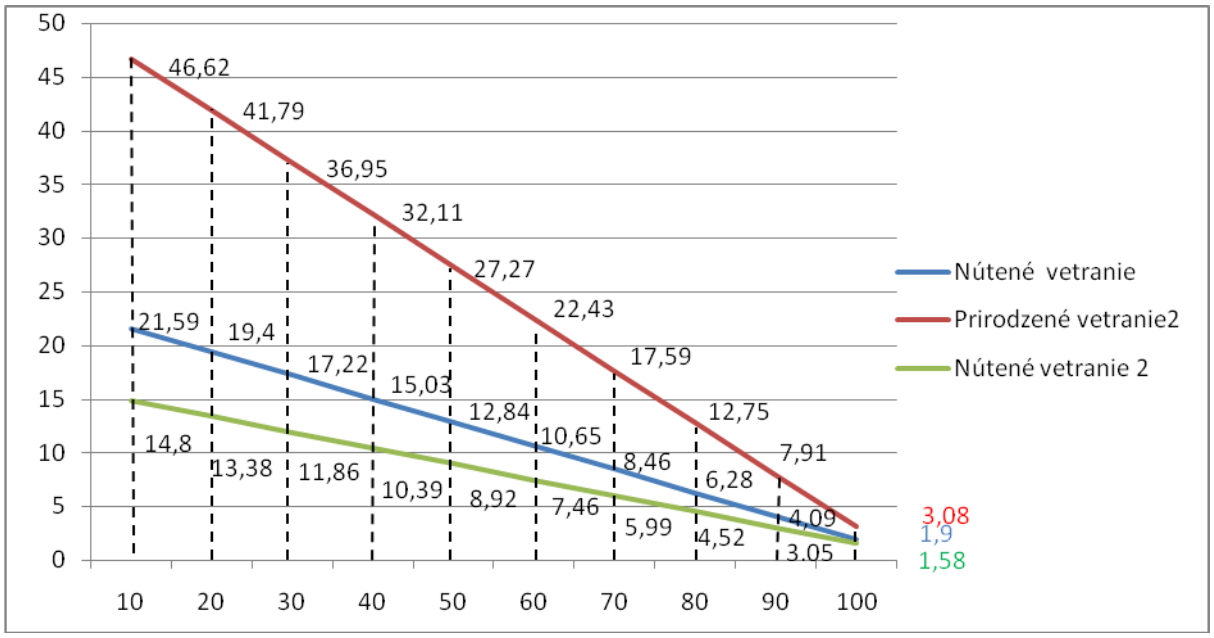
Na základe výpočtu projektovaného tepelného príkonu v zmysle STN EN 12 831 je možné konštatovať, že najväčší vplyv na veľkosť tepelných strát má voľba vetrania objektu, **graf 1**. V prípade núteného vetrania s rekuperáciou tepla je rozdiel medzi EÚD (3,79 kW) a EPD (3,28 kW) 0,51 kW, t.j. 13,5 % vyššia energetická náročnosť EÚD. Porovnaním s EPD a EÚD s prirodzeným vetraním je rozdiel až 2,39 kW čo je 42 % vyššia energetická náročnosť EÚD (5,67 kW).

Graf 1. Tepelné straty pre EÚD (prirodzené aj rekuperačné vetranie) a EPD



Použitím ATO so zdrojmi tepla využívajúcimi OZE a aplikáciou teplonosnej látky s nízkym tepelným spádom, strednou teplotou vykurovacej vody v rozmedzí 22 až 30 °C, je možné dosiahnuť vysoké úspory energie na vykurovanie. Požiadavka konceptu domov ***„sonnenhaus“*** **na minimálne 50 % pokrytie potreby energie na vykurovanie solárnymi kolektormi je jedným z predpokladov na optimálne využitie ATO v praxi.** Závislosť mernej potreby tepla na vykurovanie E_{2VYK} (kWh/(m^2.rok)) od percentuálneho využitia OZE je pre durisolový panel znázornene **v grafe 2**.

Graf 2. Závislosť mernej potreby energie na vykurovanie od percentuálneho využitia OZE



Pri podmienkach na domy konceptu ***„sonnenhaus“*** (minimálne 50 % z potreby energie na vykurovanie je pokryté solárnymi kolektormi) je pri aplikácií durisolových panelov pre EÚD s prirodzeným vetraním merná potreba tepla na vykurovanie E_{2VYK} = 27,27 kWh/(m^2.rok), pre EÚD s núteným vetraním a rekuperáciou tepla E_{2VYK} = 12,84 kWh/(m^2.rok) a pre EPD E_{2VYK} = 8,92 kWh/(m^2.rok).

4. ZÁVER

Celková dodaná energia na vykurovanie, vetranie a chladenie vzorového domu je pre obe alternatívy aj východiskom pre stanovenie ročných nákladov na palivo a prídavnú elektrickú energiu (pohon čerpadiel a ventilátorov). Pre EÚD s prirodzeným vetraním a špičkovým zdrojom tepla na drevo budú ročné náklady 1,47 EUR/m^2, tj. 283,03 EUR pre celý objekt. Pre EPD s tepelným čerpadlom, núteným vetraním s rekuperáciou tepla a aktívnym chladením budú ročné náklady 3,74 EUR/m^2, tj. 718,62 EUR pre celý objekt. Ročné náklady na palivo a prídavnú elektrickú energiu je pre EPD väčšie o 60,6 % (435,59 EUR) oproti EÚD s prirodzeným vetraním.

V prípade, že by bol EÚD s núteným vetraním a pasívnym chladením, celková dodaná energia na vykurovanie, vetranie a chladenie by bola približne rovnaká s EPD. Primárna energia by bola pre EPD približne 2x väčšia a ročné náklady na palivo a prídavnú elektrickú energiu (pohon čerpadiel a ventilátorov) cca o 35 % väčšiu oproti EÚD s prirodzeným vetraním.

Ak by EPD bol iba s núteným vetraním a rekuperáciou tepla bez chladenia, tak by bola celková dodaná energia na vykurovanie a vetranie pre EPD nižšia ako pre EÚD. Primárna energia a ročné náklady na palivo a prídavnú elektrickú energiu (pohon čerpadiel a ventilátorov) by boli v oboch alternatívach rovnaké.

Za predpokladu, že investičné náklady na **energetické systémy** pre EÚD s prirodzeným vetraním a EPD s tepelným čerpadlom a núteným vetraním s rekuperáciou tepla sú rovnaké, je možné konštatovať, že na EPD vzhľadom na väčšie hrúbky tepelných izolácií a náročnější spôsob výstavby budú celkové investičné náklady vyššie cca o 10.000 EUR oproti EÚD.

Literatúra

[1] Osvedčenie o zápise patentového vzoru č. E 18881 *Tepelnoizolačný panel pre systémy s aktívnym riadením prechodu tepla,* Register európskych patentov, 2. 10. 2015.

[2] KALÚS,D.: Energetické systémy pre domy s takmer nulovou spotrebou energie. In Letní škola TZB 2010 : 8. letní škola katedry TZB ČVUT. Sborník přednášek. Český Šternberk, ČR, 2010. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2010, s. 31-34.

[3] PETRÁŠ, D. a kol.: Nízkoteplotné vykurovanie a obnoviteľné zdroje energie, Bratislava: Jaga, 2001

[4] CIHELKA, J.: Solární tepelná technika. Praha: Nakladatelství T. Malina, 1994

[5] HRAŠKA, J.: Ateliérová tvorba I, II. Solárne budovy. Bratislava: Vydavateľstvo STU, 1992

[6] HUMM, O.: Nízkoenergetické domy. Praha: Grada Publishing a.s., 1999.

[7] LULKOVIČOVÁ, O. a kol.: Zdroje tepla a kotolne. Bratislava: Jaga, 2004

[8] CHMÚRNY, I.: Tepelná ochrana budov. Bratislava: Jaga, 2003.

[9] NAGY, E.: Nízkoenergetický dom. Bratislava, Jaga, 2002.

[10] KALÚS, D.: Využitie solárnej a geotermickej energie na vykurovanie a vetranie rodinných domov. In: Zborník z medzinárodnej konferencie Vnútorná klíma budov 2005. Vysoké Tatry, 2005

[11] KALÚS, D. - MENĎAN, R.: Aplikácia aktívnej tepelnej ochrany v energeticky pasívnych domoch (EPD). In: TZB, 2007, č. 1, s. 47-50

OPTIMISATION OF TRANSPIRED SOLAR COLLECTOR SIZE FOR DIFFERENT EUROPEAN CLIMATES

***Alper Uzun*[1]**
***Balázs Bokor*[2]**
***László Kajtár*[3]**
1: MSc Student, 2: PhD Candidate, 3: PhD, Assoc. Prof.
Budapest University of Technology and Economics (BME), Department of Building Service and Process Engineering, Budapest, Hungary
e-mail: bokor@epgep.bme.hu

Abstract
The Transpired Solar Collector (TSC) has been used successfully worldwide over the past three decades and has shown to achieve economic payback of between 2 and 10 years. [1] This economic performance is achieved through a combination of high thermal efficiency and low cost. In this paper TSC absorber size optimisation is presented for six European cities with different climate. Results aim to help fellow scholars as well as industrial engineers in the dimensioning process of the transpired solar collector.

Nomenclature

Abbreviations

NREL	National Renewable Energy Laboratory, Colorado, USA
TSC	transpired solar collector

1. INTRODUCTION

The TSC is a solar thermal system in which the energy from the sun is captured by an absorber and used to heat air. It is also one of the most cost-effective solar thermal systems, especially in commercial and industrial applications. In climates with high heating demand, the TSC can be a cost efficient heat producer for both space heating and process air heating.
The TSC was invented in the mid-1980s by Canadian engineer John Hollick. [2] Since the first commercial installation of a TSC on the Ontario (Canada) Ford Motor Company assembly plant in 1990, it has been using in world wide. [2] The TSC is installed by fixing a perforeted steel absorber onto the building facade. This creates an air gap beetwen the unglazed perforated absorber and building envelope. If using mechanical ventilation, fans can withdraw air from plenum, so ambient air is drawn into plenum across the perforated absorber plate. After air passes through the surface of the unglazed perforated steel absorber, heat is transferred by convection from the absorber to the air. The solar heated air is then drawn out of the plenum by the air handling unit, where it can be reheated if necessary.

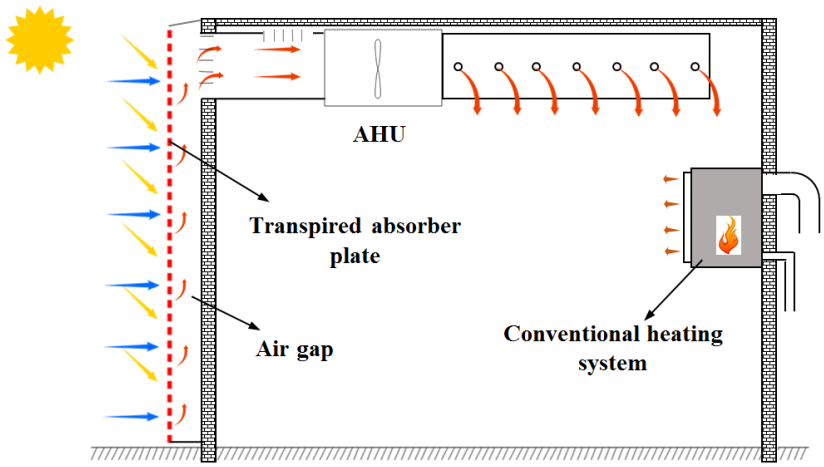


Figure 1: Schematic illustration of a transpired solar collector

Thermal performance of TSC depends on some environmental conditions. The extensive monitoring by Natural Resources Canada and NREL has shown that transpired solar collector systems reduce between 10-50% of the conventional heating load. [3]

2. DEFINITION OF TASK

The intensity of solar radiation and heating degree days are most important parameters in the preliminary evaluation of TSC thermal performance during system design, as these influence the possible heat production and its utilisation. Both factors depend on climate conditions of the certain location. [4] A location can be characterised in terms of solar radiation with the sum of solar energy falling onto a horizontal surface in a given time period. The higher this value, the more potential a solar thermal system can have. The heating degree day (HDD) is a measure that is proportional to the energy demand needed to heat a building. HDD is derived from measurements of outdoor air temperature. [5] Heating degree days are defined relative to a base temperature, above which a building needs no heating. *"Base temperatures may be defined for a particular building as a function of the temperature that the building is heated to, or it may be defined for a country or region for example"*. [6] Heating degree days reflect on whether the building will need the solar heat produced with the TSC. Depending on the available solar energy and the heating degree days, different amounts of solar energy will be utilised in different locations. Task is to optimise the absorber surface for the same building in different climatic locations.

3. METHODOLOGY

In order to get a clear image of comparisons, a reference building is given (Figure 2) which is an industrial building with an air heating system installed. The reference building has the same properties of build envelope in all climates, so that the evaluation is not influenced by building specific properties, only the different climates.

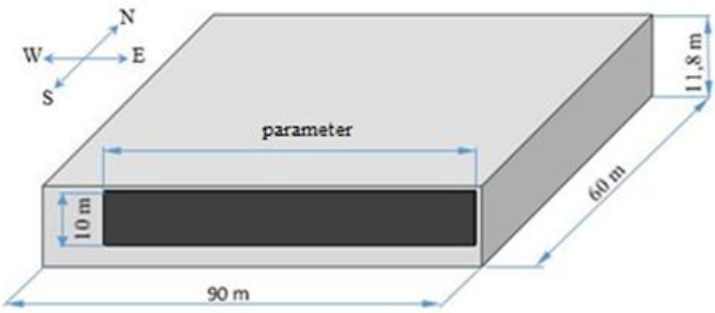


Figure 2: Reference building for given evaluation of TSC sizes

Considering HDD and solar radiation rate, cities have been chosen from European cities such as Erzurum (TR), Helsinki (FI), Budapest (HU), Bilbao (SP), Malaga (SP) and Hamburg(DE) with different climatic conditions.

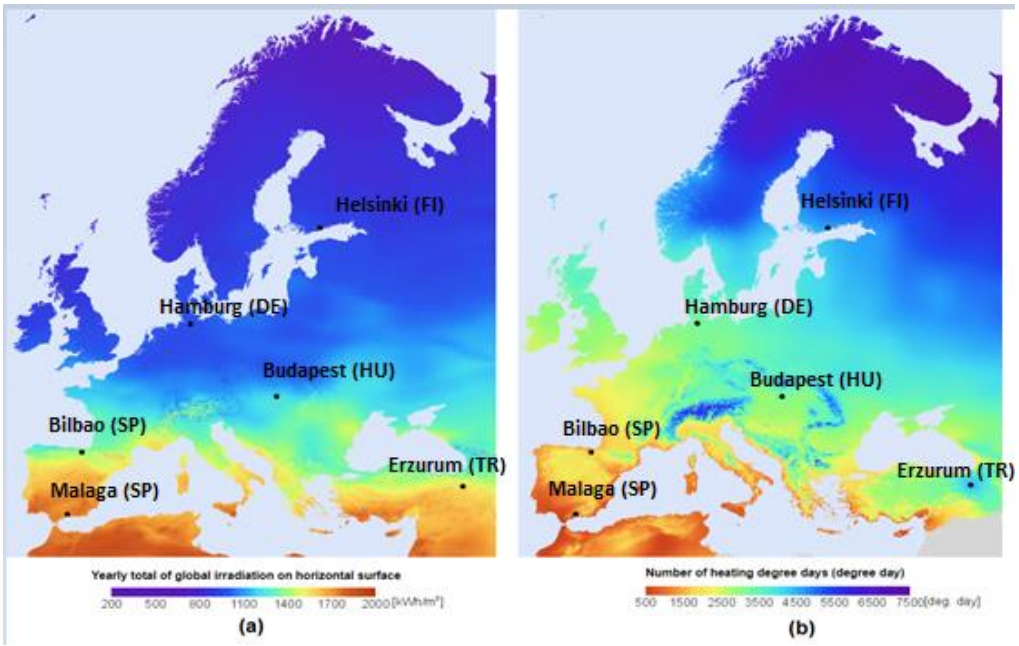


Figure 3: Europe solar irradiation and HDD map with chosen cities

Erzurum and Malaga have been chosen, according to their high rates of solar irradiation. Erzurum has higher heating degree days and lower outside temperature. Comparatively, Helsinki and Hamburg have been chosen, due to their low irradiation. Helsinki has the highest heating degree days among all those cities. Also, Bilbao and Budapest have been chosen, due to their similar irradiation rate, while Budapest has average heating degree days and approximately similar to Hamburg, in spite of Bilbao, which has lower HDD.
The heat load of the reference building has been calculated based on EN12831, the specific results are summarised in Table 1.

Table 1: Specific building heat load in the six different locations

Cities	**Building heat load [W/m^2]**
Erzurum (TR)	216,50
Helsinki (FI)	241,87
Bilbao (SP)	102,73
Malaga (SP)	81,77
Budapest (HU)	174,69
Hamburg (DE)	169,99

For the TSC performance evaluation, Microsoft Excel based RETScreen software has been used, which is a tool for dimensioning transpired solar collectors based on thermal performance and payback periods. [7]

First, reference climate conditions for cities such as monthly average for air temperature, relative humidity, daily horizontal solar radiation, earth temperature and heating degree days are given by the RETScreen database. The R value of wall calculated as 1,5 [m^2K/W] for given building. Then, design air flow rate is determined (63720 [m^3/h]) based on setting the air change rate 1/h. The azimuth of the TSC is selected for 90°, since it is planned to be mounted on the south side of the building.

Heating energy consumption and heating price are calculated for based case (no TSC) and a proposed case with TSC applications of 350 to 850 m^2 absorber with 50 m^2 step. Minimum size limit of TSC is calculated, according to the minimum and maximum flow rates through perforated steel absorber (18-180 $m^3/(hm^2)$). [9] Maximum size is limited, according to the area of wall of the given building, where TSC is planning to be applied on.

Based on climatic differences savings differ for the considered locations. Also, the length of the heating period is different in every city. This is taken into consideration using HDD method. For each country, differences between TSC setup and gas prices have been considered. It has been assumed that the TSC has no maintenance, only initial cost, due to its very simple construction. The lifespan has been considered as 35 years.

4. RESULTS AND DISCUSSION

Diagrams show for the locations the heating cost, TSC setup cost, total cost for 350-850 m^2. Thermal performance for different size of TSC has been calculated for each city. In this paper two cities with wastly different climate have been chosen for the illustration of results. Erzurum is very sunny but cold with high heating demand, while in Malaga, there is little need for heating and the solar irradiance is high. Based on this, heating demand and heating cost is obviously higher in Erzurum. Figures 4 and 5 show the amount of reduction heating cost, when applying TSC of size 350 to 850 m^2. Respectively, setup prices are given. Total costs are calculated by adding the heating cost and the setup cost. A polynomic trend line can be fit onto the total cost points which has minimum value. This minimum value defines the optimal size of TSC for the certain climate. Based on results in Erzurum 850 m^2 and in Malaga 760 m^2 TSC should be designed.

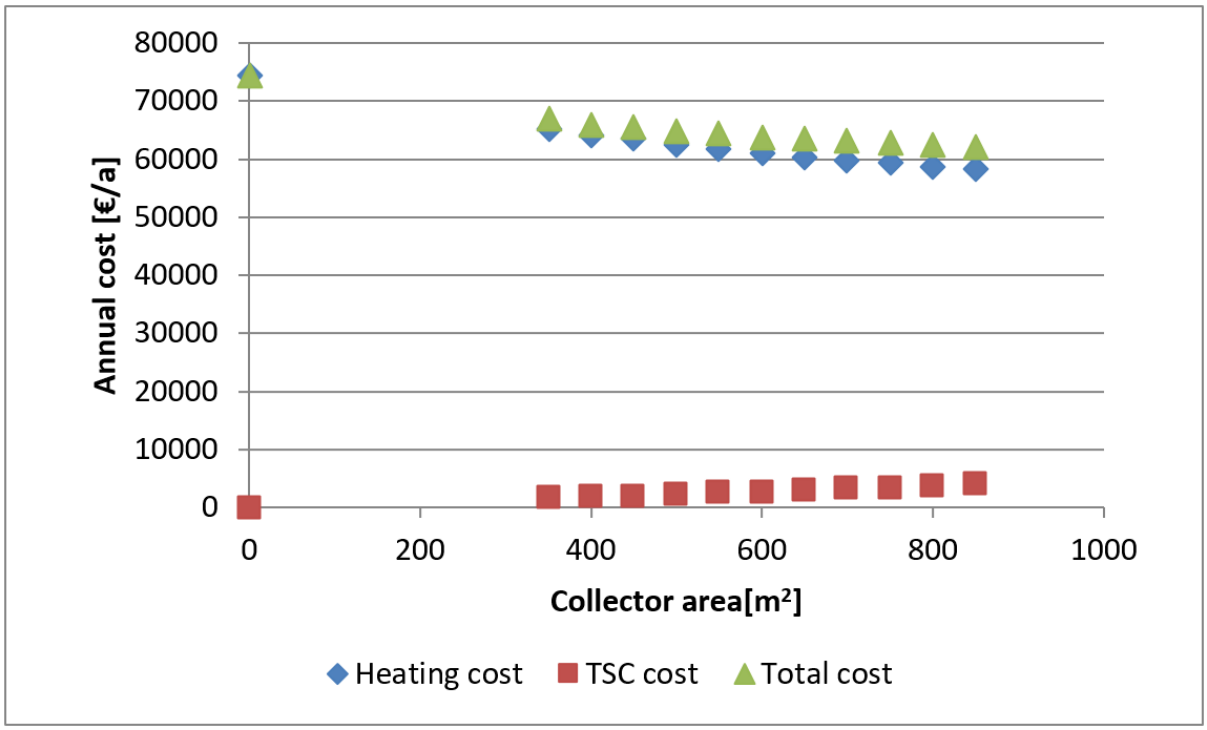


Figure 1: Comparison of yearly heating costs for different TSC size, according to its setup cost in Erzurum (TR)

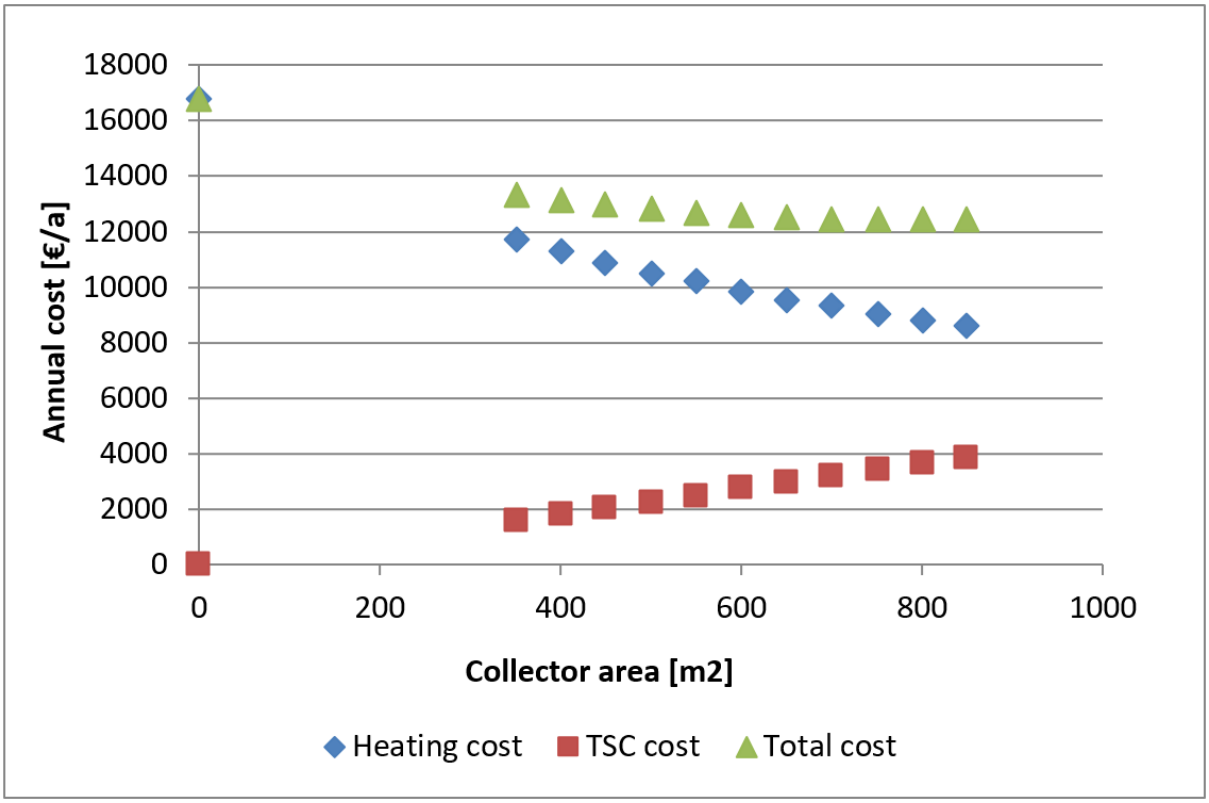


Figure 2: Comparison of yearly heating costs for different TSC size, according to its setup cost in Malaga (SP)

5. CONCLUSIONS

The TSC has been used successfully worldwide providing heated air for commercial and industrial purposes. The current paper reflects on the differences between optimal TSC absorber sizes for various climates. Climatic differences have been taken into account by using RETScreen software which uses NASA surface meteorology database.

References

[1] Richard Hall, Xiaoxin Wang, Raymond Ogden, Lucia Elghali (2011) Transpired solar collector for ventilation air heating. Proceeding of the Institute of Civil Engineers, Energy 164, August 2011.pp.101-110.

[2] Hollick JC: Unglazed Solar Wall Air Heaters. Renewable Energy, Vol. 5. Part 1. pp. 415-421. 1994

[3] https://www.solarwall.com/

[4] Michael Boxwell, Solar Electricity Handbook: A Simple, Practical Guide to Solar Energy (2012), p. 41–42.

[5] http://www.satel-light.com/runlib/soda/hddhelp.html

[6] "Heating and cooling degree days". European Environment Agency. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/indicators/heating-degree-days 2017-08-10.

[7] "Clean Energy Project Analysis, RETScreen® Engineering & Cases Textbook: M154-13/2005E-PDF - Government of Canada Publications" (PDF).

[8] Kutscher, C.F., 1994. Heat exchanger effectiveness and pressure drop forair flow through perforated plates, with and without cross wind. ASME Journal of Heat Transfer 116, 391–399.

[9] "Iberdrola: la energética del futuro" (in Spanish). Iberdrola Corporation, https://www.iberdrola.com/ June 18, 2017

[10] "Türkiye Elektrik Dağıtım Anonim Şirketi". TEDAŞ Electrical Tariffs for 2019, January

[11] Petráš D, Lulkovičová O, Takács J, Füri B.: Obnoviteľnézdroje energie na vykurovanie. In: Vykurovanie rodinných a bytových domov. Bratislava: Jaga, 2005. p. 193 – 217, ISBN 80-8076-012-8.

[12] Petráš D, Lulkovičová O, Takács J, Füri B: Obnoviteľné zdroje energie pre nízkoteplotné systémy. Bratislava: Jaga Group, s.r.o., 2009. 221 s. ISBN 978-80-8076-075-5

[13] Takács J, Lulkovičová O, Füri B: Helyzetkép a megújuló energiaforrások hasznosítasi lehetőségeiről Szlovákiában In: Magyar Épületgépészet. - ISSN 1215-9913. – vol. 57, 12 (2008), pp. 24-27

Acknowledgements

„The research reported in this paper was supported by the Higher Education Excellence Program of the Ministry of Human Capacities in the frame of Biotechnology research area of Budapest University of Technology and Economics (BME FIKP-VÍZ).”

SPALOVÁNÍ AGROPELET V LOKÁLNÍM TOPENIŠTI

Ing. Martin Lisý, PhD.,
Ing. David Jecha, Ph.D
Ing. Hana Lisá, Ph.D.
Fakulta strojního inženýrství,
VUT v Brně
Technická 2896/2
61669 Brno
e-mail: lisy@fme.vutbr.cz

Abstrakt
Příspěvek se zabývá specifickými podmínkami spalování agropelet. V článku je uveden stručný přehled činností a aktivit realizovaných v rámci výzkumu a vývoje technologií pro ekologické spalování agropelet. Díky vyššímu podílu obsahu popelovin a jejich výrazně odlišnému složení popelovin se spalování agropelet v zásadě odlišuje od spalování dřevních pelet. Na standartních kotlech pro spalování dřeva jsou při využití agropaliv dosahovány zcela nevyhovující parametry emisí. Proto je třeba specifického přístupu k využívání těchto paliv a navrhovat spalovací zařízení speciálně pro tato paliva. Eliminovat vliv spékání paliva, omezit zvýšený vliv tvorby NOx a podíl tuhých znečišťujících látek ve spalinách.

1. ÚVOD

Každý druh biomasy se svými vlastnostmi liší od ostatních. Z toho plyne, že kotel konstruovaný pro spalování např. dřevní štěpky nelze bez úprav používat pro spalování stébelnin. Spalování stébelnin je složitější než spalování dřevin. Důvodem je zejména nízká teplota měknutí popele, kvůli které je potřeba jiných podmínek spalování, aby nedocházelo k zastruskování. Zvýšený obsah popele pak klade nárok na odpopelnění, kdy se při zaplnění komory výrazně zhoršují emisní parametry. Z hlediska emisí tvořených při spalování agropaliv se jako problematické jeví zejména emise NOx a TZL.

1 EMISE NOx

Vznikají při vyšších teplotách spalování formou oxidací dusíku. Emise NOx jsou tedy především problémem spalovacích zařízení, pracujících při vysokých teplotách. Jejich produkci lze omezit konstrukcí kotle, nižšími spalovacími teplotami nebo používám paliv, které neobsahují velké množství dusíku [1].

1.1 Vliv složení paliva na tvorbu NOx

Z hlediska vlivu složení paliva na plynné emise lze říci, že složení uvedených paliv je dosti podobné s výjimkou obsahu dusíku. Nejvyšší obsah dusíku obsahovalo seno 1,2 %, poté agropalivo1 0,65 % a nejnižší hodnoty dřevo a to 0,08 %. Měření potvrdilo předpoklad, že se zvyšujícím se obsahem dusíku v palivu, rostou emise NOx. Jedná se o tzv. palivové NOx, které vznikají právě z dusíku obsaženém v palivu. Není zde však lineární závislost, že při polovičním obsahu dusíku, budou i poloviční emise NOx. U sena s obsahem dusíku 1,2 % byly NO 740 mg/ m_n^3 a u agropaliva1 s obsahem dusíku 0,65 % byly NO 598 mg/m_n^3. Je však důležité zmínit, že plynné emise vznikající při spalování agropelet nejsou ovlivněny jen jejich složením, ale zejména nastavením spalovacího procesu, jako je přívod kyslíku, teplota spalování, doba setrvání a promíchání paliva s okysličovadlem.

Tab. 1 Obsah dusíku v palivu a srovnání emisí NOx

Palivo	Obsah dusíku v palivu Nr [%]	O2 [%]	CO [mg/ m_n^3]	NOx [mg/ m_n^3]	TZL [mg/ m_n^3]
Seno	1,20	8,53	128,85	295,325	48,05
Agropalivo1	0,65	7,52	164,76	739,94	404,60
Dřevo	0,08	7,3	162,88	142,74	39,7

1.2 Matematický model tvorby emisí NOx

Pro daný fyzikální systém byl navržen úplný matematický model. Tento matematický model se skládá ze základního matematického modelu, geometrie zkoumané oblasti a rovnic pro okrajové a počáteční podmínky, fyzikálních parametrů celého systému a vstupních hodnot. Systém je aplikovatelný po drobných úpravách na libovolnou geometrii spalovacího prostoru.

Model obsahuje pět základních prvků O, H, C, N a Ar a pracuje se 34 sloučeninami a 121 chemickými rovnicemi. Všechny chemické přeměny uvedeny v tabulce 1 probíhají pomocí Guldber – Waageova zákona a reakční konstanta je určena pomocí Arrheniovy rovnice. Původní model vycházel z využití 5 prvků, 53 molekul a 325 chemických rovnic. Pro použití ve 3D modelu je ale toto množství extrémně náročné na paměť RAM a model musel být zredukován. Matematický model je nyní schopen predikovat tvorbu emisí NOx ve spalovacím prostoru v závislosti na jeho konstrukci a podmínkách spalování.

2. ELIMINACE VZNIKU EMISÍ TZL

Eliminace obsahu emisí TZL ve spalinách je realizována ve dvou základních směrech. Prvním z nich je optimalizace tvaru a vestaveb ve spalovací komoře a výměníkové části, pro intenzifikaci odloučení TZL. Druhý směr je optimalizace konstrukce hořáku pro spalování agropelet.

2.1 Simulace rychlostního a teplotního pole

Při návrhu nového prototypu o výkonu 25 kW bylo využito CDF modelu využívajícího metodu kontrolních objemů (CFD), určené pro řešení obecných úloh termo-fluidní mechaniky. Hlavními cíli řešení bylo ověřit:

- získat 3D rychlostní pole spalin v celém spalinovém prostoru kotle,
- získat 3D teplotní pole spalin v celém spalinovém prostoru kotle,
- identifikovat teplosměnné plochy nedostatečně obtékané spalinami
- stanovit průběh trasování a odloučení TZL

Z výsledků byly významné zejména rychlostní profily, které pak zásadně ovlivňují také rozložení teplot v kotli. Při novém uspořádání spalovací komory a umístění hořáku bylo zamezeno nerovnoměrným vírům v horní části prvního tahu. Teplotní pole pak svým rozložení kopíruje rozložení rychlosti. Výsledná teplota spalin na výstupu z kotle odpovídá experimentálně naměřeným hodnotám. Naopak pozitivní je intenzivní turbulentní proudění ve spodní části prvního tahu.

Následně bylo analyzováno trasování a odloučení částic o velikostech PM 10, PM100 a dále pak částic nehmotných. Z dosažených výsledků je patrné, že částice o velikosti 100 µm a větší jsou v kotli zachyceny, resp. se usazují. Nicméně částice menší, kterých je při spalování agromateriálů ve spalinách velké množství odcházejí z kotle v podílu větším než 85 %.

2.2 Výsledky spalovacích zkoušek a dosažené emise TZL

Pro potřeby projektu bylo provedeno značné množství provozních zkoušek různých kotlů s různými hořáky. Pro jednotlivé testy byly používány různé druhy pelet ať už rozličného složení nebo velikosti pelet. Byla především upravována spalovací komora, aby bylo dosaženo co nejlepších plynných koncentrací znečišťujících látek.

Při experimentálním měření byl prokázán značný vliv průměru pelety na vznik znečišťujících látek. Pelety s větším průměrem vytvářely vyšší koncentrace TZL a byl problém s nastavením hořáku pro dokonalé spálení paliva. Při laboratorních zkouškách byly také stanoveny vyšší procenta nedopalu popelu u pelet průměru 8 mm než u pelet průměru 6 mm.

Tab. 2 Průměrné koncentrace sledovaných složek přepočtené na referenční podmínky pro prototyp 2 rotační hořák

Palivo	O2 [%]	CO [mg/ m_n^3]	NOx [mg/ m_n^3]	TZL [mg/ m_n^3]
Dřevní pelety průměr 6 mm	8,4	75,90	409,1	39,8
Dřevní pelety průměr 8 mm	10,5	85,28	449,66	57,7
Pelety sláma průměr 6 mm	8,51	160,6	601,1	96,7
Pelety sláma průměr 8 mm	9,49	267,3	615,85	274,7

Nejlepší výsledky byly dosahovány na schodkovitém typu hořáku pro pelety definované jako agropalivo1. Z důvodu smluvních podmínek výzkumu není možné v příspěvku blíže specifikovat složení a typ agropaliva1. Konstrukce hořáku byla průběžně modifikována a upravována až do finální podoby, kdy byly minimální problémy se spékání pelet a bylo dosaženo parametrů pro 5 emisní třídu. Problematické je zatím dosažení nižších koncentrací NOx ve spalinách. Z měření je patrné, že tento problém je svázaný s obsahem dusíku v palivu. Při spalování dřevních pelet ve schodkovitém typu hořáku bylo dosaženo několika násobně nižší koncentrace NOx než u agropelet. Snižovaní emisí oxidů dusíku bude předmětem dalšího řešení. Následně by mohl být kotel certifikován také dle Směrnice o Ekodesignu.

Tab. 3 Průměrné koncentrace sledovaných složek přepočtené na referenční podmínky pro prototyp 2 schodkový hořák

Palivo	O2 [%]	CO [mg/ m_n^3]	NOx [mg/ m_n^3]	TZL [mg/ m_n^3]
Dřevní pelety průměr 6 mm	7,3	57	149	36
Pelety seno průměr 6 mm	7,5	165	740	404
Pelety agropalivo1 pr. 6 mm	8,5	129	295	42,6

Při snaze o snížení produkce emisí TZL byla analyzována také granulometrie zachycených částic za kotlem. Jedná se o měření distribuce velikosti částic pomocí laserové difrakce, většina vzorků byla měřena ve formě vodné suspenze připravené vnesením vzorku popelu z filtru do 0,5% vodného roztoku Tritonu 100 (voda s dispergátorem) a promísením pomocí ultrazvukové lázně. Před měřením byly vzorky snímány pomocí elektronového mikroskopu Maximum distribuční křivky bylo u většiny vzorků v intervalu 0,15-0,2 µm s malým podílem aglomerátu o velikosti jednotek µm.

Výsledky analýz je sice třeba interpretovat velmi opatrně, neboť v rámci analýzy je vzorek uložen do ultrazvukové lázně, aby nedocházelo k shlukování částic. To může způsobit rozbití větších částic. Stejně tak může dojít k jejich rozdělení při vyluhování v lázni. Nicméně z provedených analýz je patrné, že vzorky popelovin zachycené za kotlem na filtrech obsahují velmi malé částice, které jsou velmi problematické na další odlučování. To bylo povrzeno také při instalaci variant sekundárních odlučovacích vestaveb, kdy došlo k maximálnímu snížení emisí TZL o cca 5-7% v optimálním případě.

4. ZÁVER

Příspěvek shrnuje výzkumné a vývojové kroky realizované v rámci výzkumu a vývoje technologií pro ekologické spalování agropelet. Z dosažených výsledků je patrné, že spalování agropelet jako obnovitelného paliva není environmentálně přínosné a pozitivní bez technické a vývojové podpory při návrhu spalovacích zařízení. Je třeba věnovat prostor vývoji kotlů a hořáků pro spalování agropaliv tak, aby jejich využívání nebylo spíše zátěží pro životní prostředí a zdrojem značného množství emisí TZL.

Poděkování
Projekt byl realizován za podpory Technologické agentury České republiky v rámci programu Epsilon, projekt č. TH02020025 Výzkum a vývoj automatického kotle na spalování biomasy a projektu OP VVV č. CZ.02.1.01/0.0/0.0/16_019/0000753 „Centrum výzkumu nízkouhlíkových energetických technologií“.

Literatura

[1] HOLOUBEK, Dušan. Spaľovacie zariadenia, výmenníky tepla a kotly. 1. vyd. Košice: Technická univerzita v Košiciach, Hutnícka fakulta v spolupráci s vydavateľstvom Ars litera, 2002, 215 s. ISBN 80-7099-832-6

VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA Z KOMPRESOROVNY PŘI ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM

Ing. Jaroslav Frantík, PhD.,
Ing. Jan Najser, Ph.D.
Vysoká škola báňská- TUO
Centrum ENET
17. Listopadu 15/2172
708 33 Ostrava
e-mail: jaroslav.frantik@vsb.cz

Abstrakt
Využití tepelné energie s kompresoru je z hlediska úspory energie vysoce žádoucí. Klasické využití tohoto tepla při vytápění budov popř. k ohřevu teplé užitkové vody není celoročně použitelné. Z tohoto důvodu se práce zabývá využitím odpadního tepla, vznikajícího při kompresi vzduchu v systému ORC. Pro výzkum byl použit šroubový Kompresor ALUP LARGO 90 kW. Bylo stanoveno množství odpadního tepla, v závislosti na nastavení výkonu kompresoru, jež je možné následovně využít v systému ORC (organic rankine systém).

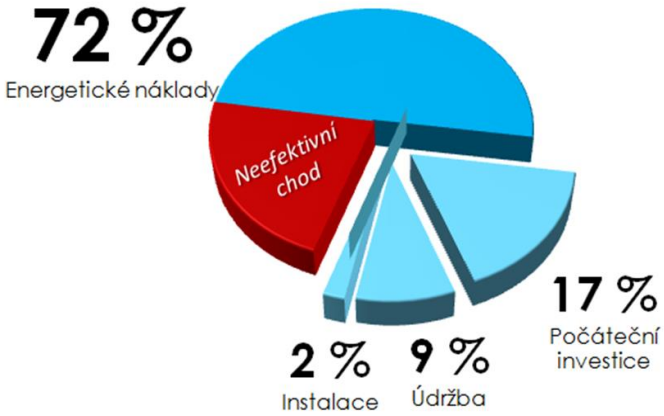
1. ÚVOD

Komprese vzduchu je energeticky náročný proces s velmi nízkou účinností [1, 2]. Energie spotřebována při kompresi je z velké části (až 94 %) v procesu přeměněna na teplo. Využití této energie je hlavním cílem našeho výzkumu a to pomocí ORC systému. ORC (organic rankine cycle) využívá jako medium organickou látku v kondenzačním cyklu [3]. Toto medium následně roztáčí turbínu, která je spojena přes hřídel s elektrickým generátorem za účelem výroby elektrické energie [4]. Výhodami tohoto systému je možnost využití u aplikací s nízkým teplotním spádem, bezobslužná technologie a minimální údržba [5].

1.1 Aktuální stav techniky

V současnosti je na celosvětovém trhu poměrně velké množství výrobců kompresorů. Ověřené velké značky a renomovaní výrobci se v posledních 20-ti letech výrazně zaměřili na zvýšení účinnosti kompresorů a snížení energetické náročnosti výroby stlačeného vzduchu. Jako příklad může být uvedena výrobní řada kompresorů firmy Atlas Copco GA 7-37 kW VSD+. Výsledkem jsou nové typové řady strojů využívající moderní technologie - např. motory s permanentními magnety, přesné regulace otáček motorů, chlazení a řídicí systémy s propracovanými algoritmy. Tyto inovativní snahy vedly k úsporám na spotřebované elektrické energii v řádu 10 - 15 %. V případě správné volby typu kompresoru a jeho

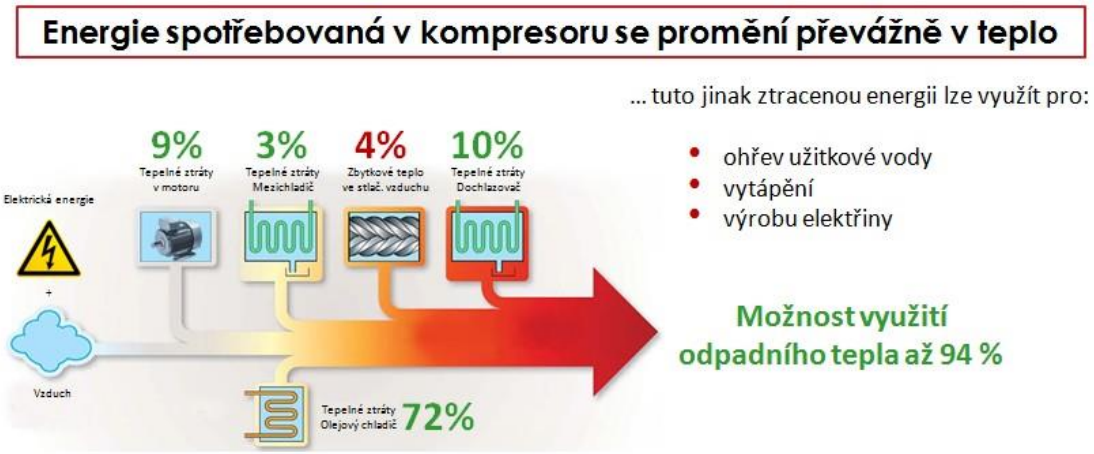
optimální aplikace je možno docílit i dalších 30 až 50 % úspory na provozních nákladech. Náklady na výrobu stlačeného vzduchu lze vyjádřit podílem jednotlivých složek. Zdaleka největší složkou nákladů je vstupní energie ve výši okolo 72 % - Obrázek 1.



Obr. 1 Náklady na výrobu stlačeného vzduchu.

1.2 Využití odpadního tepla z kompresoru

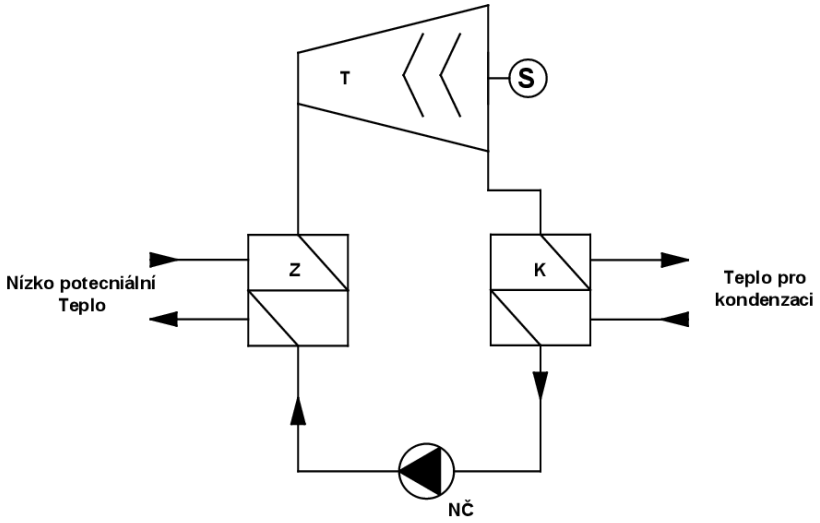
Při stlačování vzduchu dochází k termodynamickému ohřevu, který je dán fyzikálně a převážná část vstupní (elektrické) energie pro pohon kompresoru je přeměněna na odpadní teplo - Obrázek 2. Tento stav je všeobecně výrobci kompresorů znám. Jako řešení výrobci kompresorů obvykle nabízejí využití odpadního tepla pro ohřev prostor budov, což je investičně méně náročné. Nejjednodušší možnost je přímý výfuk ohřátého vzduchu do budovy. Toto řešení má výhodu v jednoduchosti a nenáročnosti provozu a malé investici, nicméně velkými nevýhodami jsou nerovnoměrnost množství vzduchu, hluk, aplikovatelnost jen na krátké vzdálenosti a především sezónnost využitelnosti. Technicky vyspělejší způsob využití odpadního tepla je nabízen pomocí dodatečného zařízení převádějícího teplo do teplovodního okruhu vytápění. Zde je již vyšší komfort využívání např. pro ohřev vytápění místností, nicméně opět zde negativně působí sezónní využitelnost a zvýšení investičních nákladů. Z pohledu současné techniky se jako optimální řešení nabízí ohřev teplé užitkové vody. Zde je výhoda v celoročním využití, ideálně pro ohřev nebo předehřev TUV pro technologii. Toto řešení je však aplikovatelné pouze v malém procentu průmyslových podniků vzhledem k tomu, že mnohé podniky nemají dostatečnou spotřebu TUV. Ohřev TUV pro zaměstnance např. do sprch je v malých a středních podnicích obvykle nezajímavý vzhledem k malé spotřebě vody, složitosti technického řešení a dlouhé návratnosti investice.



Obr. 2 Využití odpadního tepla z kompresoru

2. VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA Z KOMPRESORU V ORC

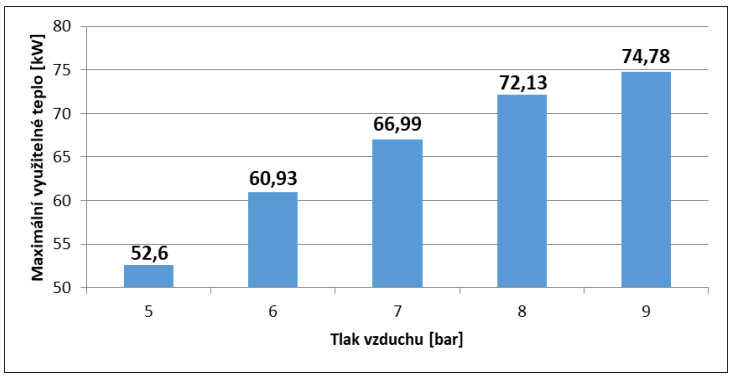
Organický Rankin Clausiův cyklus (ORC) využívá nízko potenciální teplo k výrobě kinetické energie. Jako médium oproti klasickému R – C cyklu používá organické látky. Nejčastěji se jedná o chladiva, která mají výrazně nižší výparnou teplotu než voda. ORC je uzavřený oběh ve kterém se využívá změny skupenství média (Obrázek 3). Ve výměníku Z se získává odpadní nízko potenciální teplo a přenáší se do chladiva. Zde dochází k izotermickému odpařování chladiva a následně k přehřívání suché páry. Ta poté adiabaticky expanduje na turbíně T, přičemž se mění část její entalpie na kinetickou energii. Kinetická energie je dále využívána k výrobě elektrické energie, kterou lze částečně snížit energetickou spotřebu průmyslového podniku. Ideálně sytá pára pak následně odchází z turbíny do kondenzátoru K. V kondenzátoru K pára kondenzuje, čímž zvýší tlakový a tepelný spád na turbíně T. Z kondenzátoru je veden kondenzát do napájecího čerpadla NČ a poté pokračuje znovu do tepelného výměníků Z a tím je cyklus uzavřen.



Obr. 3 Zjednodušené schéma ORC.

2.1 Návrh systému ORC

Pro testování systému ORC je využíván komerčně vyráběný kompresor ALUP LARGO 90 kW. Provedenými experimenty a následovným výpočtem bylo stanoveno množství využitelné energie v závislosti na nastavení kompresoru viz. obrázek 4. Návrh systému ORC byl proveden na základě modelu v programu EES. Byla vybrána odpovídající chladiva, s nimiž bude postupně testována účinnost celého systému.



Obr. 4 Množství využitelné energie v závislosti na nastavení kompresoru.

Při výběru chladiva byly hodnoceny parametry jako - termodynamické změny v T-S diagramu, toxicita, minimální dopad na životní prostředí, dostupnost v EU a také cena. Předpokládá se využití šroubového i scrollového expandéru a měření výkonu bude prováděno pomocí dynamometru. Předpokládaný zisk energie z využitelného tepla kompresoru dle účinnosti nízkoteplotních systému ORC do 10 %.

4. ZÁVĚR

Klasické využití odpadního tepla tvořícího se při kompresi vzduchu k ohřevu teplé užitkové vody popř. k vytápění budou, není celoročně použitelné a proto je jeho využití pomocí ORC systému inovativním výzkumným cílem. Návrh systému ORC byl proveden na komerčně vyráběném kompresoru ALUP LARGO 90 kW. Z provedených měření bylo vypočteno množství využitelného tepla využitelného v systému ORC v závislosti na nastavení kompresoru. Bylo zjištěno, že při maximálním výkonu kompresoru je možné využít až 74,7 kW energie v systému ORC. Využití této energie a její aplikace budou předmětem dalšího výzkumu.

Literatura

[1] Nehler T (2018) Linking energy efficiency measures in industrial compressed air systems with non-energy benefits – A review. Renew Sustain Energy Rev 89:72–87. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.02.018

[2] Saidur R, Rahim NA, Hasanuzzaman M (2010) A review on compressed-air energy use and energy savings. Renew Sustain Energy Rev 14:1135–1153. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2009.11.013

[3] Mahmoudi A, Fazli M, Morad MR (2018) A recent review of waste heat recovery by Organic Rankine Cycle. Appl Therm Eng 143:660–675. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.applthermaleng.2018.07.136

[4] Lecompte S, Huisseune H, van den Broek M, et al (2015) Review of organic Rankine cycle (ORC) architectures for waste heat recovery. Renew Sustain Energy Rev 47:448–461. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.03.089

[5] Rahbar K, Mahmoud S, Al-Dadah RK, et al (2017) Review of organic Rankine cycle for small-scale applications. Energy Convers Manag 134:135–155. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enconman.2016.12.023

IX. SEKCIA

MERANIE A ROZPOČÍTAVANIE TEPLA

vedie: Ing. Taťjana Jánošková, PhD.

- ***Jozef Buzaši***
- ***Miroslav Verčimák***
- ***Róbert Režo***
- ***Miroslav Kašák***
- ***Taťjana Jánošková***
- ***Jozef Habánek***

NÁKLADY ZA DODÁVKU TEPLEJ VODY PRED A PO VÝMENE ROZVODOV

Jozef Buzaši
Stavebné bytové družstvo Banská Bystrica
Zelená ulica č.1, 975 90 Banská Bystrica
e-mail: buzasi@sbdbb.sk

1. ÚVOD

Dodávka teplej vody vrátane jej prípravy a rozvodu do bytov a nebytových priestorov prešla za posledné roky a desaťročia významnou zmenou. V minulosti sa teplá voda jej konečným spotrebiteľom dodávala len v určenom čase a v stanovených dňoch v týždni. Príprava vody do vykurovacích systémov a teplej vody v centrálnych zdrojoch tepla, v ktorých sa výlučne používalo ako palivo čierne alebo hnedé uhlie, ešte nebola posudzovaná z hľadiska energetickej efektívnosti a hospodárnosti ich prípravy, pretože v tom čase nebola táto povinnosť výrobcom tepla uložená. Po ustanovení povinnosti merania množstva tepla dodaného na ohrev teplej vody a množstva studenej vody potrebnej na jej prípravu a montáži určených meradiel - bytových vodomerov došlo síce k zlepšeniu energetickej efektívnosti a k racionálnejšej spotrebe teplej vody jej konečnými spotrebiteľmi, ale hodnota sledovaného parametra – mernej spotreby tepla na jednotku spotrebovanej teplej vody bola stále nad stanovenou a požadovanou hranicou. Po realizácii komplexných opatrení za účelom zníženia tepelných strát najmä v akumulácii teplej vody a jej rozvode medzi miestom výroby a miestom spotreby sa merná spotreba tepla pohybovala v hodnotách okolo 112 kWh na 1m^3 spotrebovanej teplej vody. Pretože zvyšovaním cien tepla sa úmerne zvyšovali aj náklady na prípravu teplej vody, hľadali sa ďalšie nové opatrenia, technologické úpravy a riešenia, ktoré by mali zabezpečiť optimálnu mernú spotrebu tepla na prípravu teplej vody a zníženie zbytočných cirkulačných a iných strát. Po realizácii zmeny miesta prípravy teplej vody z okrskových kotolní do kompaktných odovzdávacích staníc tepla (ďalej len KOST) inštalovaných v každom bytovom dome v spoločných priestoroch, po časovej a teplotnej optimalizácii prípravy a dodávky teplej vody sa merná spotreba tepla na jej ohrev priblížila k referenčnej hodnote 75 kWh/m^3. Ďalším racionálnym opatrením, ktorým by sa mala znížiť merná spotreba tepla na ohrev teplej vody je rekonštrukcia prípadne výmena celého systému ležatých rozvodov a stúpačkových rozvodov teplej vody, ich hydraulické vyregulovanie a zaizolovanie nových rozvodov účinnou tepelnou izoláciou. Ako sa investícia do výmeny potrubných rozvodov vrátane rozvodov teplej vody prejavila na mernej spotrebe tepla na ohrev teplej vody a na nákladoch pre jej konečného spotrebiteľa pri dodržaní

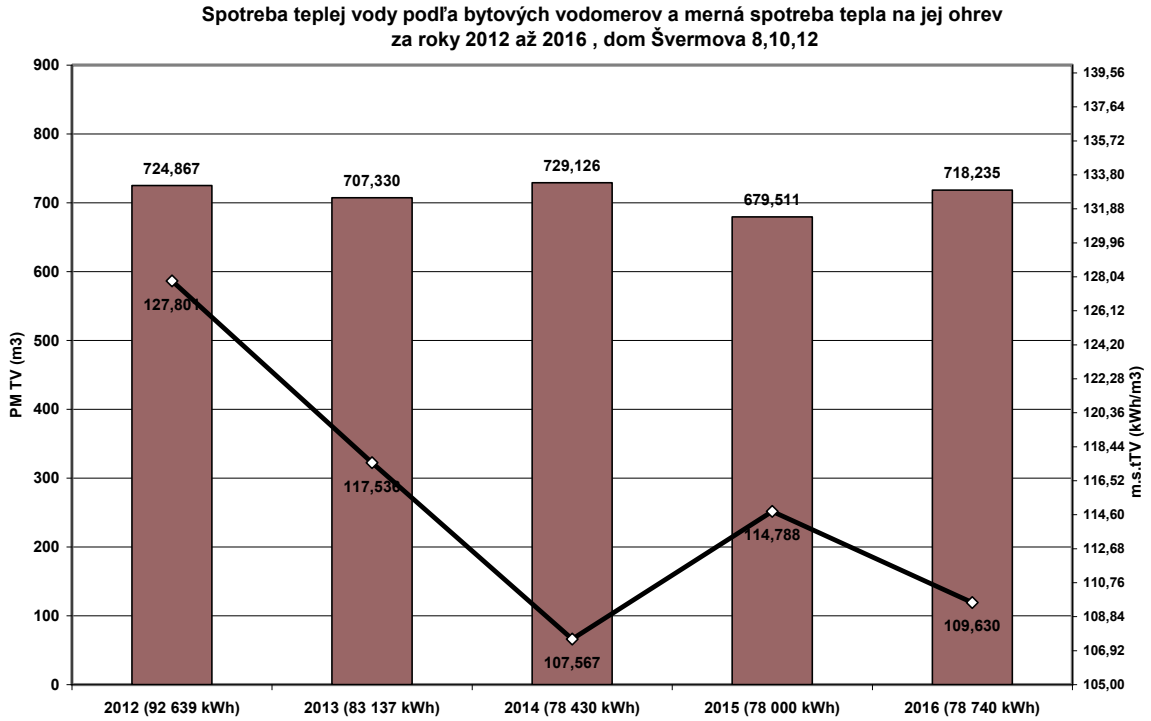
ustanovení vyhlášky MH SR č. 152/2005 Z. z. o určenom čase a o určenej kvalite dodávky tepla pre konečného spotrebiteľa, skúmam v tomto príspevku. Zvolil som si radový trojvchodový dom na Švermovej ulici číslo 8,10,12 v Banskej Bystrici, v ktorom bola realizovaná v roku 2017 kompletná výmena vnútorných rozvodov. Pred ich výmenou nebola predovšetkým teplota teplej vody najmä v bytoch situovaných na najvyšších poschodiach na požadovanej teplotnej hranici. Vzhľadom ku skutočnosti, že bytový dom bol skolaudovaný a odovzdaný do užívania v roku 1963, vlastníci bytov sa rozhodli pre výmenu všetkých ležatých a stúpačkových rozvodov nachádzajúcich sa v spoločných nebytových priestoroch a v technickom priestore za každým bytom. Okrem uvedených výmen v júli 2017 dodávateľ tepla umiestnil do vchodu číslo 8 novú KOST, pretože pôvodná KOST bola umiestnená v susednom bytovom dome, ktorý tvorí s bytovým domom na Švermovej ulici 8,10,12 spoločnú stavbu. Ako sa nová technológia KOST spolu s novými dokonale tepelne zaizolovanými rozvodmi teplej vody prejavila na nákladoch za dodávku teplej vody u jej konečných spotrebiteľov a či vynaložené finančné prostriedky sa čiastočne vrátia v znížení konečnej ceny teplej vody posudzujem v nasledujúcich kapitolách.

2. STRUČNÁ CHARAKTERISTIKA VYTIPOVANÉHO BYTOVÉHO DOMU

Bytový dom na Švermovej ulici číslo 8,10,12 v Banskej Bystrici je postavený v stavebnej sústave G 57 a do užívania bol odovzdaný v roku 1963. V dome je v troch vchodoch 34 bytov na piatich poschodiach. Jednoizbových bytov je desať, dvojizbových bytov je osem, trojizbových bytov je dvanásť a štvorizbové byty sú v tomto bytovom dome štyri. Pod bytmi sú klasické pivničné priestory a bývalé priestory spoločnej práčovne a sušiarne. V dome býva 60 osôb a v bytoch sú okrem iných technických zariadení v technickom priestore aj prípojky na studenú a teplú vodu s namontovanými bytovými vodomermi. Teplá voda bola do bytov pôvodne dodávaná vertikálnymi stúpačkami z pozinkovanej ocele bez dostatočnej tepelnej izolácie, ktorá bola prakticky neúčinná. Pri podlahe bytov na najvyšších poschodiach sa na stúpačky teplej vody napájali cirkulačné potrubia, ktorou sa teplá voda dostávala do ležatého rozvodu. Rozvody teplej vody neboli hydraulicky vyregulované a pri výmenách nefunkčných ovládacích armatúr bolo zistené zanesenie vodným kameňom a usadeninami, ktoré bránili riadnej cirkulácii teplej vody. Rozvod teplej vody v bytovom dome kolaudovanom v roku 1963 už vôbec nevyhovoval požiadavkám jej kvalitnej dodávky pre konečných spotrebiteľov. Títo museli teplú vodu vo veľkých množstvách bez úžitku odpúšťať, aby dosiahla dostatočnú teplotu na použitie. Obehové čerpadlo teplej vody v bývalej plynovej kotolni a neskôr v KOST domu nedokázalo zabezpečiť potrebný prietok teplej vody.

3. PREHĽAD MERNÝCH SPOTRIEB TEPLA ZA ROKY 2012 AŽ 2016

Dodávka tepla na ohrev teplej vody je v bytovom dome meraná fakturačným určeným meradlom tepla na primárnej strane KOST. Množstvo studenej vody potrebnej na prípravu teplej vody je merané vodomerom. V nasledujúcom grafe sú uvedené dosiahnuté merné spotreby tepla na ohrev teplej vody za roky 2012 až 2016 v bytovom dome na Švermovej ulici číslo 8,10,12. Z grafu je zrejmé, že merná spotreba tepla mala klesajúcu tendenciu, ale jej hodnota sa pohybovala stále vysoko nad 75 kWh/m3. Optické zníženie mernej spotreby tepla na ohrev teplej vody medzi rokmi 2012 až 2014 bolo zapríčinené úpravou času dodávky teplej vody do bytových jednotiek.

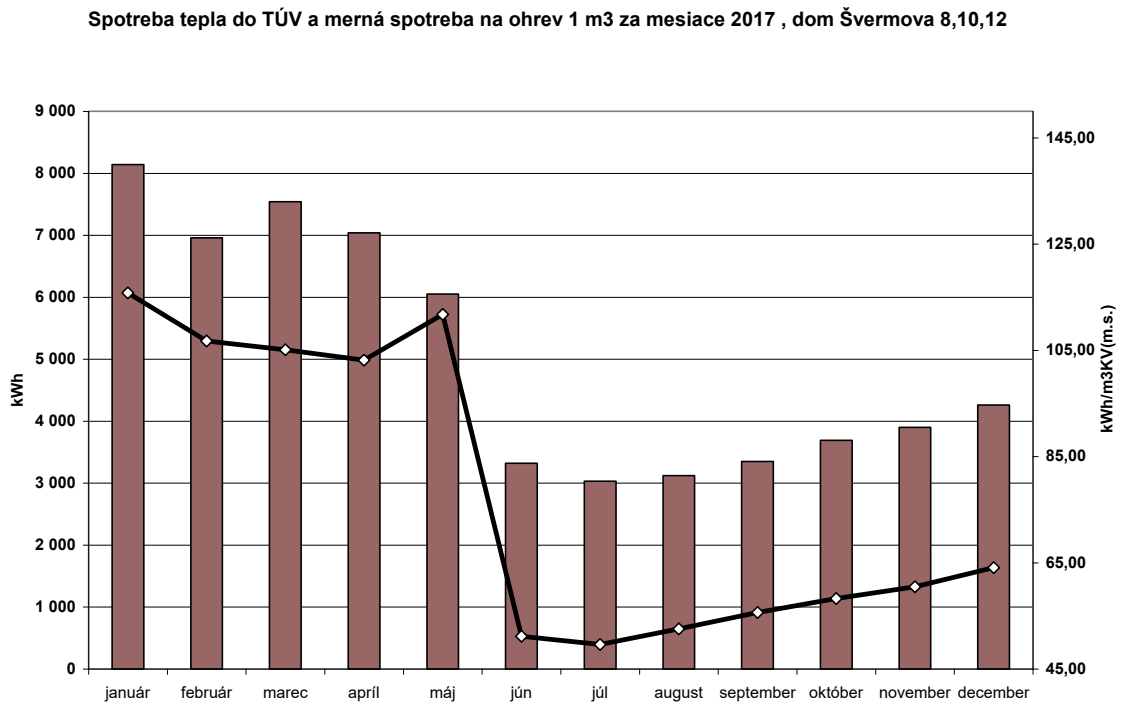


4. PRÍPRAVA A REALIZÁCIA VÝMENY POTRUBÍ V BYTOVOM DOME

Rozpočítanie nákladov a vyúčtovanie služieb týkajúcich sa užívania bytov vrátane dodávky teplej vody v bytovom dome na Švermovej ulici číslo 8,10,12 do roku 2016 a nepriaznivé údaje potreby tepla potrebného na ohrev teplej vody urýchlilo rozhodnutie vlastníkov bytov o kompletnej výmene technických potrubí v dome. Na základe výberového konania, schválenej cenovej a materiálovej ponuky bola koncom marca 2017 uzatvorená s vybraným dodávateľom zmluva o dielo, na : „Výmenu ležatých a stúpačkových rozvodov SV, TV a kanalizácie, vrátane dodávky materiálu a stavebných prác pri výmene stúpačiek a likvidácie vzniknutého odpadu v bytovom dome“. Termín začatia plnenia diela bol stanovený na mesiac apríl a celé dielo sa malo dokončiť a kompletne odovzdať najneskôr do 30.júna 2017. Cena tejto rozsiahlej rekonštrukcie TZB bola 27.700 EUR, pričom výmena rozvodov teplej vody spolu s inštalovaným materiálom predstavovala cca do 30% uvedenej sumy. Pred výmenou potrubí sa naplánovala časová koordinácia všetkých prác, pretože byty sa čiastočne užívali aj počas rekonštrukcie. Ale aj napriek obavám sa vlastníci bytov správali počas rekonštrukcie disciplinovane, čím nedošlo k zdržaniu alebo k neplánovanému prerušeniu prác.

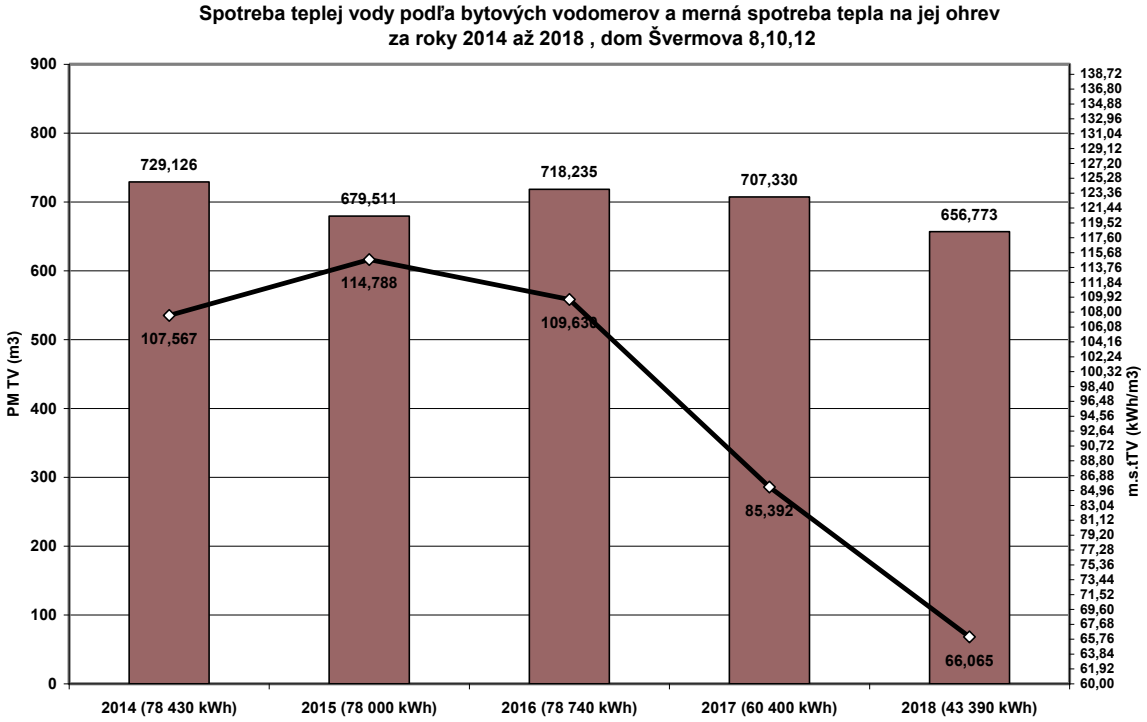
5. ZISTENÉ TECHNICKÉ PARAMETRE PO VÝMENE ROZVODU TEPLEJ VODY

Realizácia diela – výmeny ležatých a stúpačkových rozvodov SV, TV a kanalizácie bola ukončená v zmluve stanovenom termíne a podpisom zápisu o jeho prevzatí a odovzdaní. Práce boli vykonané v požadovanej kvalite a v dohodnutom rozsahu. Výsledné hodnoty mernej spotreby tepla na prípravu teplej vody za jednotlivé mesiace roku 2017 uvádzam v nasledujúcom grafe. Pretože výmena potrubia teplej vody bola realizovaná v júni 2017, zníženie mernej spotreby tepla na ohrev teplej vody sa naplno prejavilo v tomto mesiaci, pričom oproti januáru 2017 došlo k zníženiu mernej spotreby tepla a o 55,83% t.j. z hodnoty 115,822 kWh/m3 na hodnotu 51,164 kWh/m3. Najnižšia hodnota mernej spotreby tepla po výmene rozvodov bola zaznamenaná v júli 2017, kedy táto bola 49,615 kWh/m^3.



6. POROVNANIE A VYHODNOTENIE REALIZÁCIE VÝMENY POTRUBÍ TEPLEJ VODY

Rozpočítanie nákladov a vyúčtovanie dodávky teplej vody do bytov v dome na Švermovej ulici číslo 8,10,12 bolo pre konečných jej spotrebiteľov do roku 2016 nepriaznivé, pretože vysoká merná spotreba tepla a nútené odpúšťanie nedostatočne ohriatej vody zvyšovali jej cenu. Z nasledujúceho grafu je evidentné, že po výmene celého rozvodu sa množstvo tepla potrebného na ohrev teplej vody a tiež aj merná spotreba tepla na jej prípravu podstatne znížili.



V nasledujúcej tabuľke uvádzam prehľad množstva dodaného tepla na ohrev teplej vody, množstva studenej vody potrebnej na prípravu teplej vody, množstva celkovej odobranej teplej vody odpočítanej z bytových vodomerov u jej konečných spotrebiteľov a hodnotu koeficientu rozdelenia teplej vody od roku 2012 do roku 2018. Prostredníctvom určenej ceny tepla a ceny vodného a stočného teplej vody som uviedol konečnú cenu tepla potrebného na ohrev teplej vody počítanú na spotrebu 1m^3 u konečného spotrebiteľa, konečnú cenu vodného a stočného za skutočne spotrebované množstvo teplej vody a „konečnú cenu za spotrebovaný 1m^3 teplej vody“, ktorú zaplatil jej konečný spotrebiteľ. Porovnať dosiahnuté výsledky pred realizáciou výmeny rozvodov teplej vody a po jej ukončení môžeme v dome na Švermovej ulici číslo 8,10,12 mnohými spôsobmi, ale zo všetkých vyberám len porovnanie medzi rokmi 2016 a 2018. V roku 2018 pri nižšej cene tepla o 1,64% sa znížila merná spotreba tepla na ohrev teplej vody o 39,74% oproti roku 2016. Vo finančnom vyjadrení 1m^3 skutočne odobranej teplej vody u konečných spotrebiteľov bol vo vyúčtovaní nákladov za rok 2018 lacnejší oproti roku 2016 o 32,75%, t.j. menej o 4,47€. Uvedené dosiahnuté úspory preukazujú a potvrdzujú správnosť rozhodnutia vlastníkov bytov v bytovom dome na Švermovej ulici číslo 8,10,12 realizovať výmenu rozvodu teplej vody. V nasledujúcich rokoch môžeme taktiež očakávať energeticky efektívnu prípravu teplej vody, ktorej výsledná cena bude závisieť len od pohybu cien energií a nastavenia racionálnych parametrov času a teploty jej dodávky. Vzhľadom k veľmi dobrej dosiahnutej mernej spotrebe tepla na ohrev studenej vody potrebnej na prípravu teplej vody sa vlastníci bytov v bytovom dome dohodli na nepretržitej dodávke, pričom jej teplota od 22,00 hodiny do 04,00 hodiny sa udržuje na úrovni 38 stupňov Celzia.

PARAMETER ROK	Teplo TV (kWh)	K.V. (m3)	P.M. TÚV (m3)	koef.	cena tepla (€/kWh)	cena v-s TV (€/m3)	cena t TV (€/m3)	cena (€/m3)
2012	92 639	816,9	724,867	1,127	0,1064	2,96	13,61	16,57
2013	83 137	738,9	707,330	1,045	0,1075	2,87	12,60	15,47
2014	78 430	773,1	729,126	1,060	0,1154	2,95	12,41	15,36
2015	78 000	728,1	679,511	1,072	0,1055	3,03	12,11	15,14
2016	78 740	779,6	718,235	1,085	0,0976	2,95	10,70	13,65
2017	60 400	769,4	707,330	1,088	0,0899	2,99	7,68	10,67
2018	43 390	698,7	656,773	1,064	0,0960	2,84	6,34	9,18

7. ZÁVER

Matematický výpočet návratnosti vložených investícii do rekonštrukcie a modernizácie spoločných rozvodov v bytovom dome môžeme presne definovať a vypočítať. Jeden parameter, ktorý nie je možné s dokonalou presnosťou určiť a použiť pri výpočte je spokojnosť konečných spotrebiteľov teplej vody v bytovom dome s jej kvalitnou a stálou dodávkou do bytov. Kvalitná dodávka teplej vody po výmene rozvodov sa už nedá porovnávať s jej problematickou dodávkou do mája 2017, kedy mali k dispozícii teplú vodu s teplotou určenou príslušnou vyhláškou len sporadicky. Tuto investíciu možno považovať z hľadiska dosiahnutých úspor za dlhodobú, pretože aj v nasledujúcich rokoch bude

garantovať požadovanú technickú úroveň, bezpečnú a hospodárnu prevádzku spoločných častí bytového domu. Ale aj napriek tomuto konštatovaniu sa pokúsim odhadnúť, či finančné prostriedky vložené len do výmeny spoločného rozvodu teplej vody v bytovom dome na Švermovej ulici 8,10,12, boli efektívne investované. Odhad podielu nákladov na výmenu rozvodu teplej vody je cca 8.400 EUR. Rozdiel medzi cenou „1 m^3 teplej vody“ medzi rokmi 2016 a 2018 je 4,47 €/m^3. Teda pri spotrebe 656,773 m^3 teplej vody za rok 2018 predstavuje úspora v tomto roku čiastku 2.935,78 EUR. Podľa uvedeného by sa mali investičné náklady za výmenu rozvodov teplej vody v sume 8.400 EUR vrátiť za 2,9 roka. Keďže šetrenie finančných prostriedkov vlastníkov bytov za úhradu spotrebovanej teplej vody nastalo už od mesiaca júna 2017, za tých sedem mesiacov ostávajúcich do konca roka 2017 títo ušetrili cca 1.600 EUR. Pokiaľ túto finančnú čiastku započítame do doby úspory finančných prostriedkov investície výmeny rozvodov teplej vody, tak potom jej návratnosť by mala skončiť v marci roka 2020 za predpokladu terajšej spotreby teplej vody jej konečnými spotrebiteľmi. Na základe dosiahnutých výsledkov je možné konštatovať, že realizáciou výmeny spoločných častí a zariadení v bytovom dome na Švermovej ulici číslo 8,10,12, najmä však výmeny rozvodu teplej vody si vlastníci bytov významne znížili náklady za jej dodávku a spotrebu pri dodržaní jej určenej teploty a 24 hodinovej nepretržitej dodávky.

SPRACOVANIE A ROZPOČÍTANIE NÁKLADOV PRI PREVÁDZKE CENTRÁLNEHO ZDROJA TEPLA V BUDOVE

Ing. Miroslav Verčimák
F/12, Fudrekova 12
851 03 Bratislava
ZSVB na Slovensku
Masarykova 21, 040 01 Košice
e-mail: furdekova12@gmail.com

Prevádzka centrálneho zdroja tepla (domovej kotolne) v budove (bytovom dome), ktorý je vo vlastníctve vlastníkov bytov a nebytových priestorov, má svoje špecifiká a odlišností v porovnaní s prevádzkou systémov centrálneho zdroja tepla (CZT), alebo s prevádzkou domovej kotolne v bytových domoch, ktorej vlastníkmi alebo prenajímateľmi sú iné fyzické alebo právnické osoby a tie s teplom podnikajú na základe príslušných registrácií a povolení. Vzhľadom na tieto špecifiká je potrebné poukázať na odlišností pri prevádzke domovej kotolne a odporučiť predmetným subjektom možný zákonný spôsob spracovania a rozpočítavania nákladov na výrobu a dodávku tepla a teplej vody z domovej kotolne vo vlastníctve vlastníkov bytov, ktoré majú na správu svojho majetku založené spoločenstvo vlastníkov bytov a nebytových priestorov (SVB) v zmysle zákona č. 182/1993 Z. z. o vlastníctve bytov a nebytových priestorov v znení neskorších predpisov (zákon 182/1993), alebo ich prevádzku zabezpečuje na základe zmluvy registrovaný správca. Prevádzková prax pri spracovaní a rozpočítavaní údajov o nákladoch na výrobu tepla v domových kotolniach poukazuje na nejednoznačnosť legislatívy hlavne pre spracovanie údajov o nákladoch a následne na ich neobjektívne rozpočítanie.

Charakteristika domových kotolní

Domová kotolňa v bytovom dome je definovaná v zákone č. 100/2014 Z. z. z 20.marca 2014, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 657/2004 Z. z. o tepelnej energetike v znení neskorších predpisov (zákon 100/2014). Článok I, § 2 písmeno v) zákona znie: *Centrálnym zdrojom tepla v budove je zariadenie na výrobu tepla určené na ústredné vykurovanie, spoločnú prípravu teplej úžitkovej vody alebo iné využitie pre budovu alebo viac budov bez vonkajšieho rozvodu tepla*.

Zároveň v § 1 ods. 3 písm. c) predmetného článku zákona sa uvádza, že výroba tepla v centrálnom zdroji tepla v budove, v ktorej spoločenstvo vlastníkov bytov a nebytových priestorov v dome alebo ním poverená osoba rozpočítava množstvo vyrobeného tepla konečným spotrebiteľom a vlastníci bytov neprenajali centrálny zdroj inej osobe, že takáto

výroba nie je predmetom podnikania s teplom podľa uvedeného zákona. Aj napriek tejto úprave však v zákone o tepelnej energetike, ktorý upravoval a upravuje okrem iného podmienky podnikania v tepelnej energetike, práva a povinnosti účastníkov trhu s teplom, upravuje aj práva a povinnosti fyzických osôb pri výrobe tepla v centrálnom zdroji tepla v budove. Vlastníci bytov a nebytových priestorov, ktorí zároveň vlastnia podľa výšky vlastníckeho podielu v dome aj technické zariadenia budovy, teda aj zaradenie domovej kotolne a rozvody kúrenia v dome, predmetným zákonom sú definovaní ako výrobcovia tepla, zároveň ako dodávatelia, ako odberatelia a koneční spotrebitelia toho istého tepla, ktoré si vyrobia vo vlastnej domovej kotolni pre vlastnú spotrebu.

Zákon pre potreby rozpočítania nákladov rozlišuje dva druhy domových kotolní v bytových domoch a to:

- domové kotolne, ktoré sú vo vlastníctve vlastníkov bytov, ktorí si teplo vyrábajú pre vlastnú potrebu, s teplom nepodnikajú (predmet tohto príspevku),
- domové kotolne, ktoré sú vo vlastníctve iných fyzických a právnických osôb, alebo vo vlastníctve vlastníkov bytov, ktorí ich prenajímajú iným subjektom a tí s teplom podnikajú na základe príslušného povolenia, podliehajú pritom účinkom vyhlášky o cenotvorbe a vlastníkom bytov dodávajú a predávajú teplo za schválené regulované ceny. Pre tieto subjekty, ktoré vlastnia, alebo si prenajímajú domové kotolne platia v celom rozsahu ustanovenia vyhlášky MH SR č. 240/2016, ktorou sa ustanovuje teplota teplej úžitkovej vody na odbernom mieste, pravidlá rozpočítavania množstva tepla dodaného v teplej úžitkovej vode a rozpočítavania množstva tepla (vyhláška 240/2016) ako aj vyhláške MH SR č. 248/2016 o cenotvorbe (bývalá vyhláška URSO 222/2013).

Tomuto rozdeleniu domových kotolní zodpovedajú aj príslušné odlišností a špecifiká, ktoré vznikajú pri prevádzke zariadení domovej kotolne, pri výrobe a distribúcií tepla a teplej vody v bytových domoch a následne pri rozpočítavaní množstva dodaného tepla, resp. rozpočítavaní nákladov na dodané teplo a teplú vodu.

Rozpočítavanie nákladov na prevádzku domovej kotolne pri výrobe tepla a teplej vody

Podľa § 2 písm. c) vyhlášky č. 240/2016 sa objektom rozpočítavania stala aj budova s centrálnym zdrojom tepla podľa § 2 písm. v) zákona 100/2014 a to aj napriek tomu, že vlastníci bytov s teplom nepodnikajú, teplo nepredávajú ani nenakupujú, vyrábajú ho len za náklady bez zisku a len pre vlastnú potrebu.

Podľa novoprijatého ustanovenia § 4 ods. 3 písm. c) vyhlášky 240/2016 **pri rozpočítavaní množstva dodaného tepla** v budove s centrálnym zdrojom (domová kotolňa) **sa náklady na dodané teplo určia** *na základe údajov o ekonomicky oprávnených nákladoch (EON) vynaložených na obstaranie hmotného a nehmotného majetku používaného pri výrobe tepla v domovej kotolni, nákladoch na palivo, elektrinu, technologickú vodu a hmoty, osobných nákladoch zamestnancov vykonávajúcich opravu a údržbu domovej kotolne, nákladoch na poistenie, revízie, zákonné prehliadky, poplatky za znečistenie, údržbu a opravy a nákladoch na splácanie úveru vrátane úrokov. Pri určení EON sa má postupovať primerane podľa § 4 vyhlášky URSO č. 222/2013 (*teraz v znení vyhlášky č. 248/2016*), ktorou sa ustanovuje cenová regulácia v tepelnej energetike*.

Samotné odvolávanie sa na vyhlášku o cenovej regulácií je pre subjekty prevádzkujúce vlastnú domovú kotolňu zjavne neprípustné, nakoľko tieto subjekty nie sú subjektom regulácie, nepodliehajú cenotvorbe a pri prevádzke domovej kotolne nepoznajú žiadne EON. Náklady podľa zákona 182/1993 buď sú, alebo nie sú. Posudzovať, či sú ekonomicky

oprávnené, neprislúcha žiadnemu subjektu, ktorý rozpočítava náklady spojené s prevádzkou domovej kotolne. O nákladoch na zariadenia v bytových domoch rozhodujú vlastníci bytov (nie ÚRSO) podľa ustanovení zákona č. 182/1993, ktorý je pre vlastníkov bytov záväzný.

Z uvedeného textu vyplýva, že znenie § 4 ods. 3 písm. c) vyhlášky 240/1993 vykazuje znaky nesúladu zo zákonom 182/1993 a to tým, že **určuje náklady** a to EON, **ktoré majú byť rozpočítané** v nákladoch na dodané teplo. Zákon 182/1993 však hovorí o tom, že rozpočítané majú byť len priame náklady a ostatné náklady majú byť zúčtované ako celok podľa výšky vlastníckeho podielu. Túto skutočnosť potvrdzuje aj stanovisko príslušného odboru Ministerstva financií SR, č. j. MF18702/2016-74 zo dňa 5.10.2016. Ministerstvo hospodárstva SR ako tvorca vyhlášky vo svojom stanovisku MH SR, č. j. 34165/2016-4130-69500 zo dňa 25.1.2017, pod tlakom písomných argumentov priznalo, že rozpočítavať sa majú len priame náklady a ostatné náklady súvisiace s prevádzkou domovej kotolne rozpočítavaniu nepodliehajú a uhrádzajú sa z Fondu prevádzky, údržby a opráv (Fond PÚO) ako celok. V stanovisku MH SR odporúča pre vlastníkov bytov vo vyúčtovaní uvádzať aj **informatívny údaj** o výške ročných nákladov na domovú kotolňu z Fondu PÚO ako celok a samostatne pre každý byt a taktiež **informatívny údaj** o ročných zriaďovacích nákladoch na domovú kotolňu ako celok a jednotlivo pre byty, s prihliadnutím na deklarovanú životnosť zariadenia domovej kotolne. Tento údaj však možno uvádzať len za dodŕžania špecifických podmienok pri úhrade za stavbu kotolne.

Doporučený zákonný postup pri rozpočítavaní nákladov na teplo a TV z domovej kotolne

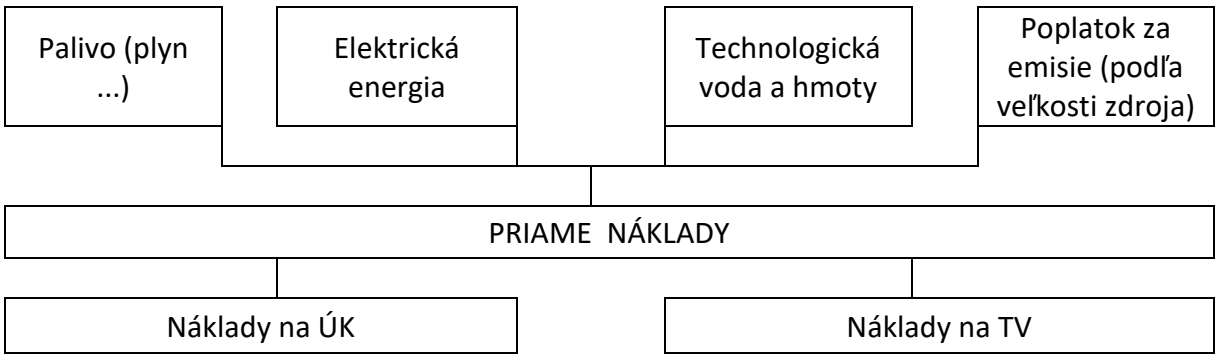
Z doposiaľ vyššie uvedeného textu vyplýva, že pri rozpočítavaní nákladov na výrobu tepla a teplej vody domové kotolne nepoznajú cenu tepla, ale zásadne účtujú len o nákladoch na výrobu 1 kWh alebo 1 MWh tepla.

Identifikácia nákladov na prevádzku domovej kotolne a ich správne spracovanie a zatriedenie do priamych nákladov (indikované údaje k spotrebe podľa meračov) a do nákladov z Fondu PÚO (vzťah k vlastníckemu podielu) zabezpečí následne čo najobjektívnejšie rozpočítanie nákladov pre konečných spotrebiteľov – vlastníkov bytov a nebytových priestorov. Akékoľvek chybné rozhodnutie o určení týchto nákladov a ich zatriedení má za následok vzájomnú diskrimináciu vlastníkov bytov pri vyúčtovaní nákladov.

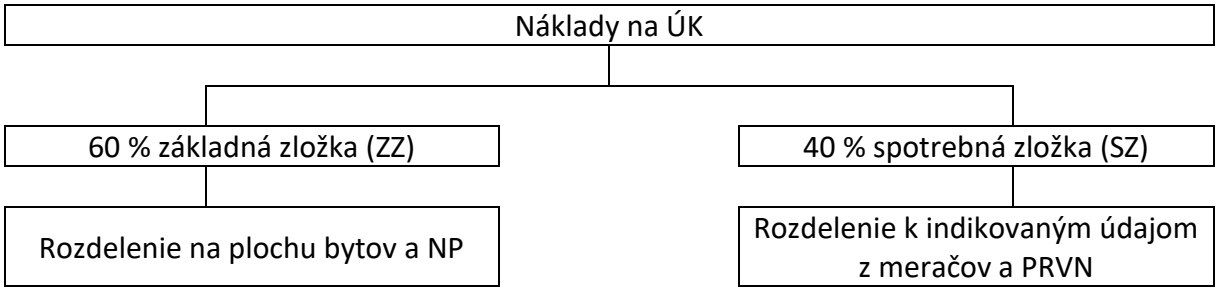
Zákonný postup je jednoduchý avšak poznatky z praxe potvrdzujú, že nie všetci správcovia a SVB, ktorí sa podieľajú na prevádzke domovej kotolne a následne na spracovaní údajov a rozpočítavaní nákladov na výrobu tepla v domovej kotolni rešpektujú zákonné rozdelenie nákladov. Najväčšou príčinou je pravdepodobne nevhodnosť softvéru, ktorý správcovia a firmy zaoberajúce sa odpočítavaním a spracovaním údajov o dodanom a spotrebovanom množstve tepla používajú a to pre rozpočítanie tepla dodaného zo systémov CZT a zároveň ho používajú na rozpočítanie nákladov na výrobu tepla vo vlastnej domovej kotolni. Použitím rovnakého softvéru často dochádza k neobjektívnemu rozpočítaniu nákladov za teplo pre jednotlivých spotrebiteľov. Princíp rozdelenia nákladov pri dodávke tepla zo systémov CZT a pri dodávke z vlastnej domovej kotolne je síce podobný, avšak zásadne rozdielny je obsah (náklady), ktorý sa rozpočítava.

Správne určenie nákladov na výrobu tepla v DK by malo obsahovať nasledovný postup:

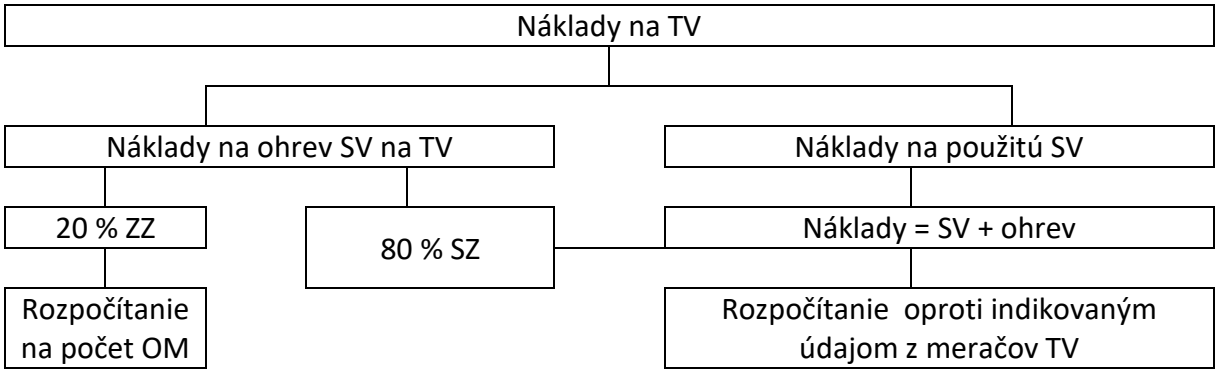
1.) Určiť **- Priame náklady**: – **plyn, elektrina, technologická voda a hmoty, prípadne poplatok za emisie v závislosti od veľkosti zdroja.** Tieto náklady s prihliadnutím na merače tepla pre kúrenie (ÚK) alebo prípadne merače tepla na ohrev teplej vody (TV) umiestnené v domovej kotolni rozdeliť na **náklady za teplo pre ÚK** a na **ohrev TV.** (obr. 1):



- **Náklady na kúrenie** rozdeliť podľa vopred schváleného pomeru (60:40, alebo iný schválený pomer) na základnú zložku (ZZ) a na spotrebnú zložku (SZ). Náklady ZZ rozpočítať na plochu bytov a NP jednotlivo. Náklady SZ rozpočítať voči indikovaným údajom z meračov tepla na odberných miestach alebo pomerových rozdeľovačov vstupných nákladov umiestnených na radiátoroch v bytoch. (obr.2):



- Náklady na teplú vodu sa rozdelia **povinne** na 20 % ZZ, ktorá sa rozdelí na počet odberných miest (OM) a na 80 % SZ, ktorá sa prípadne po pripočítaní nákladov za dodávku studenej vody (SV) použitej na ohrev na teplú vodu rozpočíta voči indikovaným údajom z meračov teplej vody na odberných miestach. (obr. 3):



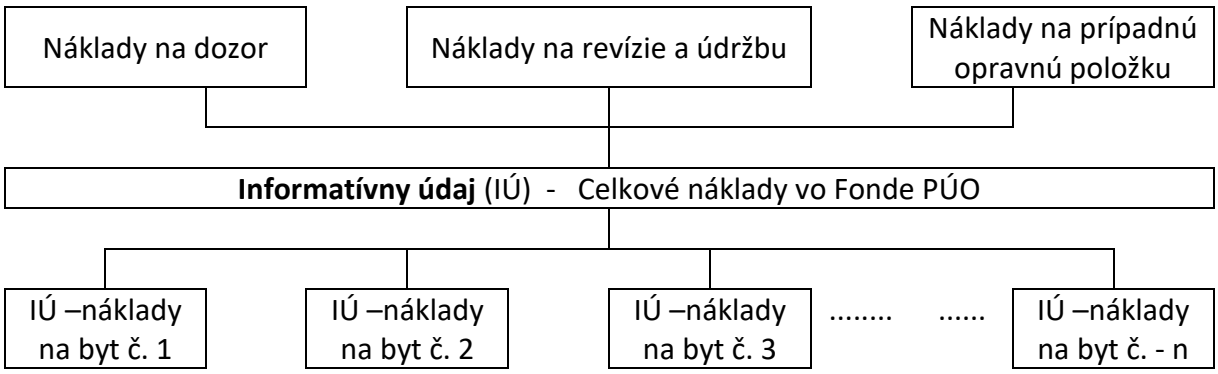
2.) Určiť - **Náklady z Fondu PÚO:**

- náklady na dozor -odborný dozor, poplatok za spracovanie a podanie hlásenia o emisiách
- revízie a údržba - kontrola vykurovacieho systému, servisná prehliadka kotlov, odborná prehliadka, revízia komína, vyčistenie filtra, kontrola expanznej nádoby, všetky opravy zariadení v domovej kotolni, vypracovanie prevádzkového poriadku v kotolni, odborná prehliadka elektrických zariadení domovej kotolne, poistenie, úhrada poplatkov za spracovanie hlásenia o emisiách, prípadne ročná úhrada úveru a úrokov z úveru **a iné** náklady súvisiace s prevádzkou, údržbou a opravami domovej kotolne
- opravná položka – účelovo viazané prostriedky vo Fonde PÚO na väčšie opravy na ďalšie obdobie, výšku, ktorých si vlastníci každoročne môžu schváliť navyše (ak sa rozhodnú

ich tvoriť), okrem ostatných prostriedkov priamo do Fondu PÚO (namiesto odpisov).

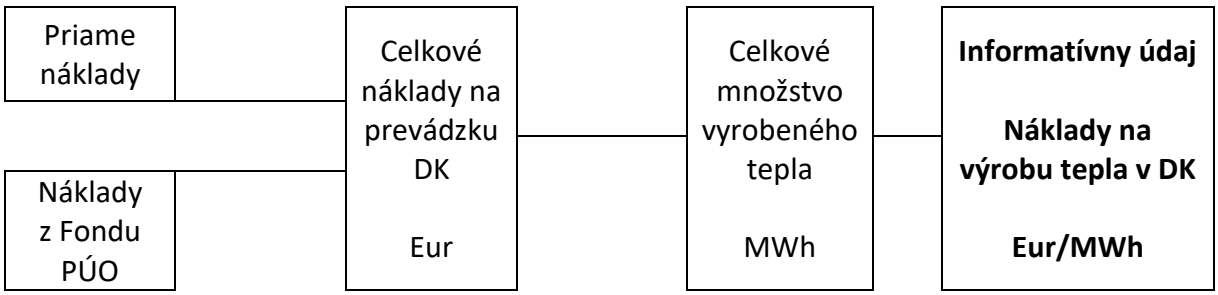
Výška tvorby príspevkov na náklady spojené s prevádzkou, údržbou a opravami domovej kotolne do Fondu PÚO sa spravidla schvaľuje pred zúčtovacím obdobím a použité náklady sa následne zúčtovávajú vo Fonde PÚO ako celok.

Výška nákladov na domovú kotolňu z Fondu PÚO. Pre vyššiu informovanosť a zorientovanie vlastníkov bytov vo výške nákladov na prevádzku domovej kotolne je možné vo vyúčtovaní zúčtovacieho obdobia jednotlivým vlastníkom poskytnúť **informatívny údaj o výške nákladov z Fondu PUO** ako celku a taktiež o výške nákladov z Fondu PÚO pripadajúcich na jednotlivé byty zásadne však podľa výšky vlastníckeho podielu v bytovom dome. (obr.4):



Výška zriaďovacích nákladov na domovú kotolňu. Pre vyššiu informovanosť vlastníkov bytov z vlastnou domovou kotolňou v zmysle ustanovení vyhlášky č. 240/2016 je možné ako **informatívny údaj** uviesť vo vyúčtovaní zúčtovacieho obdobia aj údaj **o ročnej výške zriaďovacích nákladov** ako celok za domovú kotolňu a taktiež o ročnej výške zriaďovacích nákladov pre jednotlivé byty, zásadne však podľa výšky vlastníckeho podielu v bytovom dome. Zriaďovacie náklady v roku uvedenia domovej kotolne do prevádzky sa podelia počtom rokov výrobcom deklarovanej životnosti zariadenia (15, 20 rokov) a takto získaná ročná výška zriaďovacích nákladov sa rozdelí pre jednotlivých vlastníkov bytov podľa výšky vlastníckeho podielu. Takto možno postupovať len v prípade, že bola domová kotolňa v čase uvedenia do prevádzky zaplatená celá z prostriedkov zhromaždených priamo vo Fonde PÚO. Tento informatívny údaj o zriaďovacích nákladoch však nie je možné vlastníkom bytov poskytnúť v tom prípade, ak bola domová kotolňa zaplatená z úveru. Úverové prostriedky sú už v tom prípade súčasťou ročných nákladov z Fondu PÚO **a tie sú súčasťou informatívneho údaju o ročných nákladoch z Fondu PÚO** (duplicita v nákladoch v informatívnych údajoch)**.**

V zdôvodnení MH SR ako tvorca vyhlášky č. 240/2016 k obsahu znenia novoprijatých ustanovení (§ 4, ods. 3, písm. c), § 10), konštatuje, že prijaté znenie vyhlášky napomôže porovnať ceny tepla od dodávateľov zo systémov CZT s nákladmi na výrobu tepla v domovej kotolni, kde má údajne dochádzať k skresľovaniu poskytovaných informácií o skutočných nákladoch v domovej kotolni cez skryté náklady vo Fonde PÚO. Na objektívnejšie posúdenie tohto nepravdivého tvrdenia by mali prevádzkovatelia domových kotolní pre spotrebiteľov pri rozpočítavaní a vyúčtovaní nákladov na výrobu tepla a ohrev teplej vody ako **informatívny údaj** uvádzať aj údaj **o výške nákladov na výrobu 1 MWh tepla.** Tento údaj možno vypočítať sumarizáciou priamych nákladov a nákladov na prevádzku domovej kotolne z Fondu PÚO a ich delením celkovým množstvom vyrobeného tepla. (obr. 5):



Výsledný informatívny údaj možno následne využiť na porovnanie s cenou tepla od dodávateľa zo systémov CZT na dotknutom území v danom zúčtovacom období. Doteraz získané výsledky z domových kotolní hovoria o tom, že domové kotolne dosahujú o 40 – 60 % nižšie náklady na výrobu 1 MWh tepla oproti systémom CZT.

ZÁVER

Opísaný postup rozdelenia nákladov na výrobu tepla na kúrenie a ohrev teplej vody zaručuje nediskriminačné rozpočítanie nákladov pričom rešpektuje dôsledné rozpočítanie priamych nákladov na vyrobené a spotrebované teplo voči indikovaným údajom na pomerových rozdeľovačoch nákladov na teplo, prípadne meračoch tepla pre byty a meračoch teplej vody v bytoch. Taktiež rešpektuje ustanovenia zákona na podiele vlastníkov bytov pri úhrade nákladov na prevádzku, údržbu a opravy technického zariadenia - domovej kotolne z prostriedkov Fondu PÚO podľa princípu veľkosti vlastníckeho podielu.

Špecifiká pri prevádzke domovej kotolne a následne rozpočítavanie nákladov na výrobu tepla v domovej kotolni by mali byť zohľadnené aj v predmetnej vyhláške, a to tak aby aj v tejto oblasti bola zachovaná čistota právnych vzťahov. Súčasné znenie vyhlášky č. 240/2016 podľa poznania z praxe často dezorientuje prevádzkovateľov domovej kotolne a spracovateľov údajov pri rozpočítavaní nákladov na vyrobené teplo a teplú vodu, čo v konečnom dôsledku môže mať vplyv na vzájomnú diskrimináciu vlastníkov bytov pri rozpočítavaní nákladov na dodané a spotrebované teplo a teplú vodu z vlastnej domovej kotolne. Znenie predmetných ustanovení vyhlášky č. 240/2016 si vyžaduje legislatívnu úpravu z rešpektovaním odlišností pri rozpočítavaní množstva tepla dodaného zo systémov CZT a rozpočítavaní nákladov na výrobu tepla v domovej kotolni, a to za dodržania predmetných ustanovení zákona č. 182/1993 v platnom znení.

INTELIGENTNÝ ODPOČET POMOCOU SYSTÉMU READy

Ing. Róbert Režo
V.I.Trade s.r.o.
Novozámocká 102
949 05 Nitra
e-mail: rezo@vit.sk

1. ÚVOD

V článku sa budeme venovať systému READy, ktorý pracuje na bezdrôtovom prenose dát ktorý je unikátnym riešením pre rýchle, jednoduché a inteligentné meranie spotreby vody, tepla, chladu alebo elektriny. Systém READy realizuje odpočet dvomi spôsobmi:

- mobilný odpočet,
- odpočet prostredníctvom siete priamo zo sídla užívateľa.

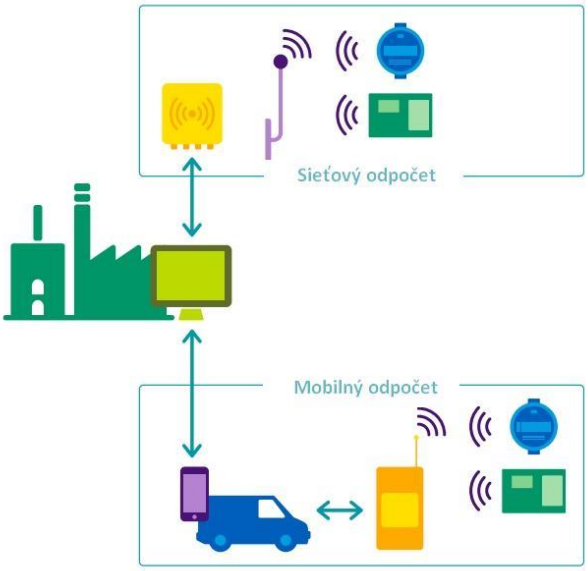
Systém READy sa ľahko prispôsobí rôznym požiadavkám na odpočet.

2. Systém READy

Diaľkový odpočet systému READy realizuje odpočet prostredníctvom:

- **mobilného odpočtu** meračov priamo z vozidla, ktoré sa predchádza v blízkosti merača,
- **odpočtu cez sieť**, kedy sú merače odpočítavané priamo na dennej alebo hodinovej báze pomocou jednej alebo niekoľkých pevných jednotiek pre zber dát. Odpočet pomocou siete sa dá ľahko rozšíriť, takže môžete začať rozsiahlejších oblastiach nedostupných pre mobilný odpočet alebo oblastiach, kde je požadované podrobné monitorovanie spotreby,
- **kombinácia mobilného odpočtu a odpočtu prostredníctvom siete** – dáta sú v niektorých oblastiach odčítavané priamo pomocou siete a v niektorých oblastiach prostredníctvom mobilného odpočtu.

Jednotlivé spôsoby odpočtov sú znázornené na Obr. 1.



Obr. 1
Spôsoby odpočtov systému READy

Bez ohľadu na to, či zvolíte meranie pomocou mobilného odpočtu alebo pomocou siete, získate priamy prístup k podpore a namerané dáta môžu byť podľa vášho želania bezpečne uložené v spoločnosti Kamstrup.

Medzi najväčšie výhody systému READy patria:

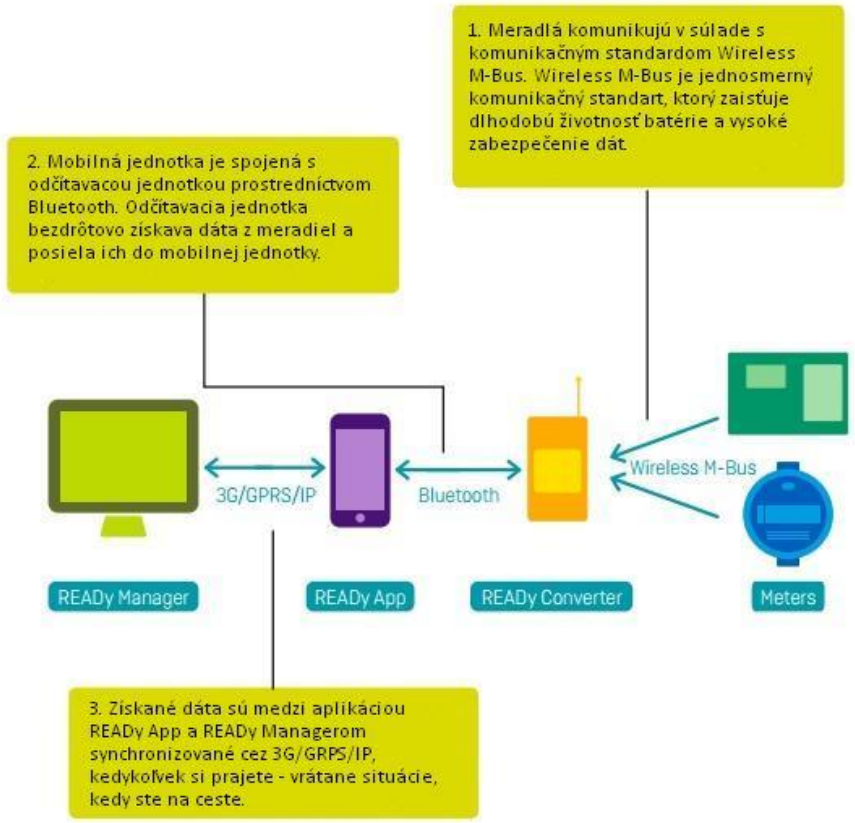
- bezdrôtové odčítanie meračov tepla, chladu, elektrickej energie, studenej a teplej vody Kamstrup,
- automatické zobrazenie GIS informácií na základe adresy meracieho bodu,
- možnosť odpočtu na dennej alebo hodinovej báze,
- odčítanie až 15 000 meračov.

2.1. Mobilný odpočet READy

Pri mobilnom odpočte sú údaje z meradiel odčítavané priamo z auta, ktoré prechádza oblasťou, kde sa nachádzajú dané meradlá. Je potrebné mať mobilnú jednotku s Androidom (smartphone alebo tablet) a odpočtovú jednotku READy konvertor. Zber nameraných údajov prebieha jednoducho a intuitívne cez mobilnú aplikáciu READy App.

Keď je odpočet hotový, dáta z meradla sú prenesené do READy Manageru (PC program) z READy aplikácie v mobilnom telefóne, prostredníctvom dátovej siete.

Systém mobilného odpočtu je znázornení na Obr. 2.



Obr. 2
Mobilný odpočet READy

Na mobilný odpočet je potrebné:

- konvektor ktorý odčítava dáta z meračov a prenáša do READy App,
- smartphone alebo tablet s aplikáciou READy App,
- Softvér READy Manager v PC.

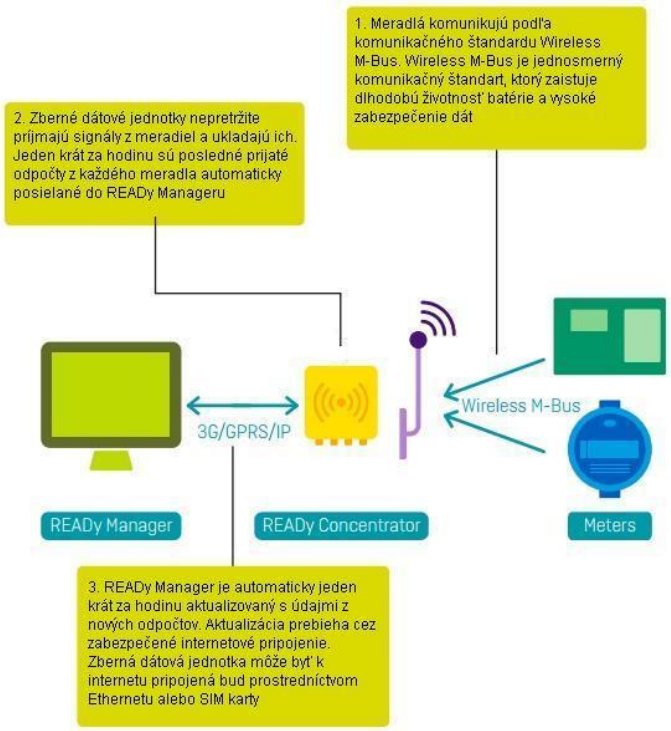
Konvertor

Úlohou READy konvertora je čítanie a prijímanie dát z meračov a odoslanie do smartfónu resp. tabletu, ktorý je zodpovedný za ukladanie dát. Každé zariadenie môže obsahovať dáta až z 15 000 meračov. Priama komunikácia medzi inteligentnými meračmi energie a READy konvertorom je založená na jednosmernom komunikačnom protokole, ktorý sa zameriava na rýchlu, bezpečnú a robustnú dátovú komunikáciu s dlhou životnosťou batérie. Vďaka optimalizovanému bezdrôtového M-Bus komunikačného protokolu, READy konvertor môže prijímať dáta až z 30 inteligentných meračov spotreby energie za sekundu, čo je ideálne pochôdzkové (drive-by) riešenie.

2.2. Sieťový odpočet READy

Po inštalácii jedného alebo viacerých pevných zberných dátových jednotiek v danej meranej oblasti, môžu byť odpočty meradiel prevádzané priamo zo zariadení, a to na dennej alebo hodinovej báze. Zberná dátová jednotka sa skladá z jednej alebo dvoch antén, ktoré prijímajú signály z meradiel. Antény sú pripojené pomocou káblu ku koncentrátorovej

jednotke, ktorá cez GRPS, alebo IP odosiela odčítané dáta do READy Manageru. Tento systém je vysvetlený aj na Obr. 3



Obr. 3
Sieťový odpočet READy

Na výstavbu fixnej READy siete je nevyhnutné:

- koncentrátor s pripojením na 230V, pripojenie na IP sieť, alebo 2G/3G modem,
- anténu pripojenú cez kábel na koncentrátor, ktorá slúži na prijímanie signálu z meračov,
- softvér READy Manager.

Zberná dátová jednotka za bežných podmienok môže odčítať meradlá v okruhu 500 – 600 metrov. S pomocou špeciálnych antén, umiestnených napríklad vo výškových bodoch, je možné zvýšiť dosah až na viac ako 3 kilometre.

Koncentrátor
Zberná jednotka vyžaduje pripojenie k elektrickej sieti 230 V, poprípade IP pripojenie. Ak nie je k dispozícii IP pripojenie, koncentrátor môže byť vybavený na bezdrôtový prenos dát s 2G/3G modemom a SIM kartou.
Akonáhle je koncentrátor pripojený k sieti 230V a internetovej sieti, je možné cez mobilnú jednotku alebo PC overiť, aké meradlá môže koncentrátor odčítať. Vďaka tomu je ľahké rozhodnúť optimálnom umiestnení dátovej zbernej jednotky.
Spojenie medzi meradlom a koncentrátorom je možné rýchlo overiť cez webovú stránku, prispôsobenú k prehliadaniu v mobile.

3. Software READy Manager

READy Manager je počítačový softvér pre merače, snímače a pre čítanie údajov z uvedených zariadení. READy Manager má jednoduché a logické používateľské rozhranie s úvodnou štartovacou stránkou slúžiacou ako štartovací bod a nápoveďou na ikonách pre ďalšie funkcie, čo robí aplikáciu veľmi intuitívnou a ľahko použiteľnou. Informácie o najzákladnejších funkciách sa zobrazia kliknutím na ikonu „pomoci“ na úvodnej stránke. Ready Manager je primárne navrhnutý tak, aby fungoval ako hostiteľské riešenie, v ktorom sa odčítané údaje ukladajú na zabezpečených serveroch v spoločnosti Kamstrup. Môže byť alternatívne určená aj ako lokálne riešenie, pričom sú údaje uložené lokálne na počítači zákazníka. Softvér ponúka množstvo funkcií, ktoré robia prácu s dátami jednoduchou, a to napríklad:

- mobilné čítanie dát,
- priame čítanie dát na dennej báze prostredníctvom pevnej rádiovej siete,
- priame čítanie dát na hodinovej báze prostredníctvom pevnej rádiovej siete,
- priame čítanie dát vybraných meračov v 5-minútových intervaloch (časový interval závisí od kvality vybudovanej siete),
- funkcie pre import databázy zákazníkov,
- grafická vizualizácia čítaných údajov z meračov,
- zobrazenie meračov na mape,
- automatické súradnice GPS na základe adries,
- používateľom definované formáty na export dát do fakturačných systémov,
- funkcia automatického exportu dát,
- možnosť prijímania dát e-mailom v hodinových, denných, týždenných alebo mesačných intervaloch (iba hostiteľské riešenia),
- zoskupenie meračov, tvorba skupín,
- riadenie mobilných odpočtových jednotiek,
- prehľad informačných kódov,
- zobrazenie zaznamenaných údajov z meračov tepla, chladu, vodomerov a elektromerov,
- rozšírené filtrovanie.

READy App je mobilná aplikácia, ktorá spolu s Bluetooth pripojeným prevodníkom zmení Váš mobilný telefón na účinný nástroj odčítavania údajov z meračov. READy App je veľmi intuitívna aplikácia a robí odpočet a synchronizáciu dát s centrálnym softvérom na správu údajov veľmi jednoduchým. Stlačením tlačidla v READy App sú dáta bezdrôtovo synchronizované s dátami v centrálnom softvéri na správu údajov a tým sú merače dostupné už aj v aplikácii. Keď je READy App v režime čítania, integrovaná funkcia Google maps zobrazuje na mape geografickú polohu doteraz neodčítaných meračov na mape, čo robí odpočet údajov s READy App veľmi jednoduchým a efektívnym. Keď sú údaje z meračov odčítané, rozsvietia sa a z mapy následne zmiznú. Takto má operátor k dispozícii jasnú informáciu o polohe zostávajúcich meračov. Okrem čítania údajov pomocou bezdrôtovej dátovej komunikácie z meračov môže byť READy App použitý spolu s pripojenou bluetooth optickou hlavou.

Keď je optická hlava umiestnená na infraporte nachádzajúcom sa na meračoch tepla, chladu a vodomeroch je možné sa dostať k údajom v meračoch prostredníctvom READy App. Aplikácia obsahuje funkcie, ktoré robia mobilný odpočet údajov a zároveň aj nastavenie siete veľmi jednoduchým a efektívnym, zahŕňajúc:

- správa až do 15 000 meracích miest,
- zobrazenie mapy a zároveň zobrazenie zoznamu meračov,
- funkciu vyhľadávania,
- grafické zobrazenie odčítaných údajov z meračov tepla, chladu, vodomerov a elektromerov,
- zobrazenie info kódov,
- synchronizáciu údajov s READy softvérom,
- overenie sily signálu z meračov,
- konfiguráciu sieťových komponentov.

Obr. 4
READy Manager a READy App

4. ZÁVER

Vďaka systému pre diaľkové odpočty READy sa môžeme definitívne rozlúčiť s manuálnymi odpočtami a eliminovať chyby a riziká spojené so zlyhaním ľudského faktora pri manuálnych odpočtoch. Systém má jednoduchú a prehľadnú funkciu reportovania. Údaje o spotrebe je možné odčítať automaticky, bez toho aby ste obťažovali svojich zákazníkov. Využitím systému READy dokážeme rýchlejšie eliminovať úniky vody, a tým obmedziť plytvanie s vodou.

Ak sa rozhodnete pre mobilný alebo sieťový odpočet, získate priamy prístup k zákazníckej podpore a namerané dáta budú bezpečne uložené v spoločnosti Kamstrup.

Literatúra

[1] KAMSTRUP. Online [www.kamstrup.com]

HWAT systém - INOVACE V ROZVODECH TEPLÉ VODY V BUDOVÁCH

Ing. Miroslav Kašák
nVent Thermal Belgium, o.z.
Na příkopě 988/31
110 00 Praha 1
e-mail: miroslav.kasak@nvent.com

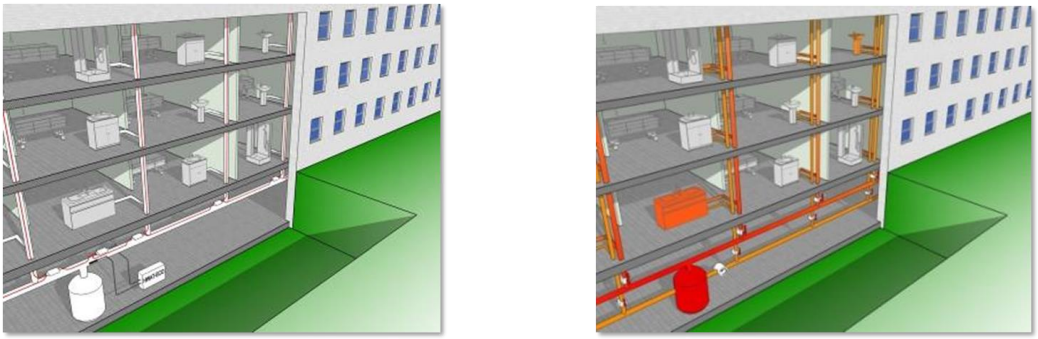
Abstrakt
Firma nVent-Raychem podporuje inovace a nové trendy v rozvodech teplé vody bez cirkulace s možností využití fotovoltaiky v létě k pokrytí tepelných ztrát potrubí. Systém HWAT - Raychem pro udržování teplé vody v potrubí splňuje základní požadavek na hygienu, hospodárnost, flexibilitu a současně zajistí komfort dodávky teplé vody ihned po otevření kouhoutku.

1. ÚVOD

Abychom byli připraveni na zítřejší požadavky trhu, je nutno již dnes nalézt nákladově efektivní a ekologické řešení na rozvod teplé vody v budovách. Výroba a rozvod TUV představuje významnou část odběru energie v objektu. Dodávka teplé vody bez plýtvání energií a pitnou vodou je požadavkem kladeným na každý moderní teplovodní rozvodný systém. Současně musí být provoz systému hospodárný a bezúdržbový. Systém HWAT od firmy Raychem představuje řešení problému s rozvody teplé vody v budovách.

1.1 Tradiční řešení: cirkulační systém

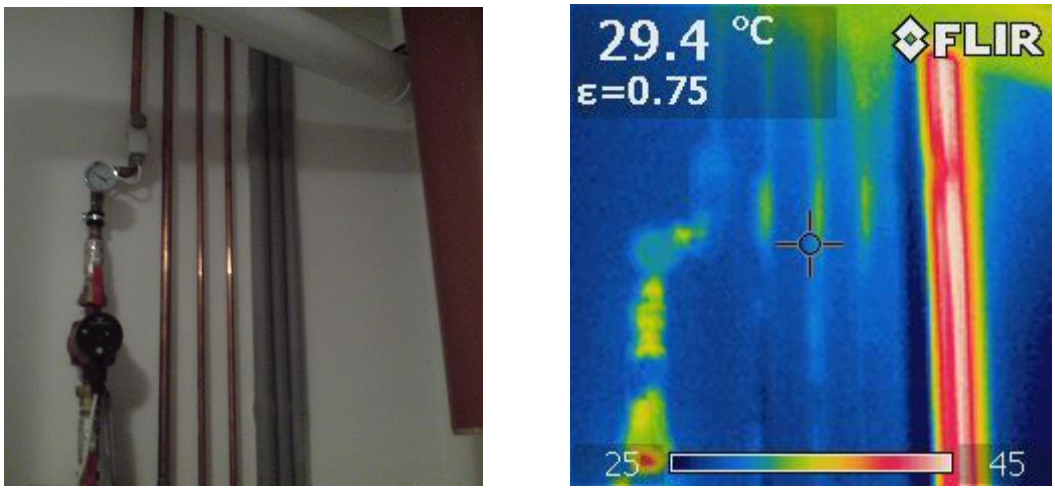
Běžný jednoduchý cirkulační systém vyžaduje zpětné potrubí, které přibližně zdvojnásobí délku rozvodů a přidává další tepelnou ztrátu potrubí. V praxi se souběžné potrubí hůře izoluje, pokud není dodržena dostatečná rozteč potrubí pro správnou tloušťku izolace. Přidaná tepelná ztráta vratného potrubí je dalším zdrojem přídavného tepla, které v létě musí být z budovy odvedeno chladícím systémem a to vyžaduje další spotřebovanou energii.



a) b)

Obr. 1 - a) Cirkulační systém , b) HWAT systém - jednotrubkový

1.2 Ukázka nesprávné izolace cirkulačního potrubí

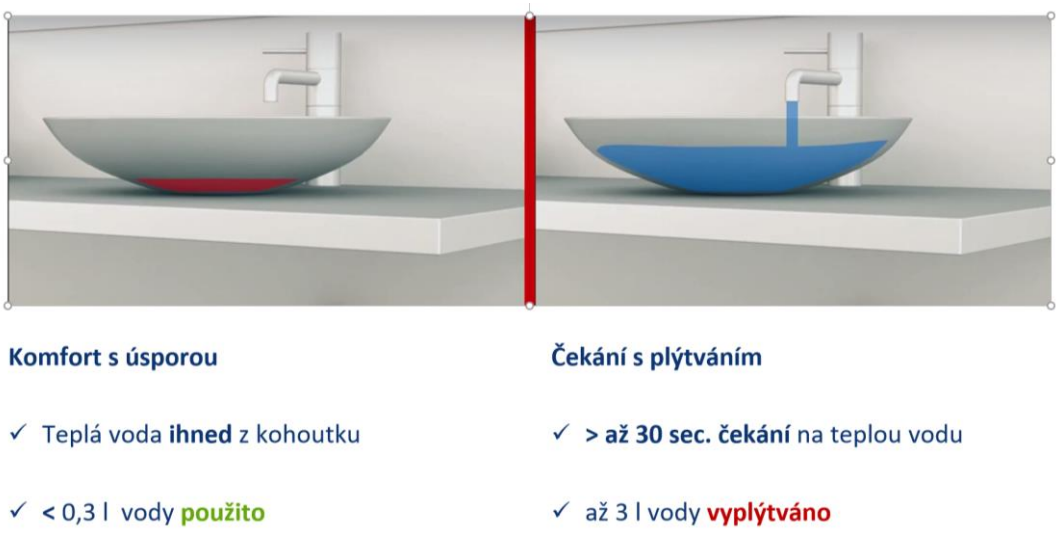


a) b)

Obr. 2 a) cirkulační potrubí - izolace Mirelon, b) Infra snímek cirkulačního potrubí

2. Raychem HWAT systém pro udržování teplé vody v budovách bez cirkulace

S jednotrubkovým systémem Raychem HWAT lze energii spotřebovanou na rozvod teplé vody snížit až o 60 % ve srovnání s množstvím, které spotřebuje cirkulační systém. HWAT systém může přinést významné snížení CO_2, hlavně pokud se pro napájení systému využije elektrická energie z obnovitelných zdrojů, jako jsou například fotovoltaické kolektory.
Současně lze jednoduchým způsobem zajistit pokrytí tepelných ztrát až ke kohoutku a snížit čas čekání na teplou vodu. Komfort tak zajistí úsporu teplé vody a energie s kvalitní regulací HWAT-ECO.



a) *b)*

Obr. 3 a) HWAT systém, b) Systém bez cirkulace do 3 l

2.1 Raychem HWAT systém - výhody řešení

- Jednotrubkový systém má pouze jedinou větev, takže odpadá tepelná ztráta ve zpětném potrubí.
- Přesně definovaná tepelná ztráta potrubí je pokryta samoregulačním topným kablem až ke kohoutku.
- Jednoduchá instalace a flexibilita se systémem RAYCLIC.
- Účinná ochrana proti *Legionelle* odzkoušená v praxi.
- Záruka na systém 12 let.
- Odzkoušeno více jak 35 lety v provozu po celém světe.
- Úspora energie s kvalitní regulací, kde se nastavuje odběrový diagram a noční útlum.
- HWAT systém lze instalovat na plastové i kovové potrubí.

a) b) c)

Obr. 4 a) HWAT na kovovém potrubí , b) HWAT na plastovém potrubí, c) Tl. izolace dle normy

2.2 Úspora se systémem HWAT

Úspora jednotrubkového systému HWAT byla analyzována ve spolupráci s ČVUT Praha, UCEEB. Analýza byla provedena na dvou bytových domech v Praze. Pro analýzu byl vybrán jeden objekt vertikální s 15 NP, celkem 75 byty a 175 osobami, druhý objekt horizontální s 5 NP, celkem 35 byty a 84 osobami. Analýza byla provedena v programu Trnsys, výpočtová doba simulace byla 1 týden s jednou dezinfekcí proti *Legionelle* a výpočtový krok byl 1 min. Spotřeba teplé vody se počítala dle křivky odběru ČSN 06 03 20, na 1 osobu 50 l.

Analýza prokázala pokles spotřeby tepla na přípravu TUV, kde rozhodujícím faktorem je omezení tepelných ztrát rozvodů TUV. U společných rozvodů poklesla tepelná ztráta až o 57 %.

Úsporu energie lze dále zvýšit nastavením nočního útlumu a odběrového diagramu vody.

Obr. 5 Nastavení jednotky HWAT- ECO dle odběrového diagramu

3. ZÁVĚR

Investoři, architekti a stavební inženýři jsou v dnešní době povinni aktivně hledat technická řešení ke snižování spotřeby energie, začlenit využití obnovitlených zdrojů a tím přispět ke snížení produkce CO_2. U pasivních objektů větší podíl energie zaujímá energie potřebná pro výrobu a rozvod teplé užitkové vody. S jednotrubkovým systémem Raychem HWAT lze energii spotřebovanou na rozvod teplé vody snížit až o 60 % ve srovnání s cirkulačním systémem. Současně systém HWAT výrazně zvyšuje životnost kompresoru a roční topný faktor tepelných čerpadel, která se stále častěji používají pro výrobu TUV.

Při rozhodování o využití systému HWAT je vhodné kromě ekonomických, technických a legislativních aspektů zvážit i uživatelský komfort, který je se systémem HWAT na vysoké úrovni.

Literatura

[1] nVent-RAYCHEM REFERENCE LIST Hot water temperature maintenance for single pipe hot water sytems.

[2] Ing. Daniel Adamovský, Ph.D., Ing. Martin Kny, Ph.D., ČVUT, UEECB, Modelová analýza systémů distribuce teplé vody v bytovém domě. Porovnání energetické náročnosti systému s cirkulací teplé vody a systému s topnými kabely.

[3] Dr.-Ing. Martin Knorr; Dr.-Ing. habil.Joachim Seifert, TU Dresden, Institut für Energietechnik , Energetische Gesamtanalyse von Trinkwarmwassererzeugungs-und Verteilsystemen, Warmwassererzeuger: Brennwert-Gerät und Brennwert-Gerät mit Speicherladesystem.

[4] BRUGSVAND -VVS 15/2000, Legionellabekæmpelse med varmekabler
[5]SBi 2009: Varmt Brugsvand, Måling af forbrug og varmetab fra cirkulationsledninger.

[6] nVent-RAYCHEM HWAT ENERGY EFFICIENCY STUDY, Total energy analysis of domestic hot water generation and distribution systems hot water generator: condensing heating boliler system.

Použité zkratky v textu

UCEEB – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov
TUV – Teplá užitková voda

Klíčová slova

HWAT – Název systému pro udržování teplé vody (Hot Water At Time)
HWAT-ECO – Název výpočetní řídící jednotky pro řízení systému HWAT
RAYCLIC – Unikátní systém pro rychlou instalaci samoregulačního kabelu na potrubí

ANALÝZA SPOTREBY STUDENEJ A TEPLEJ VODY V BYTOVÝCH DOMOCH

Ing. Taťjana Jánošková, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra technických zariadení budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: tatjana.janoskova@stuba.sk

Abstrakt
Príspevok sa zaoberá analýzou spotreby studenej a teplej vody po modernizácii niektorej zo súčastí systému prípravy TV. Za vzorku sa zobrali objekty, v ktorých boli vymenené vnútorné rozvody, príp. aj zdroj teplej vody. Sledoval sa vplyv na spotrebu vody, spotrebu energie na prípravu teplej vody a v neposlednom rade na platby konečných spotrebiteľov.

1. ÚVOD

Modernizácia systémov prípravy teplej vody (TV), prináša pre dodávateľov očakávanie zníženia spotreby energie na jej prípravu. Koneční spotrebitelia, ktorí do obnovy investovali nemalé prostriedky, očakávajú zníženie platieb za spotrebovanú teplú vodu.

1.1 Analyzované objekty a rozsah modernizácie

Na analýzu boli vybraté štyri bytové domy (BD). V nich prebehla v rôznych časových obdobiach modernizácia:

- V **BD 1** sa v r. 2013 menili vnútorné rozvody a tepelná izolácia. Zdroj bol modernizovaný v roku 2008.
- V **BD 2**, **BD 3**, **BD 4** sa v r. 2012 menila technológia prípravy teplej vody (TV). Pôvodný systém centrálnej prípravy TV v zásobníkovom ohrievači, ktorý bol umiestnený zdroji TV mimo budovy, bol nahradený ohrevom v kompaktnej odovzdávacej stanici tepla (KOST) priamo v jednotlivých domoch. Vzhľadom na umiestnenie nového zdroja TV bližšie k spotrebiteľovi, bola priemerná teplota ohrievanej TV znížená z 58 °C na 52 °C.
- V **BD 2** ostali pôvodné vnútorné rozvody, vykonali sa len opravy na poškodenej tepelnej izolácii.
- V **BD 3** a **BD 4** boli vymenené aj vnútorné rozvody a tepelná izolácia.

Prehľadne je rozsah modernizácie v jednotlivých BD znázornený v tab.1.

Tab. 1 Rozsah modernizácie systému zásobovania teplou vodou

Objekt	Popis objektu	Počet bytov	Počet obyvateľov (priemerne)	Rozsah modernizácie / rok	
				zdroj	vnútorné rozvody
BD 1	Radový, 3 vchody, 5 schodísk, 5 NP	50	100	X	✓ 2012
BD 2	Bodový, 12 NP	65	150	✓ KOST / 2012	X
BD 3	Radový, 5 vchodov, 7 NP	70	180	✓ KOST / 2012	✓ 2012
BD 4	Bodový, 11 NP	46	100	✓ KOST / 2012	✓ 2012

1.2 Popis vstupných a analyzovaných parametrov

Na analýzu boli použité údaje o spotrebe studenej vody (SV) a teplej vody (TV), údaje o množstve tepla na prípravu TV v jednotlivých BD a údaj o osobomesiacoch. Tak isto boli k dispozícii údaje o nákladoch za jednotlivé energie.
Analyzovali sa údaje z rokov 2009, resp. 2010 až po rok 2017, t. j. pred rekonštrukciou a po nej.
Sledované parametre:
- vývoj spotreby studenej a teplej vody (m^3) za odberné miesto a priemerná spotreba konečného spotrebiteľa (m^3/os.),
- zmena pomeru spotrebovanej studenej a teplej vody SV / TV,
- merná spotreba tepla na prípravu TV (GJ/m^3),
- priemerné platby konečných spotrebiteľov za odobratú studenú a teplú vodu a tepla na prípravu TV.

2. VÝSLEDKY A ZHODNOTENIE ANALÝZ

Ako bolo uvedené, analyzované boli štyri BD, za ktoré sme potrebné dáta získali od správcovských spoločností. Po vyhodnotení sa najlepšie výsledky dosiahli v BD4, v ktorom boli v rámci modernizácie vymenené rozvody (vrátane tepelnej izolácie) a zmenil sa spôsob prípravy TV (centrálny ohrev v zásobníkovom ohrievači mimo BD vymenený za prípravu v KOST v BD). Porovnateľné boli výsledky v BD3 s rovnakým rozsahom modernizácie. V objektoch BD1 a BD2, v ktorých bola vykonaná len čiastočná obnova systému, sa nedosiahli také výrazné úspory. Pre názornosť sú uverejnené len výsledky za BD4. Podrobne sú analýzy pre ostatné objekty spracované v tabuľkách v [1].

2.1 Vývoj spotreby energií v BD4

Údaje o spotrebe studenej a teplej vody, o spotrebe energie na jej prípravu a o celkových nákladoch priameho odberateľa pre BD4 sú uvedené v tab. 2.
Pozn.: v nasledovných tabuľkách platí poznámka: *pred modernizáciou, ** po modernizácii.

Z uvedeného prehľadu o spotrebe SV, TV a tepla na prípravu TV v BD4 vidno, že pokles spotreby vody (m^3) nie je veľký, ale pokles spotreby energie je výrazný. Pripisuje sa to zmene spôsobu prípravy TV. Množstvo spotrebovanej TV sa výrazne neznížilo, kvôli dodávke vody z nižšou teplotou, ako pôvodne. Pokles spotreby prispel aj značnému zníženiu celkových

nákladov. Podobne sa správali aj BD2 a BD3. V BD1, kde sa menili len rozvody SV a TV došlo k poklesu spotreby vody, ale energetické nároky sa výrazne neznížili.

*Tab. 2 Spotreba studenej a teplej vody, spotreba energie na jej prípravu a celkové náklady **BD 4** (vstupné údaje)*

Rok		Celková spotreba		Teplo na prípravu teplej vody		Celkové náklady			
		SV	TV			SV	TV	teplo	spolu
		(m^3)	(m^3)	(kWh)	(GJ)	(€)			
*	2009	1 538	1 057	113 954	410	3 307	2 272	9 529	15 108
	2010	1 569	1 056	116 759	420	3 514	2 366	10 726	16 605
	2011	1 661	971	118 148	425	3 936	2 301	11 627	17 864
**	2012	1 482	896	70 089	252	3 824	2 312	7 461	13 597
	2013	1 484	981	63 139	227	3 888	2 570	6 766	13 225
	2014	1 676	1 181	70 820	255	4 559	3 211	8 173	15 943
	2015	1 652	1 080	72 210	260	4 494	2 939	7 618	15 051
	2016	1 588	987	68 600	247	4 319	2 685	6 697	13 701
	2017	1 488	928	66 120	238	4 226	2 635	5 950	12 811

V nasledovnej tabuľke je uvedená priemerná spotreba SV a TV a zmena pomeru spotreby SV/TV.

*Tab. 3 Priemerná spotreba studenej a teplej vody na osobu, pomer SV/TV **BD 4***

rok		Celková spotreba BD			Osobo-mesiace	Priemerná ročná spotreba		Ročná spotreba spolu	Pomer SV/TV
		SV	TV	SV+TV		SV	TV		
		(m^3)	(m^3)	(m^3)	(-)	(m^3/os.)	(m^3/os.)	(m^3/os.)	(%)
*	2009	1 538	1 057	2 595	91	17,0	11,7	28,6	59/41
	2010	1 569	1 056	2 625	99	15,9	10,7	26,6	60/40
	2011	1 661	971	2 632	100	16,6	9,7	26,3	63/37
	2012	1 482	896	2 378	92	16,1	9,7	25,8	62/38
**	2013	1 484	981	2 465	94	15,8	10,4	26,2	60/40
	2014	1 676	1 181	2 857	106	15,9	11,2	27,1	59/41
	2015	1 652	1 080	2 733	98	16,8	11,0	27,8	60/40
	2016	1 588	987	2 575	95	16,6	10,3	27,0	62/38
	2017	1 488	928	2 416	96	15,5	9,6	25,1	62/38

V BD 4, v ktorom sa menila technológia prípravy TV (zároveň za znižovala jej teplota), nie je pokles spotreby TV markantný. Pomer SV/TV je cca 60% : 40%. Obdobne je to v BD 2, BD 3. V objekte, BD 1 je pomer SV/TV cca 65% : 35%.

Z údajov o spotrebe vody sa dá konštatovať, že špecifická potreba vody, vyjadrená v litroch na osobu a deň, používaná pre vodárenské bilancie je omnoho nižšia, ako údaje uvažované vo vyhláške [4]:

- pre BD 2, BD 3, BD 4 (príprava TV v budove) je $q \cong 80$ l/(os.d), oproti $q \cong 135$ l/(os.d),vo vyhláške,
- BD 1 (príprava TV mimo budovy), pred modernizáciou q ≅ 110 l/(os.d), po modernizácii q ≅ 100 l/(os.d), oproti $q \cong 145$ l/(os.d),vo vyhláške.

V nasledovnej tabuľke je analyzovaný trend spotreby tepla na prípravu TV a údaj o normatívnej spotrebe tepla [3].

*Tab. 4 Spotreba tepla na prípravu teplej vody, zhodnotenie efektivity prípravy podľa normatívnych ukazovateľov **BD 4***

rok		Teplo na prípravu teplej vody		Spotreba TV		Merná spotreba tepla		Zhodnotenie
				celková	priemerná	nameraná	normatív	
		(kWh)	(GJ)	(m^3)	(m^3/os.)	(GJ/m^3)	(GJ/m^3)	
*	2009	113 954	410	1 057	11,7	0,388	0,351	V
	2010	116 759	420	1 056	10,7	0,398	0,367	N
	2011	118 148	425	971	9,7	0,438	0,386	N
**	2012	70 089	252	896	9,7	0,282	0,386	V
	2013	63 139	227	981	10,4	0,232	0,321	V
	2014	70 820	255	1 181	11,2	0,216	0,309	V
	2015	72 210	260	1 080	11,0	0,241	0,309	V
	2016	68 600	247	987	10,3	0,250	0,321	V
	2017	66 120	238	928	9,6	0,257	0,335	V

V BD4 (aj BD2 a BD3), kde sa menila technológia aj miesto prípravy TV došlo k výraznému poklesu spotreby tepla na prípravu TV. Zároveň sa dosiahli priaznivé hodnoty mernej spotreby tepla. Paradoxne, v BD1, kde v sledovanom období nebol zdroj TV modernizovaný (menili sa len rozvody), sa síce celková spotreba tepla na prípravu TV znížila, ale merná spotreba zvýšila (precirkulované väčšie množstvo vody).

V tabuľke 5 sú analyzované platby konečných spotrebiteľov (vyjadrené na osobu a rok) za studenú aj teplú vodu, vrátane tepla na jej prípravu pre vybratý BD4.

*Tab. 5 Platby za dodávku studenej a teplej vody **BD 4***

rok		Priemerné náklady			Priemerná spotreba			Platba na osobu a rok			
		SV	TV	teplo	SV	TV	teplo	SV	TV	teplo	spolu
		(€/m^3)		(€/GJ)	(m^3/os.)	(m^3/os.)	(GJ/m^3)	(€)			
*	2009	2,2	2,2	23,2	17,0	11,7	0,388	36,5	25,1	105,2	166,8
	2010	2,2	2,2	25,5	15,9	10,7	0,398	35,6	24,0	108,6	168,2
	2011	2,4	2,4	27,3	16,6	9,7	0,438	39,3	23,0	116,0	178,2
**	2012	2,6	2,6	29,6	16,1	9,7	0,282	41,4	25,0	80,8	147,3
	2013	2,6	2,6	29,8	15,8	10,4	0,232	41,3	27,3	71,9	140,6
	2014	2,7	2,7	32,1	15,9	11,2	0,216	43,2	30,4	77,4	151,0
	2015	2,7	2,7	29,3	16,8	11,0	0,241	45,7	29,9	77,5	153,1
	2016	2,7	2,7	27,1	16,6	10,3	0,250	45,2	28,1	70,1	143,5
	2017	2,8	2,8	25,0	15,5	9,6	0,257	43,9	27,4	61,8	133,1

Platby konečných spotrebiteľov za dodanú vodu SV a TV sú v BD4 po modernizácii o cca 20 ÷ 30 % nižšie, ako pred ňou. V BD1 a BD 2, v ktorých bol menený len zdroj TV, resp. rozvody, nie sú platby výrazne nižšie.
Platby za 1 m^3 TV sa v jednotlivých BD pohybujú v rozmedzí od 6,5 ÷ 10 €/m^3.

4. ZÁVER

Cieľom analýz bolo poukázať na vplyv modernizácie systému zásobovania TV (jej jednotlivých súčastí) na efektivitu prípravy a na konečného spotrebiteľa. Pre hodnovernejšie závery by bolo potrebné analyzovať väčšiu vzorku objektov, aby sa výsledky zovšeobecniť.

Tento príspevok vznikol s podporou Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantu KEGA 044STU-4/2018.

Literatúra

[1] Jánošková, T..: *Vplyv modernizácie systému prípravy teplej vody na platby konečného spotrebiteľa*. In: Sanhyga 2018. *[elektronický zdroj] zborník prednášok z* 23. medzinárodnej vedecko-technickej konferencie zdravotnej techniky. Piešťany, SR. 11.-12.10.2018, 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2018, s. 153-160. ISBN 978-80-89878-30-7.

[2] Kiss, K.- Jánošková, T.*: Analýza spotreby teplej vody v bytových domoch.* Diplomová práca. 2018

[3] Vyhláška č. 328/2005 Z. z. ÚRSO, ktorou sa určuje spôsob overovania hospodárnosti prevádzky sústavy tepelných zariadení, ukazovatele energetickej účinnosti zariadení na výrobu tepla a distribúciu tepla, normatívne ukazovatele spotreby tepla, rozsah ekonomicky oprávnených nákladov na overenie hospodárnosti prevádzky sústavy tepelných zariadení a spôsob úhrady týchto nákladov

[4] Vyhláška č. 684/2006 Z. z. Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o technických požiadavkách na návrh, projektovú dokumentáciu a výstavbu verejných vodovodov a verejných kanalizácií

[5] Vyhláška č. 358/2009 Z. z. ÚRSO, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Úradu pre reguláciu sieťových odvetví č. 630/2005 Z. z., ktorou sa ustanovuje teplota teplej úžitkovej vody na odbernom mieste, pravidlá rozpočítavania množstva tepla dodaného na prípravu teplej úžitkovej vody a rozpočítavania množstva dodaného tepla

VÝZNAM MERANIA A ROZPOČÍTAVANIA PRE OPTIMALIZÁCIU SPOTREBY TEPLA

Ing. Jozef Habánek
energetický audítor
Sládkovičova 9
010 01 Žilina
e-mail: jhk@zateplo.sk

Abstrakt
Odporcovia merania spotreby tepla obyčajne uvádzajú rozdiely v nákladoch na vykurovanie bytov ako hlavný argument na spochybnenie správnosti nameranej spotreby tepla. Aké rozdiely v spotrebe tepla jednotlivých bytov sú reálne? Merajú PRVN na vykurovacích telesách správne? Je rozúčtovanie nákladov podľa PRVN spravodlivé? Na tieto a podobné otázky sa pokúsim odpovedať vo svojej prednáške.

1. ÚVOD

V odbornom časopise ma nedávno zaujala odpoveď na otázku predsedu SVB. Pýtal sa, či je potrebné po zateplení domu meniť používaný pomer rozdelenia nákladov na vykurovanie na základnú a spotrebnú zložku. Odpoveď konzultanta bola: „Áno, lebo... ak je rozdiel platieb na jednotu plochy väčší ako 30%, treba koeficienty pre rozdelenie nákladov zmeniť.“ Bola táto rada správna?

2. SPOTEBA TEPLA

Asi pred troma desiatkami rokov som sa zúčastnil školenia na ktorom nám jeden prednášateľ, myslím, že bol zo švédska, vysvetľoval možnosti úhrady nákladov za spotrebu tepla na vykurovanie. Podľa jeho názoru, existujú len dva spôsoby:

1) Sociálny model – platba za službu.
2) Obchodný model – platba za tovar.

V prvom prípade platia za teplo na vykurovanie všetci odberatelia rovnako, zvyčajne podľa vykurovanej plochy. V druhom prípade je teplo považované za tovar a platí sa podľa meranej spotreby, ako pri všetkých tovaroch. Presne si pamätám ako prednášateľ povedal:

„Nič iné medzi týmito dvoma možnosťami NEEXISTUJE!“

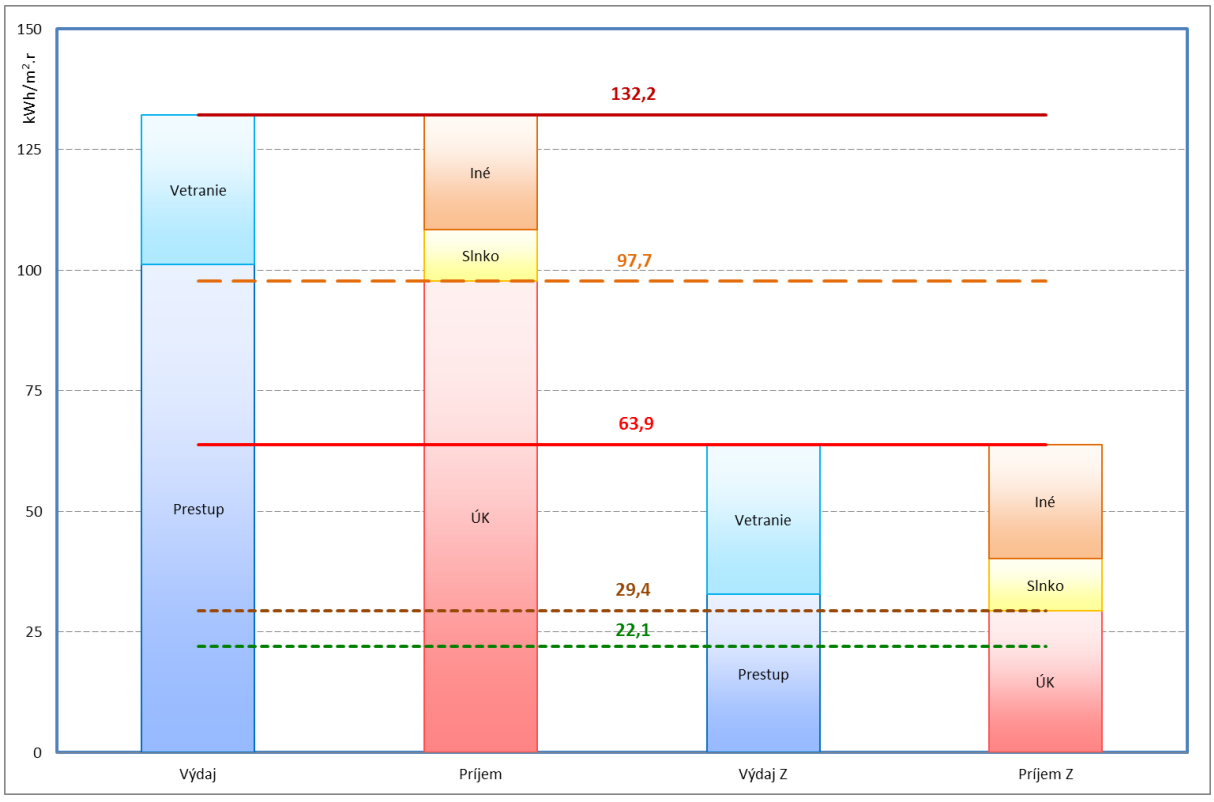
Sociálny model rozúčtovania nákladov na vykurovanie sa na Slovensku používal v minulom storočí pred zavedením termoregulácie. Tento model je vhodné použiť vtedy, keď sú všetky

miestnosti vykurované rovnako a užívatelia nemajú možnosť rozhodovať o spotrebe tepla. Uvedeným podmienkam vyhovovali bytové domy s centrálnou reguláciou, pripojené na systémy CZT. Hlavnou výhodou tohto riešenia je jednoduchá aplikácia. Stačí poznať celkové náklady na teplo a vykurovanú plochu miestností. Tento spôsob platby má ale viacero nedostatkov. Prvým je fakt, že odberatelia nemôžu ovplyvniť spotrebu, čo môže byť zneužité dodávateľmi tepla. Veľkou nevýhodou je aj to, že odberatelia tepla nemajú možnosť a nie sú motivovaní k znižovaniu spotreby a snažia sa systém zneužívať. Výsledkom je nadmerná spotreba tepla na vykurovanie.

V záujme zníženia spotreby tepla a odstránenia nevýhod sociálneho modelu bolo zavedené rozúčtovanie nákladov na vykurovanie podľa skutočnej spotreby. Tento spôsob je náročnejší, lebo je potrebné inštalovať merače tepla, zabezpečiť ich servis, odčítanie spotreby aj rozpočítanie nákladov. Výhodou obchodného modelu je najmä motivácia odberateľov k znižovaniu spotreby a preto by mali takéto možnosti využívať.

2.1. Spotreba tepla v BD

Rozdiely v možnej spotrebe tepla vysvetlím na príklade konkrétneho BD. Porovnanie potreby (predpokladanej spotreby) tepla na vykurovanie posudzovaného BD, prepočítané na mernú spotrebu tepla v kWh/m^2.rok, je graficky znázornené na obrázku 1.



Obr. 1 Porovnanie potreby tepla

Prvý stĺpec predstavuje potrebu tepla na vykurovanie pôvodného BD 132,2 kWh/m^2.rok, rozdelenú na vetranie a prestup cez stavebné konštrukcie. Tento stav zodpovedá BD pred zateplením a zavedením TRV. Rozdiel v spotrebe medzi jednotlivými miestnosťami (bytmi) mohol byť spôsobený len vetraním. Vetrané byty mohli mať spotrebu tepla vyššiu asi o 30% ako byty nevetrané (neobývané). Po zavedení TRV (druhý stĺpec grafu) sa situácia zmenila. Správnym používaním TRV bolo možné využiť tepelné zisky a znížiť spotrebu tepla asi o 33%

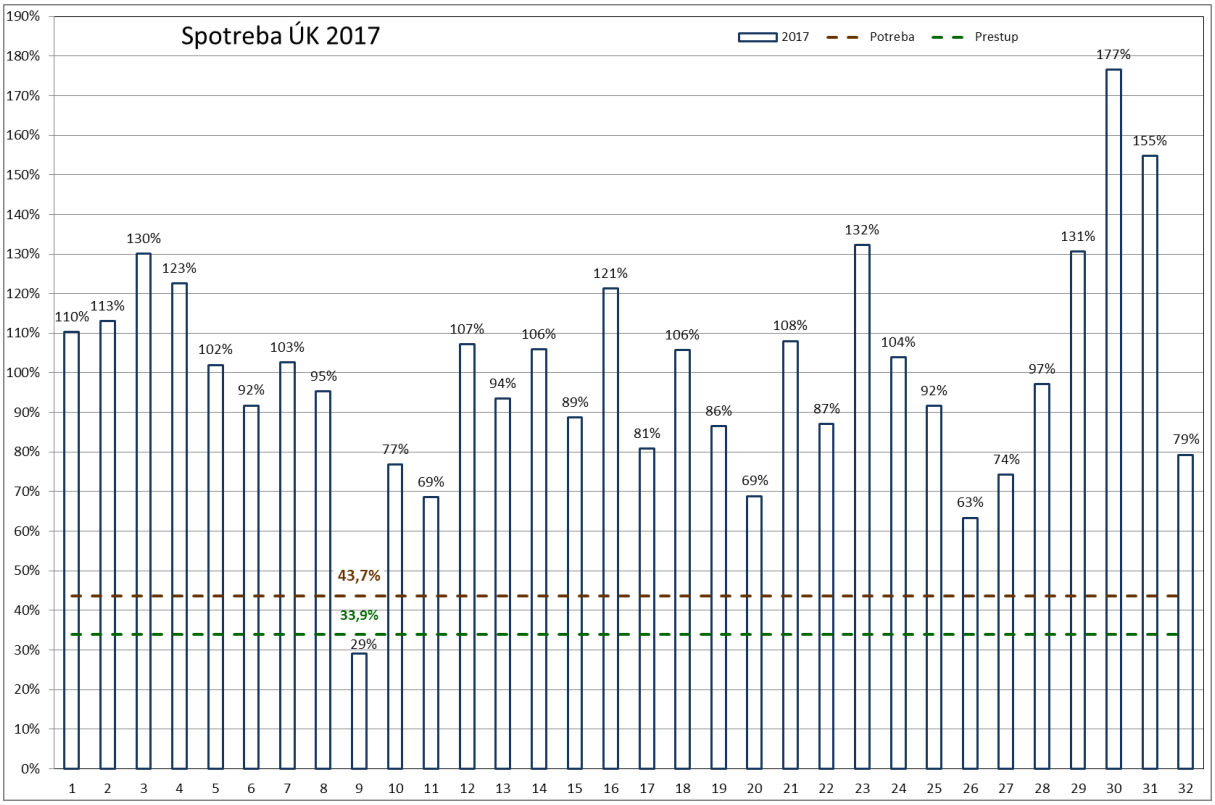
na 97,7 kWh/m^2.rok. Kombináciou úsporných opatrení, neobývaného bytu bolo možné dosiahnuť spotrebu tepla až o 40% nižšiu ako obývaný byt. Tento predpoklad ale platí len v tom prípade, ak sú všetky TRV v celom dome počas vykurovacieho obdobia používané správne. Teda nastavené na predpísanú regulačnú teplotu podľa projektu.

2.2. Spotreba tepla po obnove BD

Podobná, ba dokonca „horšia“ situácia z hľadiska rozdielu vo výške platieb môže nastať v BD po zateplení. Po obnove BD klesne potreba tepla na krytie strát prestupom a vyrovná sa približne potrebe tepla pre vetranie miestností (stĺpec 3). Z toho vyplýva, že rozdiel v spotrebe vetraného a nevetraného bytu môže byť až 50%. K tomu ešte musíme započítať vplyv TRV. Správnym využitím tepelných ziskov pomocou TRV možno znížiť spotrebu tepla riadne vetraného bytu na 29,4 kWh/m^2.rok. Pri nevetranom byte, ak uvažujeme aj s využitím tepelných ziskov z oslnenia, môže byť spotreba tepla len 22,1 kWh/m^2.rok.

3. VYHODNOTENIE SPOTREBY TEPLA BYTOV

Všetky výpočty pri návrhu vykurovacieho systému, teda aj určenie tepelného výkonu spotrebičov, sú robené pre jeden konkrétny prevádzkový stav. Výsledok tohto výpočtu sa použije pri stanovení predpokladanej potreby tepla na vykurovanie, pričom sa použijú ďalšie zjednodušenia (doba vykurovania, priemerná vonkajšia teplota). Pravdepodobnosť, že skutočná spotreba tepla na vykurovanie konkrétneho domu bude približne rovnaká, ako vypočítaná hodnota je veľmi vysoká len v jednom konkrétnom prípade. V tom, ktorý zodpovedá východiskovým podmienkam. Vypočítaná potreba tepla nehovorí nič o tom, aká by mala byť spotreba pri ostatných neštandardných prevádzkových stavoch.



Obr. 2 Vyhodnotenie spotreby tepla bytov

Fyzikálne zákony a princípy vykurovania platia pre neživú hmotu, teda domy, radiátory, potrubia, vykurovaciu vodu. Ale nie je možné ich použiť pre posúdenie správania sa ľudí, ktorí majú svoju vlastnú vôľu a spôsoby rozhodovania. Pre dosiahnutie optimálnej spotreby tepla musia byť vytvorené optimálne podmienky. Ak chce BD dobre kúriť, musia kúriť všetci. Ak chce BD šetriť náklady na vykurovanie, musia šetriť všetci. Ak chce BD dobre kúriť a pritom šetriť náklady, musia byť správne vykurované všetky miestnosti v dome. Iný spôsob prevádzky je z fyzikálneho a ekonomického hľadiska neakceptovateľný.

Na obrázku č. 2 je graficky znázornená spotreba tepla jednotlivých bytov podľa PRVN. Pri bežnom porovnaní podľa priemernej hodnoty (percentuálne porovnanie) bude patriť spotreba väčšiny bytov do pásma ± 30% od priemernej hodnoty. Ale pri porovnaní skutočnej spotreby tepla s predpokladanou potrebou, ktorá predstavuje 47% skutočnej spotreby vidíme, že prakticky všetky byty v dome majú výrazne nadmernú spotrebu. Znamená to, že BD ako celok je nadmerne prekurovaný a žiadny pomer rozdelenia vysokých nákladov na základnú a spotrebnú zložku tento problém nevyrieši. Lebo správny pomer rozdelenia nákladov pre nesprávne prevádzkovaný vykurovací systém neexistuje. Ak chceme zaviesť pomer pre rozpočítanie nákladov podľa plochy, napríklad z dôvodu ovplyvňovania bytov s rozdielnymi teplotami, potom musí rovnaký pomer platiť pre všetky druhy spotrebovanej energie, ktoré sa podieľajú na zvyšovaní teploty miestnosti vo vykurovacom období. Teda aj spotrebu elektriny a plynu. Inak je zavádzanie pomeru a koeficientov len vnášaním ďalšej chyby do nepresného systému. Hľadanie a používanie rôznych "opravných" koeficientov je v skutočnosti falošnou ilúziou, ktorá bráni spotrebiteľom tepla pochopiť skutočnú príčinu nadmernej spotreby a vysokých nákladov za vykurovanie bytov.

4. ZÁVER

Aby sme znížili spotrebu tepla, musíme zmeniť naše správanie. Len tak môžeme problému nadmernej spotreby zabrániť. Užívatelia bytov si sami musia uvedomiť, čo je dôležité a dobré pre všetkých. Nielen krátkodobo pre niektorých jednotlivcov, ale pre všetkých a v dlhšom časovom horizonte. Problémy s nadmernou spotrebou tepla a nesprávnym rozúčtovaním nevyriešime tým, že budeme skrývať pravdu, najlepším riešením je pravdu prijať a využiť ju vo svoj prospech.

Rovnomerné platby za spotrebu tepla by boli správne len v tom prípade, keby všetci odberatelia vykurovali miestnosti na rovnakú teplotu, vetrali rovnakou intenzitou aj podiel využívaných tepelných ziskov bol u všetkých rovnaký. Ale ak umožníme užívateľom ľubovoľne meniť teplotu miestnosti pomocou TRV a tým aj mieru využitia tepelných ziskov, môžu byť rozdiely v spotrebe tepla jednotlivých bytov nepredvídateľné. Ak si užívatelia bytov teplotu volia dobrovoľne, mali by znášať následky za svoje rozhodnutie. Pripustiť nekontrolované svojvoľné rozhodovanie o vnútornej teplote vykurovaných miestností a snaha o korigovanie platieb pomocou nesprávnych pomerov či koeficientov, je najhoršou možnou kombináciou pre zabezpečenie spoľahlivej a efektívnej prevádzky teplovodného vykurovacieho systému.

V skutočnosti existuje len jeden prevádzkový režim vykurovania, pri ktorom bude platba za teplo spravodlivá. Je to vykurovanie podľa projektu a meranie spotreby bez koeficientov. Iný spôsob prevádzky teplovodného vykurovacieho systému je neprípustný, lebo poškodzuje všetkých pripojených odberateľov bytového domu.

Literatúra

[1] Vyhláška MH SR č. 240/2016 Z. z. ... rozpočítavanie množstva tepla
[2] Vyhláška MZ SR č. 259/2008 Z. z. o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov...

X. SEKCIA

REGULÁCIA A RIADENIE VYKUROVACÍCH SÚSTAV

vedie: Ing. Mária Kurčová, PhD.

- *Daniela Koudelková*
- *Jakub Oravec, Ondřej Šikula, Michal Krajčík, Martin Šimko*
- *Marek Lehota*
- *Jana Mižáková, Jozef Mižák, Ján Piteľ*
- *Bohumil Slodičák*
- *Petr Vacek*
- *Mária Kurčová*

BEZPEČNOSTNÉ OBVODY V PLYNOVÝCH KOTOLNIACH

doc. Ing. Daniela Koudelková, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra TZB
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: daniela.koudelkova@stuba.sk

Abstrakt
V prvej časti príspevku sú uvedené dôležité legislatívne predpisy, ktoré sú určené pre plynové kotolne, pre ich projektovanie, prevádzku a kontrolu technologických zariadení. Okrem dodržania požiadaviek týchto predpisov sú potrebné aj bezpečnostné obvody, ktoré sú súčasťou riadiaceho systému kotolne. Aby sa predišlo nielen haváriám technologických zariadení v týchto prevádzkach, ale aby sa ochránilo zdravie a život ľudí na týchto pracoviskách.

1. ÚVOD

Kotolne spaľujúce plynné palivá patria medzi pracoviská, ktorým je nutné venovať dôslednú pozornosť už v štádiu projektovania a výstavby z dôvodu ochrany zdravia a životov ľudí. K jednej z najdôležitejších a nevyhnutných podmienok spoľahlivej, bezpečnej a hospodárnej prevádzky kotolne patrí správna obsluha jej technologických zariadení. Pravidlá obsluhy a prevádzky týchto zariadení sú obsiahnuté v prevádzkových predpisoch danej kotolne, ktoré sú veľmi dôležité a pre obsluhujúci personál záväzné.

Niektoré dôležité legislatívne predpisy, ktoré stanovujú požiadavky na projektovanie, zriaďovanie, prevádzku plynových kotolní a určujú základné požiadavky na zaistenie bezpečnosti práce a technických zariadení sú uvedené v nasledujúcej kapitole.

2. LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY NA PROJEKTOVANIE, ZRIAĎOVANIE A PREVÁDZKU PLYNOVÝCH KOTOLNÍ

- Vyhláška 24/1984 a jej zmena č. 75/1996 Slovenského úradu bezpečnosti práce na zaistenie bezpečnosti práce v nízkotlakových kotolniach
- Vyhláška 59/1982 Slovenského úradu bezpečnosti práce, ktorou sa určujú základné požiadavky na zaistenie bezpečnosti práce a technických zariadení v znení neskorších zmien
- Vyhláška 94/2004 Z.z. Ministerstva vnútra SR, ktorou sa ustanovujú technické požiadavky na protipožiarnu bezpečnosť pri výstavbe a pri užívaní stavieb v znení neskorších zmien

- Vyhláška 401/2007 Z.z. Ministerstva vnútra SR o technických podmienkach a požiadavkách na protipožiarnu bezpečnosť pri inštalácii a prevádzkovaní palivového spotrebiča, elektrotepelného spotrebiča a zariadenia ústredného vykurovania a pri výstavbe a používaní komína a dymovodu a o lehotách ich čistenia a vykonávania kontrol.
- Vyhláška 548/2008 Z.z Ministerstva hospodárstva SR ktorou sa ustanovuje postup pri pravidelnej kontrole kotlov, pri individuálnej špeciálnej kontrole vykurovacej sústavy a pri pravidelnej kontrole klimatizačných systémov
- Nariadenie vlády SR č. 355/2006 o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci

3. BEZPEČNOSTNÉ OBVODY V KOTOLNIACH

Bezpečnostné obvody v kotolniach slúžia na monitorovanie hraničných prevádzkových stavov technologických zariadení. Monitoring sa realizuje prostredníctvom poruchovej signalizácie, ktorá môže byť súčasťou riadiaceho systému alebo sa inštaluje ako samostatné zariadenie. Tieto hraničné stavy možno rozdeliť na havarijné a poruchové.

Pokiaľ nastane havarijný stav, dochádza k odstaveniu určených okruhov z prevádzky alebo k odstaveniu celého zdroja tepla. Zároveň sú tieto stavy signalizované obsluhe. Po odstránení poruchy nedochádza k automatickému nábehu zariadenia ale je potrebný manuálny zásah obsluhy alebo dozoru.

Poruchové stavy sú signalizované obsluhe, ale nedochádza k blokovaniu prevádzky kotolne. Slúžia ako informácia, že niečo nie je v danom okruhu v poriadku.

Hlavné havarijné stavy, ktoré sa monitorujú v kotolni, sú tieto:
- indikácia úniku plynu (zemný plyn, propán bután, oxid uhoľnatý),
- prekročenie teploty vykurovacej vody,
- prekročenie teploty teplej vody,
- prekročenie priestorovej teploty,
- prekročenie časového limitu doplňovania vody do sústavy
- pokles tlaku,
- zaplavenie priestoru kotolne.

Indikácia úniku plynu v priestore kotolne

Na zachytenie koncentrácie plynu sa používajú detektory. Podľa STN 07 0703 [4] sa musia inštalovať detektory plynu v kotolniach s výkonom väčším ako 0,5 MW (I. a II. kategórie), umiestnenými pod zhromažďovacími priestormi s dvojstupňovou funkciou.

1. stupeň – optická a akustická signalizácia do miesta obsluhy, pričom sa uvádza do prevádzky havarijné vetranie pri dosiahnutí 10 % dolnej medze výbušnosti (DMV) použitého vykurovacieho plynu,

2. stupeň – blokovacia funkcia pri dosiahnutí 20 % dolnej medze výbušnosti plynu, pričom dochádza k uzavretiu hlavného uzáveru plynu pre kotolňu.

Požiadavky na detektory horľavých plynov stanovuje STN EN 60079-29, časti 1 až 4 [5].

Umiestnenie detektorov v kotolni závisí od fyzikálnych vlastností indikovaného plynu, a to hlavne druh plynu a spôsob jeho miešania so vzduchom, predpokladané miesta vzniku poruchy alebo miesta úniku plynu a kde sa predpokladá jeho najväčšia koncentrácia, vzduchotechnické podmienky v objekte.

Detektory plynov, ktoré sú ľahšie ako vzduch, sa vo všeobecnosti umiestňujú nad úroveň vetracích otvorov a v blízkosti stropu, nad zdrojom pravdepodobného úniku plynu. Detektory

plynov ťažších ako vzduch sa vo všeobecnosti pod úroveň vetracích otvorov a v blízkosti podlahy.

Prekročenie teploty vykurovacej vody

Technologické zariadenia sú konštruované na maximálnu prevádzkovú teplotu, pri ktorej môžu dlhodobo pracovať a jej pravidelným alebo dlhodobým prekračovaním by nastalo ich poškodenie. Taktiež je potrebné chrániť užívateľov vykurovacieho systému pred oparením. Havarijné snímače sa osadzujú na každý zdroj tepla, resp. do prívodného potrubia každého zdroja tepla. Termostat sa štandardne nastavuje pri teplovodnom vykurovaní v rozsahu od 80 do 110 °C. [6]

Prekročenie teploty teplej vody

Výpočtová teplota teplej vody je stanovená Vyhláškou 364/2012 na 60 °C pri systémoch bez možnosti termickej dezinfekcie. [7] Maximálna teplota sa nastavuje na 65 °C, v školských a zdravotníckych zariadeniach na nižšie hodnoty, aby sa zabránilo opareniu užívateľov. Havarijný snímač sa inštaluje do potrubia teplej vody na výstupe každého výmenníka pre ohrev teplej vody.

Obr. 1 Havarijné snímače pre prekročenie teploty teplej vody a vykurovacej vody

Prekročenie priestorovej teploty

Zvýšenie teploty vzduchu v priestore kotolne môže pri kotloch s atmosférickým horákom znamenať nedokonalé spaľovanie paliva. Havarijný snímač sa nastavuje na hodnotu 45 °C.

Prekročenie časového limitu doplňovania vody do sústavy

V prípade automatického dopúšťania vody sa sleduje určený časový limit činnosti. Prekročenie tohto času znamená únik vody zo systému.

Pokles tlaku vo vykurovacom systéme

Minimálny tlak v systéme musí byť taký, aby sa predišlo kavitácii v čerpadlách a ventiloch. Pre konkrétny vykurovací systém sa určuje výpočtom, pričom sa musí brať do úvahy veľkosť minimálneho prevádzkového tlaku jednotlivých súčastí systému. Vo všeobecnosti by nemal byť nižší ako 100 kPa. Havarijný snímač tlaku sa umiestňuje na teleso zberača alebo vratné potrubie kotlového okruhu.

Zaplavenie priestoru kotolne

Tento havarijný stav môže znamenať vážne poškodenie niektorého zariadenia systému alebo živelnú pohromu. Snímač tlaku sa osadzuje na zvislú stenu do výšky maximálne 50 mm nad podlahou alebo do najnižšieho miesta v kotolni, v blízkosti zariadení, kde by mohla vzniknúť porucha.

4. ZÁVER

Príspevok uvádza prehľad hlavných legislatívnych predpisov, týkajúcich sa projektovania, zriaďovania, prevádzky plynových kotolní a stanovujúcich základné požiadavky na zaistenie bezpečnosti práce na týchto pracoviskách. Ale i napriek dôslednému dodržaniu všetkých týchto požiadaviek sa nedá vždy predísť poruchám technologických zariadení. Preto sú potrebné bezpečnostné obvody, ktoré sú súčasťou riadiaceho systému kotolne, aby tieto zariadenia uchránili pred haváriami a ochránili zdravie a život ľudí pracujúcich v týchto prevádzkach.

Prácu podporilo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantov VEGA 1/0807/17 a VEGA 1/0847/18.

Literatúra

[1] Vyhláška Ministerstva zdravotníctva č. 259/2008 Z.z. o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov a na byty nižšieho štandardu v znení neskorších zmien

[2] STN EN 12828/A1: 2014 Vykurovacie systémy v budovách. Navrhovanie teplovodných vykurovacích systémov

[3] STN EN 16340: 2014 Bezpečnostné a ovládacie zariadenia pre horáky a spotrebiče na plynné alebo kvapalné palivá. Snímacie prístroje spalín

[4] STN 07 0703: 1985, Za (1989), Zb (1991), Z3 (1993), Z4 (2002) Plynové kotolne

[5] STN EN 60079: Výbušné atmosféry.
Časť 29-1: Detektory plynu: 2017 Požiadavky na prevádzkové vlastnosti detektorov horľavých plynov
Časť 29-2: Detektory plynu: 2015 Výber, inštalácia, používanie a údržba detektorov horľavých plynov a kyslíka
Časť 29-3: Detektory plynu: 2014 Návod na funkčnú bezpečnosť stacionárnych systémov detekcie plynov
Časť 29-4: Detektory plynu: 2010 Požiadavky na prevádzkové vlastnosti detektorov horľavých plynov s otvorenou cestou

[6] VALTER, J.: *Regulace v praxi, aneb jak to dělám já*. Praha: Ben, 2010, 176 s. ISBN 978-80-7300-256-5.

[7] Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov

DYNAMIKA VEĽKOPLOŠNÝCH VYKUROVACÍCH PLÔCH

Ing. Jakub Oravec[1]
doc. Ing. Ondřej Šikula, Ph.D.[1]
doc. Ing. Michal Krajčík, Ph.D.[2]
Ing. Martin Šimko, Ph.D. [2]

[1]Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební, Ústav TZB
[2]Slovenská technická univerzita v Bratislave, Fakulta stavebná, TZB
e-mail: Jakub.Oravec@vutbr.cz

Abstrakt
Príspevok je zameraný na výskum dynamiky tepelného chovania vybraných vykurovacích plôch teplovodného systému vykurovania. Cieľom práce je stanoviť dynamiku ohrevu jednotlivých veľkoplošných vykurovacích plôch, stanoviť vplyv týchto charakteristík na výsledné energetické chovanie zvolenej miestnosti a na kvalitu regulácie pri kombinácii veľkoplošných vykurovacích plôch. Dynamické chovanie bolo simulované pre systémy podlahového, stenového a stropného vykurovania. Numerické modely vybraných stavebných konštrukcií boli vytvorené v programe CalA.

1. ÚVOD

V dnešnej dobe je kladený čoraz väčší dôraz na znižovanie energetickej náročnosti moderných budov. Rovnako sú kladené stále vyššie nároky na reguláciu vykurovacieho systému. Zmeny vo vonkajších klimatických pomeroch sa odrážajú na stave vnútorného prostredia, počas dňa môže dochádzať k rýchlym zmenám v aktuálnej požadovanej energii na vykurovanie. Vykurovacie systémy s dobrými dynamickými vlastnosťami dokážu na tieto zmeny dostatočne rýchlo reagovať, a tým pádom nedochádza k prehrievaniu alebo k podchladzovaniu miestnosti ale vznikajú úspory energie. Tento príspevok porovnáva dynamické vlastnosti 5 vybraných teplovodných veľkoplošných vykurovacích plôch navrhnutých pre typickú miestnosť bytového domu. Jednotlivé systémy sú porovnávané z hľadiska rýchlosti nábehu a rýchlosti chladnutia. Príspevok sa snaží zachytiť kvalitu regulácie jednotlivých veľkoplošných systémov pri ich vzájomnej kombinácii.

2. VÝPOČTOVÝ MODEL

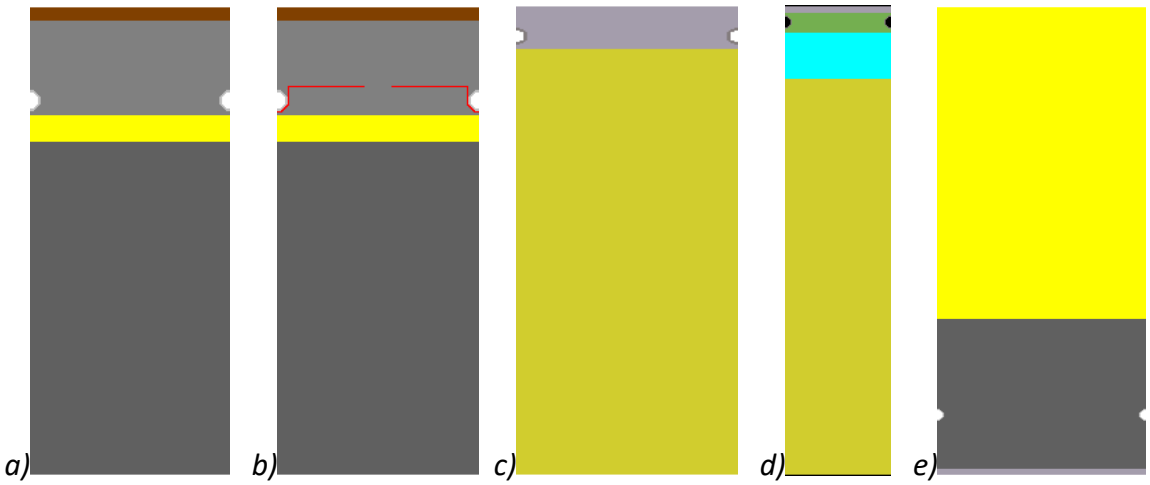
Všetky systémy boli modelované pre obývaciu miestnosť bytového domu. Tepelné straty danej miestnosti dosahujú 744 W. Počas simulovaného obdobia bola uvažovaná konštantná vonkajšia výpočtová teplota -12 °C a konštantná vnútorná výpočtová teplota 20 °C. Návrh

jednotlivých systémov bol prevedený pre zimné výpočtové podmienky, pričom bola zvolená konštantná stredná teplota vykurovacej vody 35 °C, čo predstavuje teplotný spád 38/32 °C.

Pre vykurovanie boli vypracované nestacionárne modely náhrevu a chladnutia. Modelovaná bola kvantitatívna regulácia. Zjednodušene bola uvažovaná okamžitá zmena teploty prívodnej vody v potrubí, pri reálnej prevádzke je potrebný určitý čas, kým sa prejaví zmena teploty vykurovacej vody. Pre zjednodušenie boli uvažované konštantné hodnoty okrajových podmienok v interiéry a exteriéry. U všetkých systémov bol zvolený jednotný časový krok 5 minút. Všetky súčinitele prestupu tepla boli uvažované s konštantnými hodnotami v čase. Na strane vzduchu boli zjednodušene zvolené na 8 $W/m^2.K$ pre interiér a 23 $W/m^2.K$ pre exteriér, tieto hodnoty sú oproti reálnym mierne nadhodnotené.

3. POROVNÁVANÉ VYKUROVACIE PLOCHY

Celkovo bolo navrhnutých a namodelovaných 5 druhov veľkoplošných vykurovacích plôch. Schéma a materiálové zloženie jednotlivých vykurovacích plôch môžeme vidieť na priloženom obrázku.



Obr. 1 a) Podlahové vykurovanie, b) Podlahový vykurovanie s teplonosným plechom, c) Stenové vykurovanie, d) Stenový systém zo SDK dosiek, e) Aktivácia betónového jadra

Prvá skladba reprezentuje jeden z najčastejších používaných typov skladby podlahového vykurovania. Skladá sa z nosnej konštrukcie, systémovej dosky z tepelno-izolačného materiálu na ktorej je uložené potrubie, betónovej roznášacej vrstvy a nášľapnej vrstvy tvorenej drevenými parketami. Potrubie o dimenzii 16x2 je uložené v rozostupoch 150 mm.

Druhá skladba je zhodná so skladbou číslo 1, ale je tu navyše pridaný plech, ktorý pomáha s horizontálnym prenosom tepla a tým zabezpečuje rovnomernejšie rozloženie teploty v tomto smere. Bola uvažovaná hrúbka plechu 1 mm.

Skladba č.3 predstavuje mokrý spôsob uloženia potrubia do vrstvy omietky. Potrubie je umiestnené na vnútornej priečke susediacej s vedľajšou vykurovanou miestnosťou. Ideálne je umiestnenie na ochladzovanej stene, ktoré nebolo možné vzhľadom na to, že takmer celú ochladzovanú stenu zaberá okno s balkónovými dverami. Potrubie o dimenzii 12x2 mm je uložené vo vzájomných rozostupoch 120 mm.

Tab. 1 Porovnanie vykurovacích systémov z hľadiska dosiahnuteľných povrchových teplôt a výkonov

Vykurovací systém	Max. povrchová teplota [°C]	Max. tepelný výkon [W/m^2]
a) Podlahové vykurovanie	26,6	50,0
b) Podlahový vykurovanie s teplonosným plechom	27,5	58,8
c) Stenové vykurovanie	30,9	75,7
d) Stenový systém zo SDK dosiek	30,8	70,6
e) Aktivácia betónového jadra	27,2	57,7

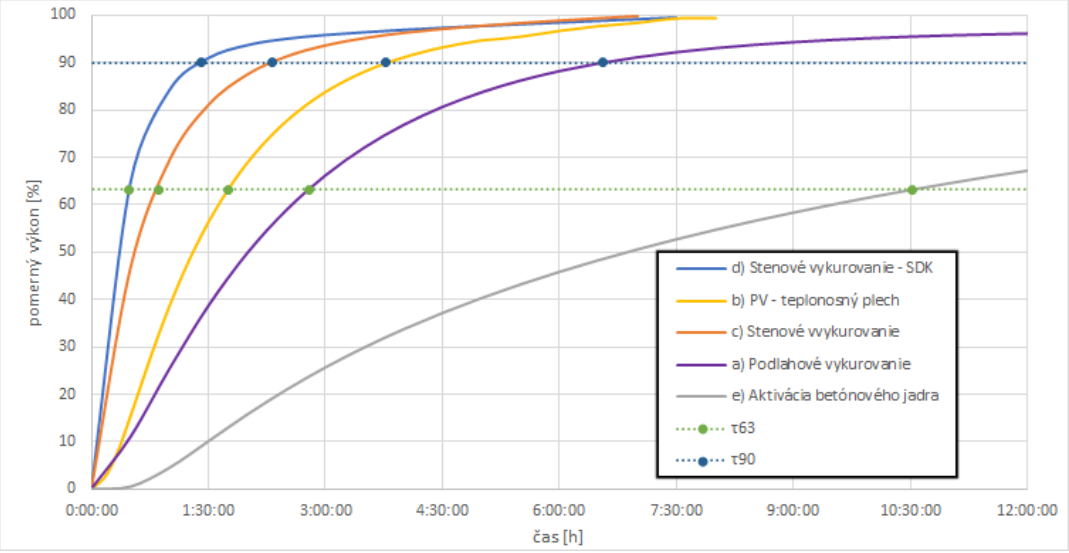
Hlavným komponentom skladby č.4 je 15 mm hrubá sádrokartónová doska, v ktorej sú zabudované PE-Xa trubky priemeru 9,9 mm. Rozostupy medzi potrubím sú 80 mm. Systém je tvorený panelmi, ktoré môžu mať rôzne rozmery a sú zapojené do série. Využíva metódu suchej inštalácie za použitia hliníkových profilov. Vzniknutú medzeru medzi sádrokartónovou doskou a stenou je možné vyplniť tepelnou izoláciou, prípadne môže zostať nevyplnená. Systém vykurovania je znovu umiestnený na vnútornej stene priľahlej k vykurovanému priestoru. Posledná skladba predstavuje systém aktivácie betónového jadra, ktorý využíva akumulačnú schopnosť stropných konštrukcií jednotlivých podlaží. Potrubie je umiestnené v železobetónovej nosnej konštrukcií o hrúbke 250 mm, nad ktorou sa nachádza vrstva tepelnej izolácie zabraňujúca úniku tepla do exteriéru. Potrubie s rozmermi 20x2 mm je uložené vo vzájomných rozostupoch 300 mm.

4. VÝSLEDKY

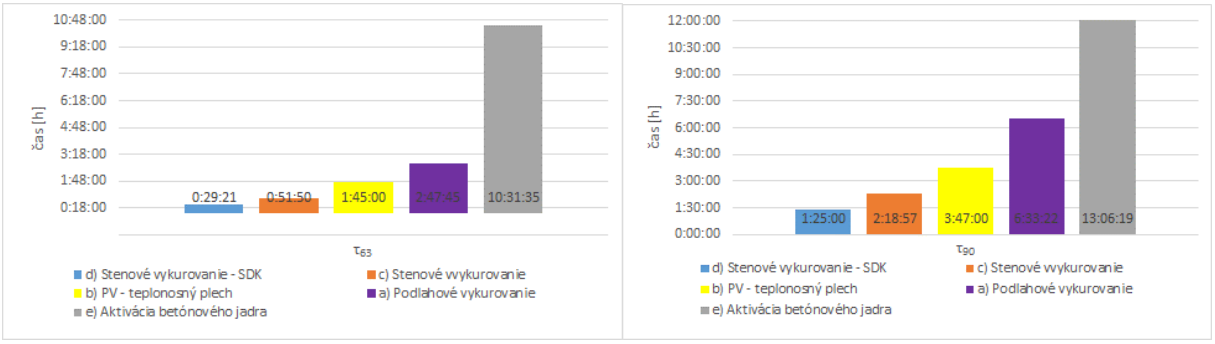
Ako hlavné hodnotiace kritéria pre porovnanie dynamického chovania daných vykurovacích systémov boli použité zotrvačnosti nábehu:

- τ_{63} - čas potrebný na dosiahnutie 63,2% menovitého tepelného výkonu
- τ_{90} - čas potrebný na dosiahnutie 90% menovitého tepelného výkonu.

Z výstupov simulácii vytvorený spoločný graf, na ktorom je možné porovnávať rýchlosť náhrevu veľkoplošných vykurovacích plôch. Pomerný výkon je vždy vztiahnutý k maximálnemu výkonu danej vykurovacej plochy.



Obr. 2 Graf rýchlosti nábehu vykurovacích systémov



a) *b)*

Obr. 3 a) Poradie rýchlosti náhrevu podľa τ_{63}, b) Poradie rýchlosti náhrevu podľa τ_{90}

Z výsledkov je viditeľná veľmi malá schopnosť reagovať na zmeny teplotných pomerov v interiéri v porovnaní s bežnými vykurovacími telesami. Ako najvhodnejšie pre zvolenú miestnosť (budovu) vychádzajú systémy stenového vykurovania, ktoré sú schopné v pomerne v najkratšom čase reagovať na zmeny v potrebe tepelnej energie v interiéry. Použitie klasickej skladby podlahového vykurovania dosahuje zhruba 5 krát dlhšiu dobu zotrvačnosti nábehu ako systém z najlepšími dynamickými vlastnosťami. Pridaním teplonosného plechu zaznamenávame nárast tepelného výkonu a zároveň zlepšenie dynamických vlastností. Najmenej vhodnou vykurovacou plochou pre zvolenú budovu je systém využívajúci aktiváciu betónového jadra, čo je spôsobené veľkou akumulačnou schopnosťou konštrukcie. Podrobné číselné hodnoty je možné nájsť v priloženej tabuľke:

Použitý systém	τ_{63}	τ_{90}
d) Stenové vykurovanie - SDK	0:29:21	1:25:00
c) Stenové vvykurovanie	0:51:50	2:18:57
b) PV - teplonosný plech	1:45:00	3:47:00
a) Podlahové vykurovanie	2:47:45	6:33:22
e) Aktivácia betónového jadra	10:31:35	13:06:19

Tab. 2 Presné hodnoty zotrvačnosti nábehu τ_{63} a τ_{90}

5. ZÁVER

Z výsledkov získaných simuláciami je jasne vidieť rozdiel v dynamike tepelného chovania jednotlivých systémov vykurovania. Dynamické vlastnosti vykurovacích plôch sú závislé hlavne na tepelnej kapacite jednotlivých vrstiev a na vodnom objeme. Skladby s menšími rozostupmi potrubia a malou tepelnou kapacitou vrstiev nachádzajúcich sa medzi nimi a interiérom vykazujú rýchlejšiu odozvu na regulačné zásahy s menšou tepelnou zotrvačnosťou. Týmto pôsobením sa zvyšuje doba, počas ktorej nie je odoberaná tepelná energia a dochádza k jej úspore. Naopak, systémy s väčšou tepelnou kapacitou vrstiev medzi potrubím a interiérom vykazujú pomalšiu odozvu na regulačné zásahy a samozrejme aj oveľa vyššiu tepelnú zotrvačnosť. Vykurovacie plochy s veľkou tepelnou kapacitou jednotlivých vrstiev sú vhodné do priestorov so stabilnou potrebou tepla, naopak vykurovacie plochy s dobrou dynamikou pracujú optimálne aj v miestnostiach, kde dochádza k častým výkyvom v potrebe tepla. Najväčšie rozdiely medzi v spotrebe energie môžeme očakávať u teplejších mesiacov, kedy dochádza k častejším výkyvom teplôt. V tomto období dochádza častým zmenám potreby tepla a k častému spínaniu vykurovacieho systému, tým pádom

sa viac prejavujú dynamické vlastnosti jednotlivých vykurovacích plôch. Počas chladnejších mesiacov, kedy je teplota ustálenejšia a vykurovanie funguje permanentne, sa rozdiely v spotrebe energie zmenšujú. Výrazne rozdielne časy nábehu negatívne ovplyvňujú reguláciu vykurovacieho systému v prípade pripojenia viacerých vykurovacích systémov na 1 spoločný okruh. V prípade regulácie podľa najdynamickejšieho systému by pri odstavení prívodu teplonosnej látky do systému ostatné vykurovacie plochy stále odovzdávali nadbytočnú tepelnú energiu do miestnosti (budovy).

Výzkum byl podpořen VUT v Brně, projektem FAST-J-19-5976 „Optimalizace tepelně-aktivovaných konstrukcí“ a projektem APVV č. DS-2016-0030, grantem VEGA 1/0807/17.

Literatúra

[1] ŠIKULA, O. Simulace provozních režimů otopných systémů s velkou akumulací. TZB- info, 2012, roč. 2012, č. 23, s. 1-3. ISSN: 1801- 4399. https://vytapeni.tzb-info.cz/podlahove-vytapeni/8571-simulace-provoznich-rezimu-otopnych-systemu-s-velkou-akumulaci

[2] ŠIKULA, O. Počítačové modelování tepelně aktivovaných konstrukcí. VUTIUM, 2011, 1-39. Dostupné také z: http://hdl.handle.net/11012/61776

[3] ŠIMKO, M.; KRAJČÍK, M.; ŠIKULA, O.; ŠIMKO, P.; KALÚS, D. Insulation panels for active control of heat transfer in walls operated as space heating or as a thermal barrier: Numerical simulations and experiments. ENERGY AND BUILDINGS, 2018, roč. 158, doi.org/10.1016/j.enbuild.2017.10.019

[4] ŠIKULA, O., PLASEK J., *Software Calculation Area (CalA) version 3.2.6* . In: . 2010. DOI: 10.13140/RG.2.2.13097.19042

PRIEMYSELNÉ ARMATÚRY LDM 25 ROKOV NA SLOVENSKOM TRHU

Marek Lehota
LDM Bratislava s.r.o.
Mierová 151, 821 05 Bratislava
e-mail: lehota@ldm.sk

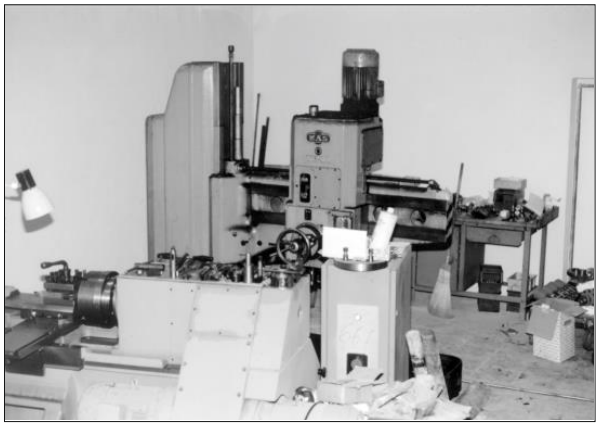
1. ÚVOD

Spoločnosť **LDM Česká Třebová** bola založená troma spoločníkmi v roku 1991 v Českej Třebovej (Něhoslav **L**anger, Vlastimil **D**ytrt, Vladimír **M**arek). Nadviazala tak na tradíciu výroby priemyselných armatúr v Českej Třebovej, ktorej korene sa datujú rokom 1909, keď pán Jindra založil prvý podnik na výrobu armatúr.

2. HISTÓRIA LDM ČESKÁ TŘEBOVÁ

LDM v dobe svojho vzniku v roku 1991 začínala v prenajatých priestoroch a hlavným predmetom činnosti bol nákup a predaj regulačných ventilov SRV z produkcie vtedajšej Sigmy Česká Třebová. Paralelne sa však intenzívne pracovalo na vývoji svojich vlastných výrobkov, ako základ budúceho výrobného programu.

Obr. 1 Začiatky v prenajatých priestoroch



Obr. 2 Prvé stroje v dielni LDM

Už od svojho vzniku sa firma LDM zamerala na vývoj a výrobu priemyselných armatúr z vlastnej konštrukčnej dielne. Postupom rokov uviedla na trh ventily v tlakových stupňoch **PN 6 až PN 630** a v dimenziách **DN 15 až DN 600**. Hlavným dodávateľským programom sa stali **regulačné ventily**, **havarijné uzávery** a **uzatváracie ventily** kompletizované s pohonmi od renomovaných tuzemských a zahraničných výrobcov. Následne boli do výrobného programu

zaradené aj **priamočinné regulátory tlaku**, **poistné ventily**, **spätné ventily**, **filtre**, **ručné uzatváracie ventily** a **elektrické pohony**. Medzi najnáročnejšie armatúry vyrábané spoločnosťou LDM patria aj vysokotlakové **redukčno-chladiace stanice pary**. Stále prebiehajúci vlastný vývoj doplňuje ponúkaný sortiment priemyselných armatúr o ďalšie typy a prevedenia, ktoré by komplexne uspokojili náročných zákazníkov z oblasti kúrenárstva, teplárenstva, energetiky, merania a regulácie, vzduchotechniky, klimatizačnej techniky, chemického priemyslu, plynárenského a potravinárskeho priemyslu a podobne.

Obr. 3 Výrobný areál LDM dnes

Svoje obchodné aktivity vyvíja spoločnosť LDM na širokom území Európy, Ázie, Afriky a Ameriky. S výrobkami LDM sa možno stretnúť aj v ďalekej Číne, Bangladéši, Egypte či na Kube. Na Slovensku v súčasnej dobe snáď nie je tepelné hospodárstvo, priemyselný podnik, elektráreň, tepláreň, v ktorom by nebola nasadená armatúra s logom LDM. Medzi popredných odberateľov armatúr LDM patria významné firmy ako sú napríklad Slovenské elektrárne (EMO, EBO, ENO, EVO), U.S.Steel Košice, Duslo Šaľa, Slovnaft Bratislava, Continental Matador Púchov, Bratislavská teplárenská, Tepelné hospodárstvo Košice, Tepláreň Košice, Tepláreň Zvolen, Tepláreň Žilina, Bytterm Žilina, Stefe, Cofely, Veolia resp. významní výrobcovia a dodávatelia technológií ako napríklad Decon Žilina, Termel Kysucké Nové Mesto, Sensus Stará Turá, Elteco Žilina, Iseng-Mont Levice, SES Tlmače a pod.

Za svoje výrobky získala LDM množstvo ocenení z renomovaných výstav a veľtrhov, ako sú napríklad Zlaté plakety a medaily z výstav Racioenergia Bratislava, Aquatherm Praha, MSV Brno a podobne. Vo firme je kladený veľký dôraz na kvalitu výrobkov, ktorá je zabezpečovaná špičkovým strojným vybavením, ojedinelými technologickými postupmi a kvalifikovaným personálnym obsadením či už vo vývoji, alebo vo výrobe a obchode. Kvalita je potvrdená renomovanými dodávateľmi priemyselných armatúr ako sú Johnson Controls, Honeywell, Siemens, Esbe, Tour&Andersson, pre ktorých spoločnosť LDM v rámci OEM dodávok ventily vyrába.

Pre svojich zákazníkov LDM zabezpečuje odborné poradenstvo, výpočty a návrhy regulačných a poistných ventilov. V pravidelných intervaloch organizuje firemné semináre zamerané na problematiku regulácie, riešenia regulačných okruhov, navrhovania vhodných armatúr a podobne. Vo svojich firemných materiáloch má firma výpočtový program VENTILY LDM určený na uľahčenie práce projektantom, prevádzkovateľom resp. odborným firmám pracujúcim v spomenutých oblastiach.

3. HISTÓRIA LDM BRATISLAVA

V roku 1994 bola založená prvá dcérska spoločnosť **LDM Bratislava s.r.o.** za účelom propagácie, dovozu, predaja a servisu priemyselných armatúr LDM na Slovensku. Svoju skutočnú činnosť po právnej stránke začala firma dňa 24.10.1994, kedy bol vykonaný zápis do Obchodného registra Obvodného súdu.

Začiatky, ako to už obvykle býva pri nových firmách, neboli ľahké, ale firma mohla začať stavať svoje postavenie na silných spoločníkoch a už sčasti zavedenej značke LDM na slovenskom trhu, čo v predchádzajúcich rokoch vykonala materská firma. S jedným klapkovým telefónom, z ktorého získať prístup do verejnej telefónnej siete trvalo niekedy aj hodinu, bez vlastného automobilu, s jedným počítačom a tlačiarňou sa nadväzovali prvé priame kontakty so zákazníkmi, realizovali sa prvé obchodné zákazky, zabezpečoval sa dovoz a preclievanie armatúr. Prvé prepravy tovaru možno určite označiť ako hektické, nakoľko sa realizovali buď osobnými autami, alebo automobilom storočia, Škodou 1203.

V roku 1995 sa firma prvý krát zúčastnila výstavy Racionergia už pod hlavičkou LDM Bratislava s.r.o. Účasť na výstavách (Racioenergia Bratislava, MSV Nitra) možno v 90-tych rokoch považovať za kľúčové marketingové aktivity, nakoľko iná možnosť osloviť na jednom mieste tak širokú odbornú verejnosť v tom čase nebola. Množstvo získaných kontaktov a neskôr aj ocenení prinieslo ovocie v podobe realizovaných zákaziek. V tomto roku sa rozširuje aj činnosť firmy o zabezpečovanie servisu na území Slovenskej republiky a taktiež rozšírenie výrobného sortimentu o vysokotlakové armatúry vedie k rozšíreniu potenciálnych zákazníkov o bývalých odberateľov Armatúrky. V tomto období firma vyvíja pridelené exportné aktivity na zahraničných trhoch, konkrétne na území Maďarska a Bulharska. Spolupodieľa sa na založení novej dcérskej firmy v Bulharsku.

Celkový obrat firmy sa darí postupne zvyšovať, k čomu prispieva aj nárast podielu servisu na celkových tržbách, ktorý je realizovaný hlavne servisom IPV na energetických prevádzkach v Slovenskej republike. Firma sa naďalej prezentuje na vybraných výstavách, z ktorých za výrobky získava Zlaté plakety a Čestné uznania. Od roku 2000 firma organizuje v pravidelných 2-ročných cykloch šnúru Firemných dní po slovenských mestách. LDM Bratislava s.r.o. sa stáva pravidelným prispievateľom a účastníkom odborných podujatí, ako je napríklad prestížna odborná konferencia Vykurovanie. Firma má zabehnutý systém obchodu a logistiky, kde vlastnými vozidlami (Citroën Jumper) zabezpečuje dovoz a následný rozvoz armatúr po Slovensku. Od vstupu Slovenska do EÚ sa proces dovozu výrazne zjednodušuje a odpadá nepríjemné preclievanie.

Značku LDM sa za 25 rokov podarilo nezmazateľne zapísať do povedomia väčšiny odborných firiem, prevádzkovateľov a užívateľov priemyselných armatúr. Nie všetko sa za tie roky podarilo (podobne ako v živote človeka), veľa sľubných zákaziek nakoniec nevyšlo, na druhej strane veľa pekných realizovaných zákaziek zvýšilo renomé firmy a jej výrobkov. Firma si vybudovala sieť stálych zákazníkov, kde vzťahy z čisto obchodných prešli na vzťahy priateľské.

4. ZÁVER

Na tak malom priestore sa nedajú spomenúť všetky medzníky v živote firmy, väčšina čitateľov tohto príspevku s firmou za tých 25 rokov prišla alebo stále prichádza do kontaktu. Patrí sa preto na tomto mieste poďakovať všetkým kolegom z materskej firmy resp. sesterských firiem, ktorí riešia každodennú vzájomnú rutinnú spoluprácu, ale riešia aj rôzne problémy, bez ktorých by nás práca určite nudila.

Poďakovanie patrí aj všetkým zamestnancom firmy (aj bývalým), ktorí prispeli a stále prispievajú k úspešnému projektu pod názvom LDM Bratislava s.r.o. V neposlednom rade patrí poďakovanie aj majiteľom firmy, ktorí svojimi aj kritickými podnetmi tlačia firmu dopredu. Nesmieme samozrejme zabudnúť ani na našich zákazníkov, bez ktorých by všetko vyššie uvedené bola len krásna rozprávka. Tešíme sa na ďalších 25 rokov, ktoré budú prinajmenšom tak úspešné, ako boli doterajšie roky.

Pri príležitosti 25. výročia založenia spoločnosti pripravujeme na jeseň tohto roku firemné dni po slovenských mestách, kde oslávime naše narodeniny v spoločnosti našich stálych obchodných partnerov a predstavíme sa tým novým… Bližšie informácie zverejníme na našej stránke www.ldm.sk.

Literatúra

[1] Zborník Regulačné armatúry LDM, vydanie 2014
[2] Firemná literatúra LDM

APLIKÁCIA PRINCÍPOV ŠTVRTEJ PRIEMYSELNEJ REVOLÚCIE V RIADENÍ A MONITOROVANÍ ZDROJA TEPLA

Jana Mižáková
FVT TUKE so sídlom v Prešove
Bayerova 1
080 01 Prešov
e-mail: jana.mizakova@tuke.sk

Jozef Mižák
PAUFEX Prešov, s.r.o.
Budovateľská 50
080 01 Prešov
e-mail: mizak@paufex.sk

Ján Piteľ
PAUFEX Prešov, s.r.o.
Budovateľská 50
080 01 Prešov
e-mail: pitel@paufex.sk

Abstrakt
V súvislosti so zavádzaním princípov štvrtej priemyselnej revolúcie v oblasti produkcie a distribúcie tepelnej energie bude narastať význam úrovne komplexného dohľadu v informačnej pyramíde hierarchickej štruktúry riadenia výroby a dodávky tepla, na ktorej sa bude spracovávať a vyhodnocovať rastúce množstvo dát prichádzajúce z procesnej úrovne riadenia aj vďaka rapídne zvyšujúcim sa možnostiam digitálnej komunikácie s číslicovými regulátormi technologických zariadení, meračmi energií, akčnými členmi a snímačmi. V príspevku je uvedený príklad aplikácie týchto princípov v riadení a monitorovaní zdroja tepla na báze kondenzačných plynových kotlov a plynových tepelných čerpadiel.

1. ÚVOD

Komplexné riadenie výroby a dodávky tepla nie je v súčasnosti možné bez využitia informačných a riadiacich systémov na jednotlivých úrovniach riadenia od manažérskej úrovne až po procesnú úroveň so systémami nachádzajúcimi sa priamo v technológii. Dnes bežné rozdelenie (s dostatočným zjednodušením jednotlivých informačných úrovní) vo výrobe a dodávke tepla rozlišuje úroveň manažmentu, úroveň komplexného dohľadu a procesnú úroveň. Toto rozdelenie je potom možné napr. znázorniť v tvare informačnej pyramídy, na ktorej vrchole je úroveň manažmentu s najmenším množstvom prenášaných informácií, v strede pyramídy je úroveň komplexného dohľadu (alebo aj tzv. dispečerská úroveň) a na spodku pyramídy je procesná / technologická úroveň s najväčším počtom dostupných informácii o technologickom procese výroby a dodávky tepla [1].

Základným princípom štvrtej priemyselnej revolúcie je plnohodnotné využívanie moderných digitálnych technológií umožňujúcich digitalizáciu výrobkov, procesov a služieb. Touto digitalizáciou vzniká vzájomná väzba medzi počítačovými a fyzickými procesmi cez tzv. digitálne dvojča, ktoré predstavuje prepojenie reálneho procesu a jeho digitálneho modelu [2]. Základom pre vznik a následný rozvoj tohto prepojenia je on-line zber dát z procesov, ich vyhodnocovanie a využitie pre následnú optimalizáciu týchto sledovaných reálnych procesov. V prípade procesov výroby a dodávka tepla je to zabezpečované najmä prostredníctvom procesných systémov riadenia a SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) systémov na úrovni komplexného dohľadu.

2. RIADENIE A MONITOROVANIE ZDROJA TEPLA

Progresívne trendy komplexného riadenia výroby a dodávky vychádzajúce z princípov štvrtej priemyselnej revolúcie boli aplikované na riadenie a monitorovanie zdroja tepla na báze dvojice kondenzačných plynových kotlov a 5 plynových tepelných čerpadiel pre vykurovanie a prípravu teplej vody areálu Mestského úradu v Poprade. Na riadenie technologického procesu kotolne a strojovne je na procesnej úrovni použitý číslicový riadiaci systém Amit/Diras s on-line monitorovaním SCADA systémom Promotic cez Internet.

Systém riadenia využíva distribuovaný princíp s hlavným riadiacim systémom v kotolni, podriadeným riadiacim systémom v strojovni a 7 procesnými regulátormi diferenčného tlaku vykurovacích okruhov. Riadiaci systém kotolne komunikuje:

- protokolom DB-Net cez elektrické rozhranie RS-485 s riadiacim systémom strojovne,
- protokolom Modbus RTU cez elektrické rozhranie RS-485 s procesnými regulátormi, riadiacimi jednotkami kotlov, riadiacou jednotkou (ovládačom) tepelných čerpadiel a s obehovými čerpadlami.
- protokolom M-Bus cez dvojvodičovú zbernicu s meračmi tepla a vodomermi inštalovanými v kotolni.

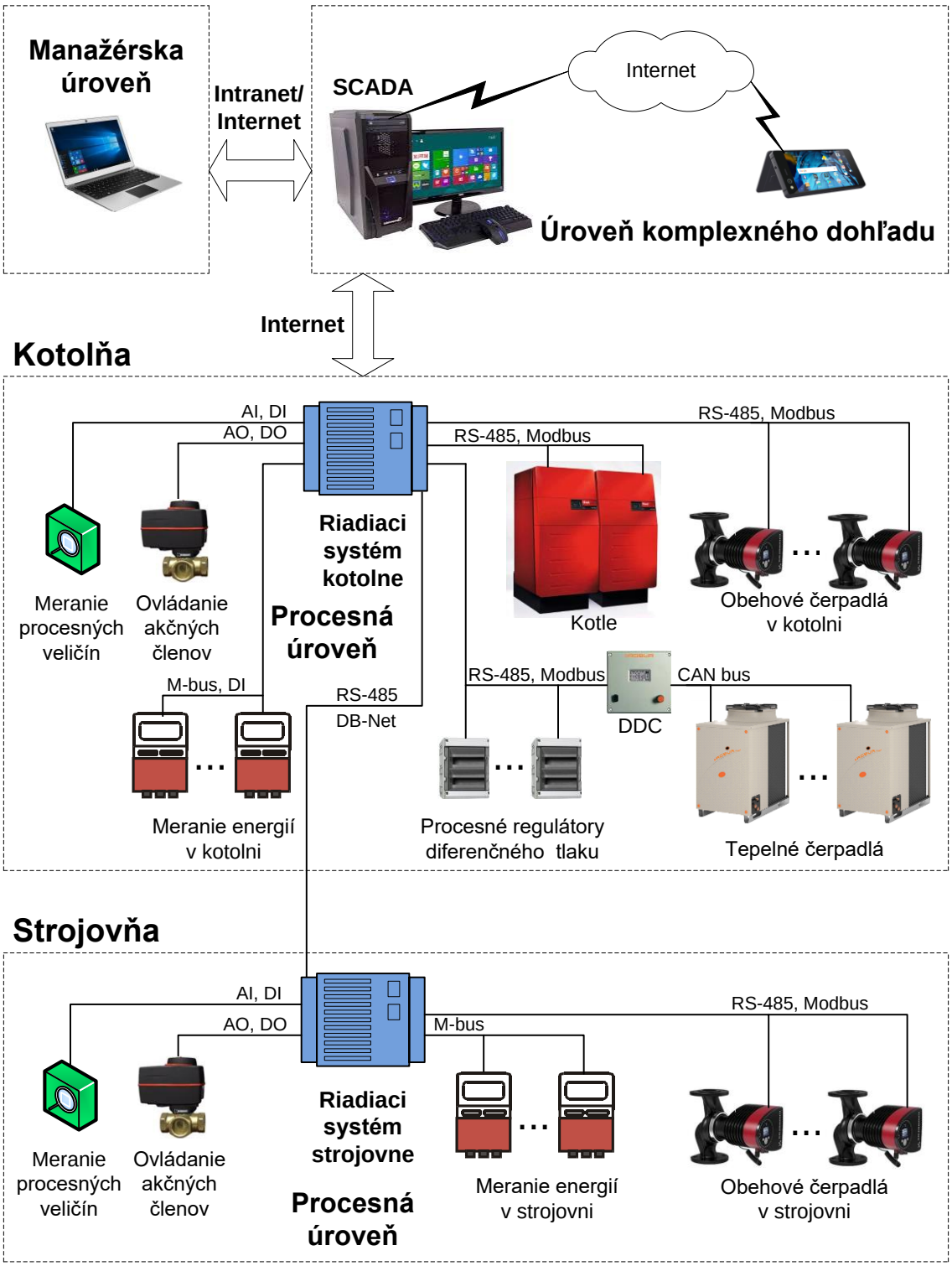
S meračmi tepla inštalovanými v strojovni komunikuje riadiaci systém strojovne protokolom M-Bus a následne dáta z týchto meračov sú prenášané do riadiaceho systému kotolne protokolom DB-Net cez elektrické rozhranie RS-485. Tepelné čerpadlá komunikujú cez rozhranie CAN-Bus s ich centrálnym ovládačom DDC, ktorý zabezpečuje ich kaskádové riadenie.

Takto navrhnutý a zrealizovaný systém komplexného riadenia a monitorovania zdroja tepla (Obr. 1) zabezpečuje jeho optimálny chod (prednostná výroba tepla tepelnými čerpadlami, ekvitermická regulácia vykurovania, časovo riadená príprava teplej vody...) na základe pokročilých algoritmov automatického riadenia s možnosťou on-line sledovania jeho prevádzky a množstva vyrobeného tepla.

Vytvorená aplikácia v SCADA systéme umožňuje on-line sledovanie a vyhodnocovanie množstva prevádzkových parametrov zdroja tepla, ako napr.:

- prevádzkové hodiny a štarty kotlov v sledovanom období (Obr. 2),
- prevádzkové hodiny, celkovú spotrebovanú energiu, aktuálny prietok, výtlak, prúd motora, príkon u jednotlivých obehových čerpadiel (Obr. 3),
- účinnosť výroby tepla v tepelných čerpadlách,
- vyrobené a spotrebované teplo pre vykurovanie, prípravu teplej vody a vzduchotechniku (Obr. 4), atď.

Obr. 2, 3, 4 sú vygenerované priamo zo SCADA systému, takže prevádzkovateľ má možnosť pracovať on-line so zozbieranými dátami aj bez väčších skúsenosti s informačnými systémami.



Obr. 1 Štruktúra riadenia a monitorovania zdroja tepla

Prehľad: Denný

Začiatok: 04. 03. 2019

Koniec: 10. 03. 2019

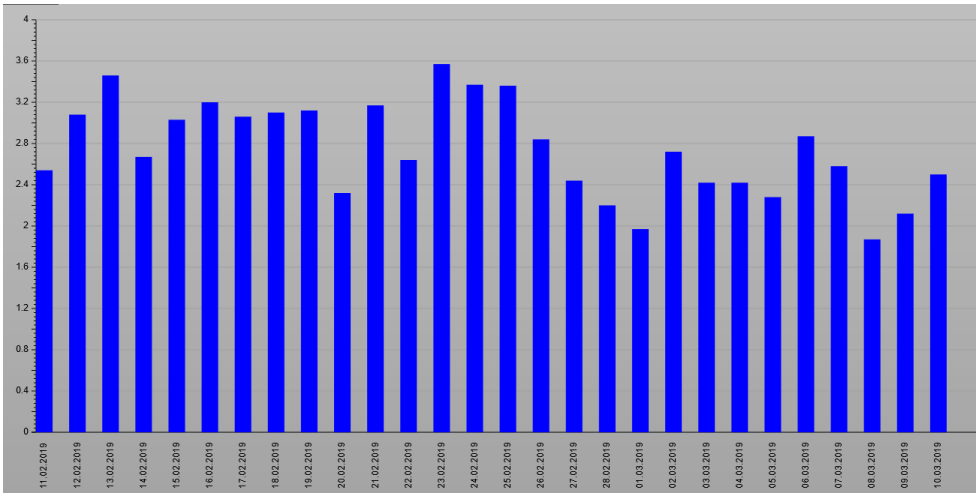
Načítaj

Zobrazené údaje

Dátum a čas	Kotol K1 Deň [h]	Kotol K1 Deň štarty	Kotol K2 Deň [h]	Kotol K2 Deň štarty
10.03.2019 06:00	0.29	2.00	0.22	2.00
09.03.2019 06:00	0.57	3.00	0.46	2.00
08.03.2019 06:00	0.84	2.00	0.45	2.00
07.03.2019 06:00	0.89	2.00	0.70	2.00
06.03.2019 06:00	1.35	4.00	0.95	4.00
05.03.2019 06:00	1.30	6.00	1.00	5.00
04.03.2019 06:00	0.83	2.00	1.53	4.00

Obr. 2 Prevádzkové hodiny a štarty kotlov v priebehu týždňa

Obr. 3 Aktuálne informácie o obehovom čerpadle



Obr. 4 Vyrobené teplo v MWh tepelnými čerpadlami v priebehu posledného mesiaca

3. ZÁVER

Použité smart riešenia v riadení a monitorovaní zdroja tepla v súlade s princípmi štvrtej priemyselnej revolúcie umožňujú on-line monitorovanie činnosti technologických zariadení zdroja tepla s pozitívnym dopadom na zvýšenú spoľahlivosť ich prevádzky, ekonomickú výrobu a dodávku tepla a teplej vody s možnosťou priebežného sledovania spotrebovaných a vyrobených energií a vyhodnocovania účinnosti výroby tepla.

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-15-0602 a projektom H2020-FOF-12-2017, MIDIH (MANUFACTURING INDUSTRY DIGITAL INNOVATION HUBS), Grant Agreement No. 767498.

Literatúra

[1] Piteľ, J., Mižáková, J., Mižák, J. Monitorovanie a riadenie výroby a dodávky tepla v kontexte štvrtej priemyselnej revolúcie. In: *Vykurovanie 2018*, Podbanské, 12.3.-16.2.2018. Bratislava: SSTP, 2018. str. 353–356. ISBN 978-80-89878-20-8

[2] Sova Digital. *O Industry 4.0.* Dostupné na: [http://industry4.sk/wp-content/uploads/2016/06/kroky_k_industry_40.pdf]

RIADENIE VYKUROVANIA V INTELIGENTNEJ DOMÁCNOSTI

Ing. Bohumil Slodičák
Siprin s.r.o.
Lamačská cesta 3/A
841 04 Bratislava
e-mail: bohumil.slodicak@siemens.com

Abstrakt
Riadenie vykurovania v domácnostiach sa vykonáva v drvivej väčšine pomocou hlavíc, ktoré sú buď termostatické, elektronické, alebo elektrotermické.

Kľúčové slová
termostatické hlavice, elektronické hlavice, elektrotermické hlavice, riadenie vykurovania

1. ÚVOD

Generálna úloha vykurovacieho systému, je dodať do objektu dostatočnú tepelnú energiu, ktorá vytvorí pohodlné prostredie pre organizmus (dobrú tepelnú pohodu). Ideálne rozloženie teploty v priestore je ak po celej horizontálnej úrovni priestoru je teplota zhodná, po vertikálnej osi sa v úrovni hlavy nachádza teplota o 2 – 4°C nižšia ako na úrovni nôh.

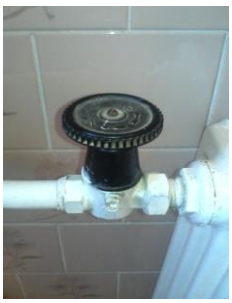
Druhy vykurovacích systémov:

- Veľkoplošné vykurovanie (podlahové, stenové a stropné vykurovanie)
- Radiátorové vykurovanie
- Teplovzdušné vykurovanie
  - Klasické
  - Trombeho stena

Každý spôsob vykurovania má svoje klady a zápory. Náklady na vykurovanie nie sú v súčasnej dobe zanedbateľné. Aj z tohto dôvodu súčasný stavitelia používajú pri výstavbe materiály, ktoré zabraňujú únikom tepla. Budovy postavené v skorších obdobiach (70. – 80. roky) prechádzajú postupne rekonštrukciami (výmeny okien, zatepľovanie) a tým, dokážu po energetickej stránke konkurovať novostavbám.

2. RIADENIE VYKUROVANIA

Najrozšírenejší spôsob odovzdávania tepla, pri vykurovaní v našich zemepisných šírkach je pomocou vody, z čoho priamo vyplýva, že na riadenie teploty sú potrebné ventily.
Pomocou radiátorov sa v minulosti vykurovalo najčastejšie, pričom ovládanie kúrenia bolo čisto ručnými ventilmi.



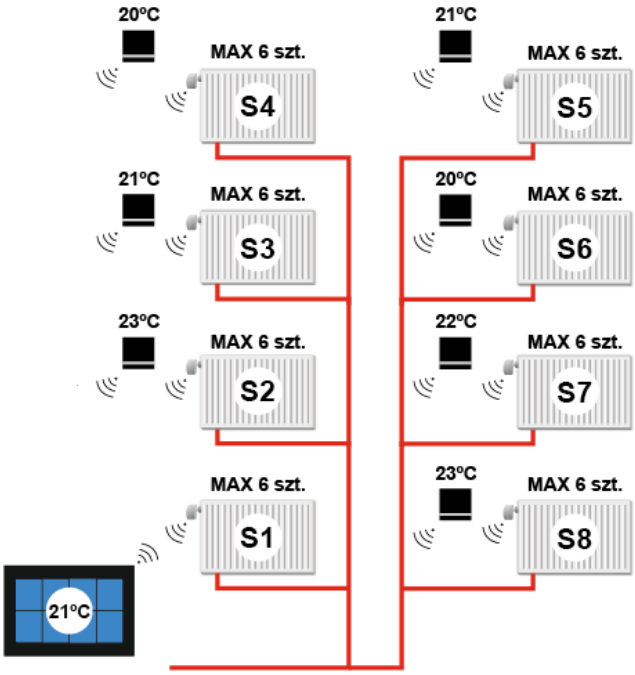
Obr. 1 Ručný ventil

Ďalší stupeň riadenia vykurovania, kedy už nebolo potrebné ručne ovládať ventil sú termostatické hlavice.

Obr. 2 Termostatická hlavica

Princíp: Na hlavici sa nastavujú regulačné stupne. Pri dosiahnutí približne nastavenej teploty v priestore (okolí hlavice), hlavica cez ventil postupne uzavrie radiátor.

Keďže spomínané spôsoby ovládania vykurovania nie sú príliš efektívne a častokrát nepraktické, nakoľko pre zmenu nastavenia je potrebné vykonať ručný zásah. Nie je možné napríklad nastaviť časový program a v prípade neprítomnosti utlmiť vykurovanie. Aby sme mohli dynamicky podľa nejakých nastavení upravovať správanie sa regulačných zariadení je potrebná elektronika. V súčasnosti je mnoho výrobcov, ktorý umožňujú ovládať vykurovanie a to jednoduchou výmeny napr. termostatických hlavíc za elektornické.

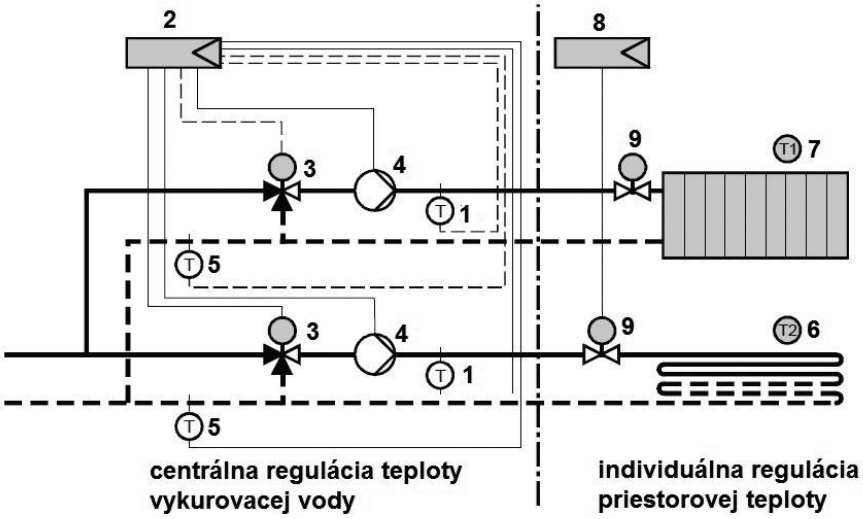


Obr. 3 Bezdrôtový systém riadenia vykurovania

Elektronické hlavice bývajú vybavené vlastným snímačom teploty a zobrazovacím panelom. Takýto systém je možné častokrát rozšíriť aj o merací člen na stenu a tým eliminovať nekorektné meranie teploty priestoru v blízkosti tepelného zdroja. Keď takýto systém ešte rozšírime o akčný člen na zapínanie tepelného zdroja, alebo otváranie vstupného ventilu pre bytovú jednotku, tak získame taký malý inteligentný systém riadenia vykurovania. Ktorý bežne môžme konfigurovať cez webové rozhranie a ovládať cez internet aj na diaľku. Ďalšia možnosť rozšírenia takého systému je napríklad aj o okenné kontakty, ktoré nám umožňujú v prípade procesu vetrania vypínať vykurovacie telesá a tým eliminovať plytvanie energií. Tieto systémy bývajú postavené na bezdrôtových princípoch, nakoľko sa predpokladá, že budú inštalované namiesto existujúcich zariadení a je vysoký predpoklad, že žiadne káblové vedenia pre potreby vykurovania nie sú inštalované. Tento koncept, nám priamo napovedá, že pôjde vo väčšine prípadov o riešenia postavené na batériovom princípe. Hlavná úloha pre výrobcov preto znie, minimalizovať energetickú náročnosť zariadenia a tým maximalizovať životnosť batérií, čo sa im aj darí nakoľko výdrž batérii v týchto zariadeniach býva aj dva roky. Keďže medzi hlavné faktory takéhoto riešenia je zabezpečiť dostatočnú životnosť batérie, tak na ovládanie ventilu sa používajú motorčeky, ktoré cez prevodovku zatláčajú, alebo otvárajú ventil. S tým je spojená určitá hlučnosť v procese otvárania, zatvárania, ale zároveň to má výhodu, že otvorenie ventilu je možné v rozsahu 0-100%. Nakoľko hladina hluku nebýva výrazná tak medzi nespornú výhodu patrí možnosť zaregulovania. Tento spôsob riadenia vykurovania je v súčastnosti veľmi populárny, nakoľko je ľahko inštalovateľný.

V minulosti keď sa budovali inteligentné budovy, tak častokrát riadenie vykurovania pozostávalo z dvoch stupňov a to:

- reguláciou teploty vykurovacej vody pomocou trojcestného ventila
- otváranie zatváranie ventilov príslušnej zóny podľa teploty



Obr. 4 Centrálna a individuálna regulácia teploty

Častokrát pozostávala zónová regulácia z autonómneho termostatu, na ktorom si užívateľ nastavil požadovanú teplotu, prípadne si nastavil časový program. Takýto lokálny systém sa používa niekedy aj v súčastnosti a je veľká škoda, že sa nemyslí na prepojenie s centrálnym riadiacim systémom, čo môže kvalite a hlavne úsporám na energiách výrazne pomôcť. Ak sa ako zónové regulátory použijú také, ktoré slúžia, len ako zber dát a na ovládanie vykurovania slúži riadiaci centrálny systém, tak to umožňuje maximalizovať synergický efekt použitých zariadení. Napríklad okenné kontakty môžu slúžiť, tak ako pre vykurovanie z pohľadu

informácie, že prebieha proces vetrania, tak aj pre zabezpečovací systém domácnosti. Ďalej je možné pohybové detektory použiť na vyhodnotenie prítomnosti osoby v danej miestnosti a tak dynamicky upravovať teplotu v danom priestore, čím dosiahneme maximálne úspory.

V inteligentných domácnostiach sa potom na zónovú reguláciu najčastejšie používajú elektrotermický ovládané hlavice, ktoré pod vplyvom elektrického napätia zabezpečia otvorenie, alebo zatvorenie hlavice. Tieto zariadenia sú tiché a energeticky nenáročné, ich nevýhodou je, že sú buď otvorené, alebo zatvorené, čiže nie sú kontinuálne.

V prípade použitia centrálneho riadenia vykurovania, sa nám otvárajú možnosti aplikovania informácií o vonkajšom prostredí z meteostanice, alebo priamo spracovávať a riadiť sa podľa dát z internetových stránok meteorologických inštitúcii. To nám dáva možnosť aj predikatívneho riadenia, prípadne aktívnej prediktívnej kompenzácie teplotných vplyvov prúdiaceho vetra.

Obr. 5 Meteostanica

ZÁVER

V súčasnosti je mnoho riešení ako inteligentne riadiť vykurovanie v domácnostiach, ale zároveň je aj veľké nebezpečenstvo, že sa pri výstavbe zvolí nesprávny spôsob realizácie. Nakoľko niektoré systémy sú vhodné na aplikáciu do existujúcich priestorov a s minimálnymi technickými požiadavkami na kabeláž a pod. vedia poskytnúť kvalitnú službu. Ich nevýhoda býva v použití batérií a ich občasnej výmeny, ďalej že môže byť komplikovanejší spôsob prepojenia týchto zariadení s iným riadením domácnosti (napr. riadenie osvetlenia, zabezpečovacieho systému a pod.). Ak ide o objekt, kde prebieha masívna rekonštrukcia, alebo nová výstavba, je vhodné zvážiť komplexného riadiaceho systému, ktorý synergickým spôsobom môže maximalizovať využiteľnosť získaných informácii v domácnosti. Komplexne riadiť teplotnú pohodu aj iné parametre kvality prostredia a brániť "bitiu" sa dvoch rôznych zariadení, napr. chladenia a kúrenia.

NOVÁ ÉRA V TECHNOLOGII ČERPADEL

Ing. Petr Vacek

WILO CS, s.r.o.
Obchodní 125
251 01 Čestlice

Organizačná zložka
Tuhovská 29
831 06 Bratislava - Rača

Dortmundský výrobce představil čerpadlo Wilo-Stratos MAXO. Tímto krokem opět doložil svou ambici být průkopníkem v odvětví výroby čerpací techniky. Nástupce typu Wilo-Stratos nastavuje nové standardy v oblasti účinnosti, uživatelského přístupu a zároveň demonstruje vedoucí pozici značky Wilo v oblasti inovací. Nový přesvědčivý design vysoce účinného čerpadla získal ocenění „Design Plus“ na výstavě ISH ve Frankfurtu nad Mohanem.

Nové čerpadlo Wilo-Stratos MAXO pro oběhové systémy a cirkulaci teplé pitné ve velkých budovách stanoví nové standardy energetické účinnosti - rozsáhlé studie a rozhovory se zákazníky v rané fázi umožnily výrobci vyvinout čerpadlo, které je přizpůsobeno požadavkům zákazníka. „Naše Stratos MAXO je první inteligentní čerpadlo na světě. S perfektně optimalizovanými a inovativními funkcemi na úsporu energie, jako je Multi-Flow Adaptation (komunikace mezi spolupracujícími čerpadly) nebo No-Flow Stop (ochrana proti minimálnímu průtoku) a velmi dobrý index EEI ≤ 0,19 až ≤ 0,17 (závislý na modelu), Stratos MAXO také stanovuje nové tržní standardy z hlediska energetické účinnosti systému", vysvětluje produktový manažer z Wilo Michael Dieckmann. Multi-Flow Adaptation je nová funkce pro úsporu energie, která umožňuje primárnímu čerpadlu přizpůsobit svůj výkon přesnému požadavku připojených čerpadel sekundárních okruhů. Další propracované řídicí funkce jsou velmi uživatelsky příjemné a umožňují energeticky úsporný režim. Wilo-Stratos MAXO může například automaticky přizpůsobit svůj výstup různým systémovým požadavkům pomocí funkce Dynamic Adapt plus bez nastavení cílové hodnoty. Díky vysokému stupni konektivity je Wilo-Stratos MAXO mimořádně flexibilním řešením jak vysvětluje pan Dieckmann: „Analogová a digitální rozhraní, která jsou u běžných čerpadel stále jen volitelnou funkcí, která je k dispozici pouze prostřednictvím modulů IF například pro typy Stratos, bude nyní standardem pro Wilo-Stratos MAXO. Nejnovější komunikační rozhraní (Bluetooth) umožňuje jeho použití v přímém spojení s mobilními zařízeními, zatímco „Wilo Net“ nabízí nové standardní rozhraní pro připojení mezi produkty Wilo, tj. pro ovládání více čerpadel - funkce, díky nimž je naše Stratos MAXO jedním z nejlepších ve své třídě. Na trhu jsou k dispozici další moduly CIF, které umožňují bezproblémovou integraci do světa sběrnicových systémů. Čerpadlo bude provozováno a

konfigurováno pomocí aplikace vyvinuté na zakázku, která dokáže načíst data čerpadla a použít je k optimalizaci systému.

Smart technologie pro komplexní komunikaci

Od integrace v automatizaci budov až po řízení mobilní aplikací zajišťuje Wilo komplexní komunikační schopnosti s inteligentními a smart technologiemi - to samozřejmě platí i pro Wilo-Stratos MAXO. S pomocí nejnovější verze mobilní aplikace Wilo-Assistant poskytuje Wilo do smartphonů a tabletů celý svět vysoce účinné technologie čerpadel. Nový design a intuitivní ovládání aplikace se stále více stává každodenní pomůckou obchodníkům, projektantům a instalatérům při jejich práci. Nové funkce a komplexní řešení rozšiřují nabídku funkcí, které dříve nabízela předchozí verze Wilo-Assistant. Provozní bod a centrální provozní stavy lze vyvolat a sledovat v reálném čase. Ale aplikace také poskytuje podporu předem, např. během projektování a výběru čerpadel, během instalace a uvádění do provozu, a následně během provozu s funkcí dálkového ovládání a dálkové údržby.

Perfektní konektivita, snadná konfigurace

Nastavení s aplikací Wilo-Assistant nabízí intuitivní ovládání a vynikající uživatelskou přívětivost. Zelený ovladač je nový prvek čerpadla Wilo-Stratos MAXO: „Nová technologie zeleného knoflíku je nástupcem našeho červeného tlačítka a kombinuje osvědčené ovládání s novými a optimalizovanými funkcemi. To vytváří zcela novou dimenzi uživatelského komfortu. Bylo také důležité, aby instalace čerpadla byla mnohem jednodušší", dodává produktový manažer. „Nový rozměr displeje má nyní jasnější uspořádání a nabízí více prostoru. Optimalizovaný Wilo-Konektor je zapojen odděleně od dalšího přípojeného příslušenství a usnadňuje tak manipulaci s napájením čerpadla. “Funkce měření množství tepla je další výhodou systému Wilo-Stratos MAXO umožňující například automatické přepínání mezi režimem vytápění a chlazení, nebo také možnost oddělit měření tepla a chladu.
Nové režimy řízení zajišťují flexibilní a dokonalé přizpůsobení pro všechny aplikace - funkce stálé cílové teploty nebo konstantní diferenční teploty ještě více zvyšují účinnost čerpadla a celého systému. Regulace konstantní teploty v cirkulačním systému pomáhá předcházet růstu legionel v potrubí pitné teplé vody. Stratos MAXO-Z je také ideální pro specifické hygienické požadavky, protože automaticky rozpoznává program tepelné dezinfekce a podporuje propláchnutí potrubí zvýšením jeho výkonu na maximum. Wilo-Stratos MAXO je k dispozici jako jednoduché nebo zdvojené čerpadlo a v provedení Wilo-Stratos MAXO-Z pro zásobování pitnou vodou.

Cena Design Plus Award

Při světové premiéře Wilo-Stratos MAXO v roce 2017 na předním světovém veletrhu ISH ve Frankfurtu nad Mohanem získalo čerpadlo ocenění „Design Plus powered by ISH“. Tato cena je symbolem značky kvality pro výrobky, které se vyznačují udržitelností, inovativním designem a účinnou technologií.

Pro vice informací navštivte stránku: www.wilo.com , www.wilo.cz, www.wilo.sk
Facebook: facebook.com/WiloGroup facebook.com/wilocs

Popis obrázku:
Wilo-Stratos MAXO – první smart čerpadlo na světě

O společnosti Wilo

WILO SE je jedním z předních světových dodavatelů čerpadel a čerpacích systémů pro technická zařízení budov, vodní hospodářství a průmyslový sektor. Wilo určuje nové standardy jako lídr inovací. Našim zákazníkům nabízíme produkty šité na míru s vysokou účinností systémů a maximálními úsporami energie. Naší touhou je být individuální, jak je nutné, a být účinný, jak je jen možné. S využitím inteligentních řešení, která spojují lidi, produkty i služby, je skupina Wilo na cestě k tomu, aby se stala průkopníkem v tomto odvětví. Společnost celosvětově podporuje přibližně 7 700 zaměstnanců.

Pro více informací navštivte www.wilo.cz nebo www.wilo.sk

SMART TECHNOLÓGIE VO VYKUROVACÍCH SYSTÉMOCH OBYTNÝCH BUDOV

Ing. Mária Kurčová, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra Technické zariadenia budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: maria.kurcova@stuba.sk

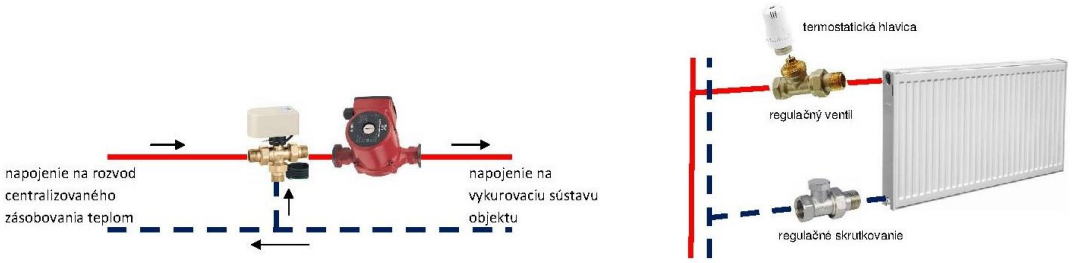
Abstrakt
Technológia výroby a odovzdávania tepla vykurovacím systémom bola od počiatku používania riadená. Systém riadenia procesu vykurovania sa vždy odvíjal od možností v danej dobe, pričom človek stále hľadal riešenie, ako odbremeniť užívateľa a čo najviac tento proces zautomatizovať. V súčasnosti, kedy je veľký rozmach vývoja počítačovej technológie, ako softwérovej, tak i hardwérovej časti, dostávajú sa do popredia Smart technológie. Ich úlohou je zabezpečiť čo najvyšší komfort užívateľa bytu pri maximálne možnom šetrení energiou.

1. ÚVOD

Súčasný užívateľ bytu očakáva od vykurovacieho systému nielen zabezpečenie aktuálnej potreby tepla, ale aj komfort pri riadení a odovzdávaní danej potreby tepla. Vývojom technológií človek spohodlnel a už aj minimálny presun k zdroju tepla pri zmene požiadaviek narušuje komfort jeho pohodlia.

2. SYSTÉMY VYKUROVANIA V BYTOVÝCH DOMOCH A I RIADENIE

Na sídliskách je značná časť bytových domov, ktoré majú vykurovanie bytov zabezpečené centrálne. Jedná sa o vykurovaciu sústavu napojenú buď na vlastný zdroj tepla, častejšie však na centrálnu kotolňu mimo objektu napojenú cez systém centralizovaného zásobenia teplom. Riadenie aktuálnej potreby tepla je centrálne , na päte vykurovacej sústavy ekvitermickou reguláciou, častejšie však na zdroji tepla, ktorý sa nachádza ďalej od objektu. V priestoroch bytov je umožnená individuálna regulácia teploty vzduchu v miestnosti prostredníctvom termostatickej hlavice na ventiloch pred vykurovacími telesami.
Riadenie dodávky tepla je teda centrálne na zdroji tepla, resp. na päte objektu prispôsobením teploty vykurovacej vody vonkajšej teplote. Je to jeden zo spôsobov šetrenia energie, ktorý však nezohľadňuje náhle zmeny vonkajšej klímy. V systéme je možné riadenie aktuálnej potreby tepla individuálne podľa teploty v miestnostiach prostredníctvom termostatickej hlavice.



Obr. 1 Riadenie vykurovania v obytných domoch

Termostatická hlavica je schopná zohľadniť pri regulácii potreby tepla tepelné zisky vonkajšie - zo slnečného žiarenia a vnútorné – prítomnosť osôb, resp. náhly vnútorný zdroj tepla. Je to zariadenie, ktoré má zabezpečiť komfort a tepelnú pohodu človeka a zároveň šetriť energiu. Problém v komforte užívateľa nastáva, keď užívateľ na dlhšiu dobu opustí miestnosť – byt, musí pristúpiť ku každej hlavici a individuálne s ňou manipulovať. Častokrát na to zabudne, a tým pádom je narušená funkcia šetrenia termostatickou hlavicou. Podobne je táto funkcia narušená pri zabudnutej manipulácii hlavicou pri otvorení okna. Systém prítomnosti a neprítomnosti osôb už čiastočne riešia programovateľné termostatické hlavice, kde je možné nastaviť denný resp. týždenný program. Avšak ani tie neriešia problém vetrania miestnosti a iné možnosti šetrenia energie.

Obr. 2 Riadenie vykurovania programovateľnou termostatickou hlavicou

3. SYSTÉMY OVPLYVŇUJÚCE RIADENIE VYKUROVACIEHO SYSTÉMU

Tepelný komfort človeka nezabezpečuje len draho vyrobené teplo v zdroji tepla, dodané vykurovacím systémom. Vykurovací systém je súčasťou komplexu celej obytnej budovy a malo by spolupracovať so všetkými jej komponentami a systémami. Moderný systém má vedieť využiť všetky danosti objektu pre získanie tepla „zdarma“ a pre maximálne možné šetrenie draho vyrobeného tepla.

Faktory vplývajúce na potrebu tepla:

- energia slnka – slnečné žiarenie,
- vetranie miestnosti,
- prítomnosť – neprítomnosť osôb,
- kvalita vnútorného vzduchu,
- nepredvídané vnútorné zdroje tepla.

4. SMART TECHNOLÓGIE A ICH MOŽNOSTI PRI RIADENÍ VYKUROVANIA

V súčasnom svete technológie už nie je žiadnou novinkou, že na vykurovacích telesách sú programovateľné termostatické hlavice, kde si užívateľ môže naprogramovať žiadanú teplotu

v miestnosti podľa prítomnosti, či neprítomnosti osôb, a tak šetriť energiou. Taktiež sú už systémy, pri ktorých je možný vonkajší zásah do procesu riadenia diaľkovo cez počítač, či cez mobilný telefón. Tieto systémy zabezpečujú väčší komfort užívateľa aj šetrenie energiou, stále to však nie sú Smart systémy, nakoľko k ich aplikácii je potrebný fyzický zásah užívateľa. Podstata Smart systémov spočíva v analýze daností všetkých systémov v objekte a ich komponentov a zosúladenie ich zásahu do systému tak, aby boli zabezpečené aktuálne požiadavky na komfort užívateľa a zároveň maximálne šetrenie energie. A to všetko bez zásahu človeka ako užívateľa.

Smart systémy využívajú pre riadenie vykurovania nielen aktuálne údaje vonkajšej klímy, ale predovšetkým predpoveď týchto údajov a podľa toho prioritne zoraďujú zásah jednotlivých systémov do riadenia vykurovania.

Systémy pripojené do smart technológie:

- systém obvodového plášťa – senzory otvorenia okien, ovládanie otvárania okien, ovládanie žalúzií,
- systém vykurovania – ovládanie trojcestných ventilov ekvitermickej regulácie, ovládanie ventilov pred vykurovacími telesami,
- systém vetrania rekuperáciou – ovládanie klapiek prívodu a odvodu vzduchu, resp. ventilátorov.

Do Smart technológie sú zapojené aj systémy prostredia:

- systém vnútorného prostredia – senzory teploty vzduchu, vlhkosti vzduchu, kvality vzduchu, prítomnosti osôb,
- systém vonkajšieho prostredia – meteostanica – senzory teploty vonkajšieho vzduchu, rýchlosti prúdenia vonkajšieho vzduchu, slnečného žiarenia.

Obr. 3 Systémy pripojené na Smart technológie

Výhodou Smart systémov je ich pružnosť, rýchla reakcia a schopnosť vopred stanoviť poradie a mieru zásahu akčných členov jednotlivých systémov. Kým termostatická hlavica na vykurovacom telese je schopná zabezpečiť len tepelný komfort človeka a šetrenie energie pri vonkajších a vnútorných tepelných ziskoch, smart systémy s prepojením technológií sú schopné zabezpečiť žiadanú tepelno-vlhkostno-aeróbnu mikroklímu.

Príklady zásahu Smart technológie:

1. pokles vnútornej teploty počas prítomnosti užívateľa – otváranie ventilu na vyk. telese,
2. pokles vnútornej teploty počas neprítomnosti užívateľa – otváranie žalúzií v prípade slnečného počasia, zatváranie žalúzií v prípade zamračeného a daždivého počasia, následné otváranie ventilu na vyk. telese,
3. pokles kvality vnútorného vzduchu – otváranie okien, zatváranie ventilu na vyk. telese,
4. dlhodobá neprítomnosť osôb v priestore – proces znižovania teploty: zatváranie ventilu na vyk. telese, otváranie alebo zatváranie žalúzií podľa počasia, obmedzenie pôsobenia senzoru vlhkostno-aeróbnej mikroklímy.

Jedným z funkcií Smart technológií je archivácia údajov vnútorného prostredia a zásahov do systému. Systém je schopný vyhodnocovať zmeny tepelno-vlhkostno-aeróbnej mikroklímy a na základe analýzy zásahov akčných členov pripojených systémov jednotlivých technológií, si stanoví tzv. knižnicu postupu a poradia zásahov akčných členov. Tým pádom vie dopredu stanoviť a „predvídať“, aký bude nasledujúci zásah akčných členov pri riadení vykurovania pre dosiahnutie komfortu užívateľa a zároveň maximálneho šetrenia energie. Smart systémy sú automatické, ale ako nad každým automatizovaným systémom, aj tu je možný nadradený zásah užívateľa. Užívateľ bytu môže kedykoľvek vzdialene sledovať aktuálne parametre, či už tepelno-vlhkostno-aeróbnej mikroklímy, alebo stav jednotlivých komponentov systému. Takisto môže žiadané parametre vnútornej mikroklímy hocikedy zmeniť podľa svojich požiadaviek a systém na základe údajov v uloženej knižnici prevedie zásah akčných členov jednotlivých technológií.

5. ZÁVER

Pri súčasných požiadavkách na techniku vnútorného prostredia, nie je možné oddeliť riadenie vykurovacieho systému od ostatných systémov v objekte. Pri snahe čo najvyššej komfortnosti užívateľa bytu a pri maximálne možnom stupni šetrenia energiou je potrebné do riadenia vykurovania zapojiť všetky systémy, ktoré môžu ovplyvniť kvalitu vnútorného prostredia. Riadenie takéhoto komplexu len človekom bez zavedenia automatizácie nemôže priniesť žiadaný efekt. Naproti tomu, každý automatizovaný systém musí umožniť vstup do riadenia procesu nadradeným subjektom, ktorým je v tomto prípade užívateľ, veď zabezpečuje jeho komfort vo vnútornom priestore.

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantu VEGA 1/0807/17.

Literatúra

[1] Průcha, J.: Chytré bydlení. Inteligentní dům. (www.InsightHome.eu/Chztre-bydleni)
[2] Garlík, B.: Inteligentní budovy. BEN – technická literatura. Praha 2012
[3] Petráš, D., Koudelková, D., Kurčová, M.: Technika prostredia v inteligentných budovách, Eurostav, 3/2019, ročník 25, ISSN 1335-1249

XI. SEKCIA

HYDRAULICKÉ VYREGULOVANIE VYKUROVACÍCH SÚSTAV

vedie: Ing. František Vranay, PhD.

- ***Josef Jáchim, Radim Hečko***
- ***Jozef Habánek***

REGULACE OTOPNÉ SOUSTAVY U ZATEPLENÝCH DOMŮ

„Chci šetřit, ale zároveň mít teplý radiátor“ touha všech majitelů bytů

Josef Jáchim
Radim Hečko
IMI Hydronic Engineering
CTPark Humpolec 1573
CZ – 396 01 Humpolec
e-mail: josef.jachim@imi-hydronic.com

Abstrakt
Zateplené bytové domy, které jsou napojeny na centrální zásobování teplem společně s nezateplenými domy, mají vyšší teplotu přívodní vody a proto má instalovaná otopná soustava vyšší výkon než je potřeba a to vede k vyšší spotřebě energie i přesto, že jsou v domech termostatické ventily. Příliš vysoká teploty vody nutí termostatické ventily pracovat s velmi malým zdvihem a v krajních případech dochází k rozkmitání regulace teploty a neschopnosti termostatického ventilu dodat požadované množství tepelné energie. Z těchto důvodů se instalují na paty domů směšovací stanice pro snížení teploty otopné vody.

Uživatelé bytů však často provozují systém tak, že zcela uzavřou termostatické ventily a po příchodu z práce očekávají rychlý nárůst teploty v bytě. Přestože mají zateplené domy a výbornou akumulační schopnost s minimálním poklesem teploty během útlumu, očekávají teplé otopné těleso bez ohledu na skutečnou teplotu v místnosti. Touží šetřit a zároveň přetápět. Obyvatelé se rozdělí zpravidla na dvě skupiny, jedna chce šetřit a druhá chce mít nadstandardní tepelný komfort. To vede ke konfliktním situacím a neodborným zásahům do instalované regulace (úpravy ekvitermní křivky na stejnou nebo vyšší úroveň než má dodavatel tepla, změny nastavení regulátorů tlakové diference, úpravy nastavení termostatických ventilů apod.).

Neodbornými zásahy do ekvitermní regulace lze snadno tuto regulaci vyřadit z provozu. Důsledkem je zcela otevřený regulační ventil v primárním okruhu. Regulační ventil se snaží dodat 100% průtoku do soustavy, která je však z části nebo úplně zavřená. Důsledkem je nárůst tlakové diference a hluk na termostatických ventilech. K těmto jevům by nedocházelo, pokud by byla regulace provozována za účelem směšování.

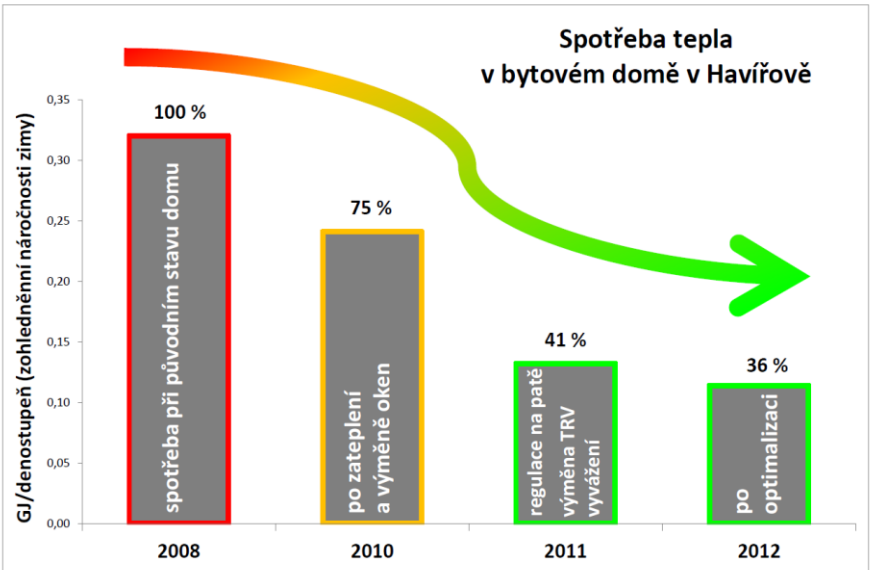
Článek popisuje rizika jednotlivých zapojení a způsobu možných řešení, přestože jsme si vědomi, že některá řešení mohou být v daném domě nerealizovatelná z technických nebo ekonomických důvodů.

1. ÚVOD

Než se pustíme do řešení vlastní regulace na patě domu, měli bychom si objasnit jak vlastně přistupovat ke stávající otopné soustavě po zateplení domu. Zateplením objektu a výměnou

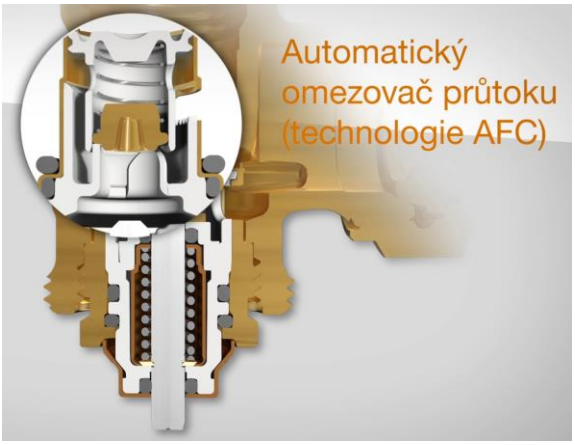
oken se výrazně změní tepelné ztráty a to nejen celého domu ale i jednotlivých místností vzájemně. Např. v místnostech uprostřed domu dojde jen k výměně oken a zateplení fasády, ale u místností pod střechou se tepelná ztráta sníží výrazněji díky zateplení střechy.

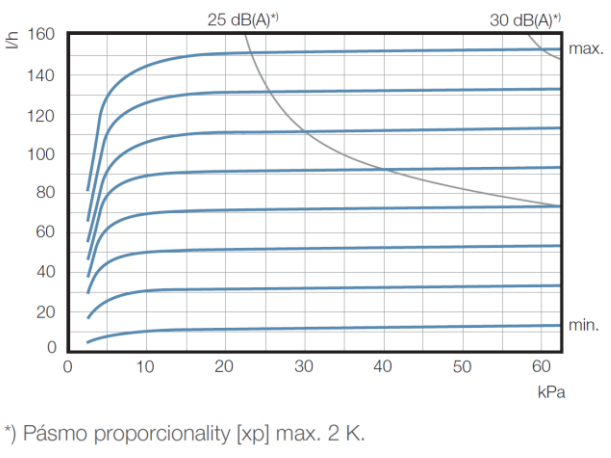
Tento fakt je potřeba zohlednit při novém hydraulickém výpočtu, který je vždy nutný pokud chceme dosáhnout maximálních úspor energie. Často se investuje pouze do zateplení a zapomene se na nové nastavení a vyregulování otopné soustavy. Majitelé bytů se pak často diví, že dosažené úspory nejsou tak vysoké jak předpokládali. Investice do projektu vyregulování soustavy a jeho provedení se přitom vrátí často už po prvních letech provozu viz. Obr 1.



Obr. 1 Snížení spotřeby tepla v bytovém domě po jednotlivých krocích [2]

Co by měl obsahovat správný projekt nového vyregulování? V první řadě nový výpočet tepelných ztrát, ve kterém se zohlední zateplení všech částí domu. Na základě nového výpočtu tepelných ztrát najdeme nejméně předimenzované tzv. referenční těleso, pro které stanovíme základní tepelný spád pro potřebný výkon. Přívodní teplota, pokud nebudeme uvažovat ochlazování, se pro ostatní tělesa nemění. Změní se však teplota zpátečky na základě potřebného výkonu z nového výpočtu tepelných ztrát. Se změnou teplotního spádu se změní i průtok, který následně dosadíme do hydraulického výpočtu.





Obr. 2 Termostatický ventil s automatickou regulací průtoku s technologií AFC [1]

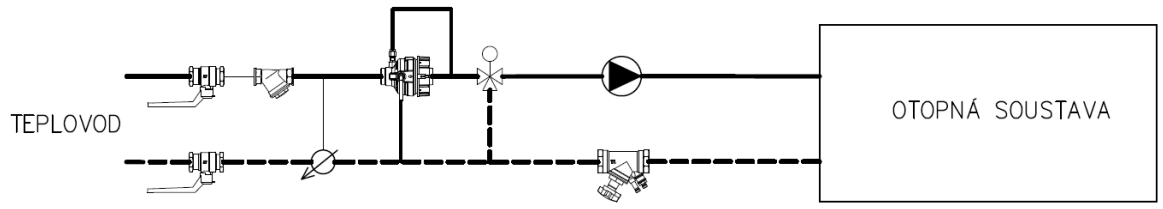
Pro stávající budovy však často není k dispozici původní projekt vytápění a není ani možné identifikovat trasy a dimenze zazděného potrubí. Pro zjednodušení hydraulického výpočtu můžeme naštěstí využít nové technologie, jako jsou termostatické ventily s automatickou regulací průtoku (Obr. 2). Průtok je automaticky omezen na nastavenou hodnotu i při plném otevření termostatické hlavice. Omezením nadprůtoků se zvyšuje teplotní spád a energetická účinnost, omezuje se přetápění.

2. INDIVIDUÁLNÍ REGULACE TEPLOTY PŘÍVODU

Je-li teplota přívodu vysoká a požadovaného výkonu otopných těles nelze dosáhnout zvětšením teplotního spádu nabízí se jako druhá možnost snížení teploty přívodu pomocí směšovací stanice. Další předností je provádět delší časové útlumy než centrální výtopna. Nevýhodou jsou nutné investiční náklady na projekt a realizaci a také spotřeba elektrické energie na čerpací práci a provoz směšovací stanice. Výhodou je naopak nezávislost na centrálním nastavení teploty od dodavatele tepla a možnost nastavení vlastního časového programu. Snížení teploty přívodu také pozitivně minimalizuje praskání potrubí způsobené dilatacemi a třením o konstrukce (chráničky).

2.1 Zapojení s 3-cestným regulačním ventilem (Obr. 3)

Zapojení s 3-cestným ventilem zpravidla vyžaduje regulaci tlakové diference, protože tlakově zatížený 3-cestný ventil ztrácí svou regulační schopnost (autoritu), což se projevuje velmi malým zdvihem pohonu a neschopností udržet konstantní teplotu na sekundární straně. Výraznou nevýhodou tohoto zapojení je nutnost pokrytí tlakové ztráty regulačního ventilu sekundárním čerpadlem.



Obr. 3 Schéma zapojení s 3-cestným regulačním ventilem

Nevýhody a rizika

- Tlaková ztráta 3-cestného ventilu (doporučuje se 5 kPa) zvyšuje výtlak sekundárního čerpadla (vyšší riziko hluku termostatických ventilů).
- Regulátor tlakové diference i 3-cestný ventil musí být na společném potrubí (zajištění expanze vody při uzavření obou armatur).
- Při neodborném nastavení ekvitermní křivky dojde k otevření 3-cestného ventilu na 100% a přebytek tlakové diference (nespotřebovaný na 3-cestném regulačním ventilu) bude připočten k výtlaku oběhového čerpadla. To může způsobovat hlukové projevy na termostatických ventilech v bytech. Také to negativně ovlivňuje elektroniku oběhového čerpadla.

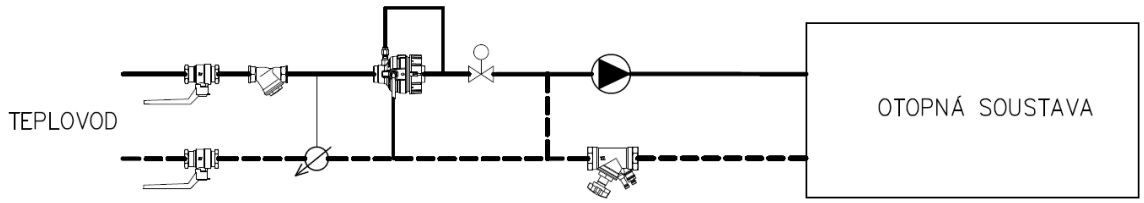
Výhody

- Nedochází k degradaci teploty zpátečky.

2.2 Zapojení s 2-cestným regulačním ventilem (Obr. 4a,b)

Varianta s 2-cestným regulačním ventilem nezvyšuje výtlačnou výšku oběhového čerpadla a minimalizuje riziko vzniku hluku. Průtok regulačním ventilem zabezpečuje tlaková diference z teplovodní přípojky dodavatele tepla. Regulační autorita ventilu se blíží ideální hodnotě a je tak splněn jeden ze základních předpokladů pro přesnou regulaci teploty.

Tlaková diference v primárním okruhu není konstantní, a proto se doporučuje instalace regulátoru tlakové diference, opět do stejného potrubí. Kapiláry regulátoru musí být zapojeny dle schématu mezi přívod a zpátečku (nikoliv před a za regulační ventil). Regulátor se nastaví na tlakovou ztrátu regulačního ventilu (doporučujeme 5kPa).



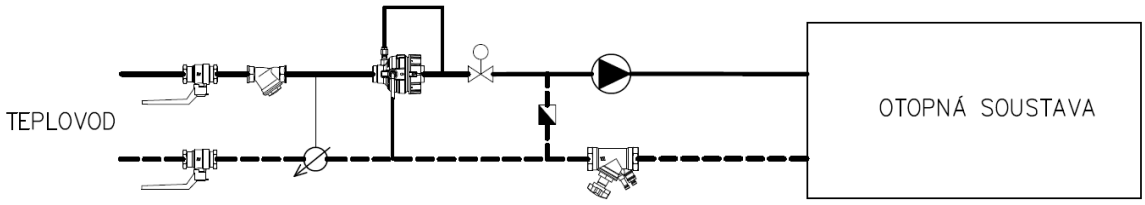
Obr. 4a Schéma zapojení s 2-cestným regulačním ventilem

Nevýhody a rizika

- Při neodborném nastavení ekvitermní křivky dojde k trvalému otevření pohonu regulačního ventilu a vyšší průtok z primárního okruhu způsobí obrácený tok ve zkratu a bude degradovat teplotu zpátečky dodavatele tepla. Teploty přívodu na primární a sekundární straně budou stejné.
- Zkrat funguje jako přepouštění, nedochází ke zvýšení výtlačné výšky čerpadla.
- Pokud bude podle obrázku 4b regulační ventil otevřen a čerpadlo vypnuto, může tlaková diference za regulačním ventilem stačit k zajištění průtoku přes otopnou soustavu, např. při nočním útlumu. Jedná se o poruchu regulace a nelze tomu předejít.

Řešení

- Řešit tuto situaci lze zablokováním ekvitermního regulátoru před neodbornou manipulací, což se nemusí líbit majitelům domu, kteří vlastní tuto regulaci.
- Druhou možností je aktivace nadřazené funkce regulace pokud to regulátor umožňuje a to hlídání teploty zpátečky. Na potrubí zpátečky primárního okruhu se osadí teplotní čidlo, které při nárůstu teploty zpátečky pomocí pohonu sníží průtok regulačním ventilem. Některé pokročilejší regulátory umožňují zadat klouzavou teplotu zpátečky dle venkovní teploty.
- Instalace zpětné klapky do zkratu (Obr.4b) sice vyřeší problém s degradací zpátečky, ale způsobí nárůst tlakové diference na oběhovém čerpadle (zvýšení maximálně o hodnotu nastavenou na regulátoru tlakové diference, tedy o tlakovou ztrátu 2-cestného regulačního ventilu). Tato situace nastane v případě, kdy je regulační ventil zcela otevřen a průtok je malý (částečně zavřené termostatické ventily). Čím větší bude tlaková ztráta regulačního ventilu adekvátně tomu nastavení regulátoru tlakové diference, tím větší bude v domě hluk.

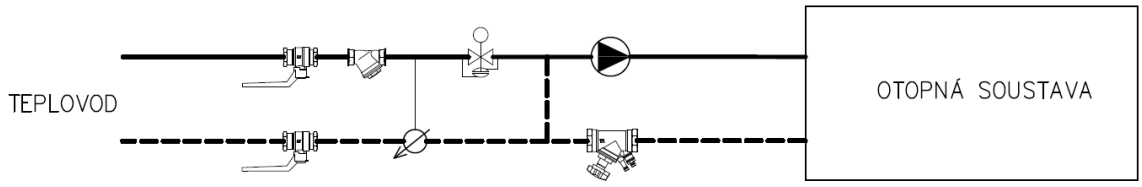


Obr. 4b Schéma zapojení s 2-cestným regulačním ventilem, zpětná klapka ve zkratu

Ze všech zde popisovaných variant je zapojení dle obr. 4b nejméně problematické.

2.3 Zapojení s 2-cestným tlakově nezávislým regulačním ventilem (Obr. 5a,b,c)

V tomto zapojení je regulátor tlakové diference integrován společně s regulačním ventilem do jednoho tělesa. Regulace tlakové diference je udržována před a za regulačním ventilem (nikoliv mezi přívodem a zpátečkou jako u předchozích případů). Tento typ armatury umožňuje nastavit maximální průtok ventilem, tato funkce se aktivuje pouze, když je pohon otevřen na 100%.



Obr. 5a Schéma zapojení s 2-cestným tlakově nezávislým regulačním ventilem

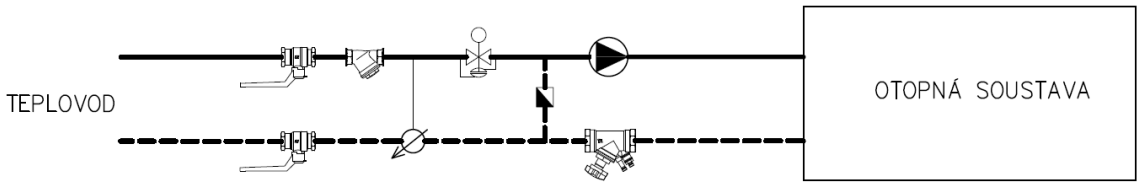
Nevýhody a rizika

- Při neodborném nastavení ekvitermní křivky bude pohon trvale otevřen. Rozdíl mezi primárním a sekundárním průtokem způsobí otočení průtoku ve zkratu a degradaci zpátečky.
- Není vyloučeno zvýšení výtlačné výšky čerpadla primární tlakovou diferencí i přesto, že ve zkratu není zpětná klapka.

Řešení

- Postupovat obdobně jako u varianty Zapojení s 2-cestným regulačním ventilem (Obr.4a,b)
- Průtok otopné soustavy v době musí být vždy roven nebo menší než průtok přes regulační ventil. Pohon by měl být v poloze menší než 100%, aby byl aktivní regulátor tlakové diference, který na sobě zmaří přebytek tlakové diference od dodavatele tepla.

Řešení na obr. 5b je shodné s předchozím avšak do zkratu je osazena zpětná klapka, aby se zabránilo opačnému toku a degradaci teploty zpátečky. Tento způsob je však nejrizikovější.



Obr. 5b Schéma zapojení s 2-cestným tlakově nezávislým ventilem a zpětnou klapkou ve zkratu

Nevýhody a rizika

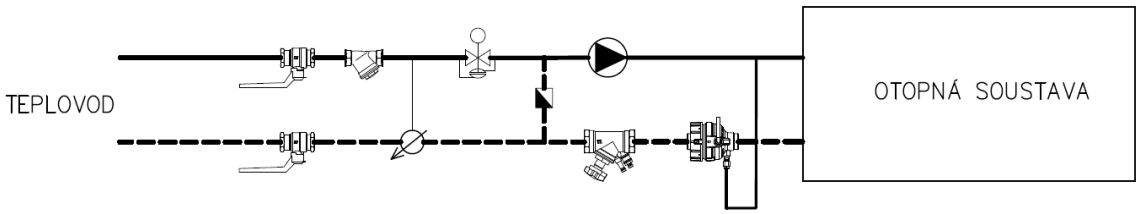
- Při neodborném nastavení ekvitermní křivky bude pohon trvale otevřen.
- Regulátor tlakové diference bude aktivován až při dosažení maximálního průtoku, při menším průtoku je v nečinnosti. Zpětná klapka zabraňuje opačnému toku ve zkratu a tím dojde k sečtení tlakové diference z teplovodní přípojky a výtlaku čerpadla. Hodnoty dosahují až 50 kPa. Průtok soustavou bude zachován i po vypnutí oběhového čerpadla (noční útlum). Obrovský nárůst tlaku a průtoku způsobí velký hluk termostatických ventilů.

Řešení

- Průtok přes regulační ventil musí být vždy menší než průtok otopnou soustavou. Rovnost průtoků by měla nastat jen při jmenovitých (projektovaných) podmínkách. Pohon není možné udržovat otevřený a očekávat správnou funkci tohoto zapojení. Pohon musí regulovat a musí probíhat směšovací funkce. Musí být správně nastavena ekvitermní křivka.

Nouzové řešení (Obr.5c)

- Osadit regulátor tlakové diference do zpátečky otopné soustavy a chránit otopnou soustavu před nárůstem tlakové diference a následným nadprůtokem.
- Na první pohled z technického a ekonomického hlediska nesprávné řešení, avšak v praxi s ohledem na možnosti instalatérské firmy, jediné možné. Proto je zde zmíněno.



Obr. 5c Schéma zapojení s 2-cestným tlakově nezávislým ventilem a dodatečným regulátorem tlakové diference na sekundární straně

3. ZÁVĚR

Majitelé domů či společenství vlastníků bytových jednotek investují nemalé prostředky na zateplení svých domů. Často jsou tyto akce vázané na dotační tituly a předpokladem k vyplacení dotace můžou být i doložené úspory tepla. Pro všechny může být velkým překvapením, když skutečné úspory tepla nesplňují očekávání ani předpoklad z projektu zateplení.

Konflikty mezi jednotlivými uživateli bytu, kteří chtějí šetřit a těmi, kteří chtějí mít teplotní komfort nad rámec standardů, vede do úzkých montážní firmy, které drží záruku za provedené úpravy na otopném systému a v některých případech nejsou schopny dílo předat. Neodbornost, nesmyslnost a protichůdnost požadavků, manipulace s dodanou technikou vytváří problémy, které nelze snadno vyřešit. Tento článek může posloužit jako návod, jaké zapojení zvolit, aby minimalizovalo budoucí rizika.

Literatura

[1] IMI HYDRONIC ENGINEERING, Technické firemní katalogy
[2] BRONISLAV HARABIŠ, I.G.B Holding, a.s., Firemní podklady z realizace

25 ROKOV HYDRAULICKÉHO VYREGULOVANIA NA SLOVENSKU

Ing. Jozef Habánek
energetický audítor
Sládkovičova 9, 010 01 Žilina
e-mail: jhk@zateplo.sk

Abstrakt
V prednáške je vysvetlený postup budovania teplovodných vykurovacích systémov a ich hydraulického vyregulovania. V súčasnosti prevláda snaha o prevádzkovanie vykurovacích systémov neštandardnými spôsobmi, ktoré sú mimo reálnych technických parametrov, na ktoré bol pôvodne vykurovací systém projektovaný. Tým dochádza jednak k poškodzovaniu správnej funkcie vykurovania domu a tiež k nehospodárnej prevádzke, ktorá má za následok nadmernú spotrebu tepla a zvýšenie nákladov na vykurovanie. Takýto stav je žiaľ podporovaný aj nejednoznačnou legislatívou.

1. ÚVOD

K napísaniu tejto prednášky ma priviedla snaha ponúknuť svoj pohľad na súčasný stav vykurovania bytových domov na Slovensku. Prvý seminár na tému hydraulického vyregulovania (HV) a inštalácie termo-regulačných ventilov (TRV) mal názov „Vplyv hydraulickej stability na spotrebu tepla“. Konal sa 24.11.1993 v Žiline a nasledujúci deň v B. Bystrici. Pre veľký záujem neskôr tiež v Košiciach a Bratislave. Seminár organizovala Slovenská energetická inšpekcia v B. Bystrici v spolupráci s firmami Heimeier Metallwer KG. Erwitte a SAVE s.r.o. Žilina. Zaujímavosťou je, že po 25 rokoch ani jedna z týchto organizácií neexistuje v pôvodnej podobe. Jediné čo nám ostalo je TRV a HV. V prednáške sa pokúsim zbilancovať minulosť, súčasnosť a budúcnosť vykurovania, HV a TRV u nás.

Na uvedených seminároch som účastníkom vysvetľoval, že požiadavka na HV systému ústredného kúrenia (ÚK) nie je nová. Po Nežnej revolúcií sa povinnosť HV ÚK objavila prvýkrát vo Vyhláške MH SR č. 206/1991 Zb. O hospodárení s teplom. V predchádzajúcej verzii zákona č. 89/1987 Zb. Zákon o výrobe, rozvode a spotrebe tepla síce zmienka o HV nebola, ale povinnosť HV vyplývala z normy STN 38 3350 Zásobovanie teplom - Všeobecné zásady, platnej od mája 1988. V tejto norme bola uvedená požiadavka na HV vykurovacej sústavy po každom zásahu, ktorý má vplyv na prevádzkové parametre sústavy ÚK. V tom čase sa jednalo hlavne o pripájanie nových odberateľov. Spolu s požiadavkou na HV bola vo Vyhláške č. 206/1991 uvedená aj povinnosti inštalácie TRV, čo bolo považované za zásah do vykurovacej sústavy, ktorý mal za následok potrebu nového HV sústavy ÚK.

Z uvedeného zákona vyplývala pre vlastníkov, alebo správcov, ktorí prevádzkovali vnútorné zariadenia ÚK, povinnosť inštalácie TRV od 1.9.1995. Tento rok možno považovať za začiatok termoregulácie a hydraulického vyregulovania u nás. V skutočnosti sa TRV začali na Slovensku používať oveľa skôr. Neboli však veľmi spoľahlivé a preto sa postupne vyvíjali. Patent pre

nastavenie hydraulického odporu na radiátorovom ventile pomocou otočnej clony bol na Slovensku podaný v roku 1980 a zverejnený Úradom pre vynálezy a objavy koncom roka 1981 (autorské osvedčenie č. 216411). Podobný spôsob druhotnej regulácie používajú mnohí výrobcovia aj v súčasnosti.

2. VÝVOJ VYKUROVACÍCH SYSTÉMOV

V príspevku sa budem venovať najmä rozsiahlym teplovodným vykurovacím systémom (bytové domy, administratívne budovy,...) pri ktorých má použitie TRV najväčší význam.

2.1. Vykurovací systém – pôvodný stav

V bytových domoch postavených na Slovensku v druhej polovici 20. storočia bol vykurovací systém navrhovaný podľa technických noriem platných v dobe projektovania a výstavby. Vo väčšine objektov sa vychádzalo z databázy typových projektov jednotlivých sekcií podľa stavebných sústav, ktoré sa podľa potreby spájali a upravovali. Ak si uvedomíme, že v dobe navrhovania typových projektov neexistovala výpočtová technika a pri výpočtoch sa používali prevažne logaritmické pravítka, lebo jednoduché kalkulačky boli vzácnosťou, môžeme považovať kvalitu a presnosť výpočtov a návrhu vykurovacích systémov za veľmi dobrú. Teda s výnimkou návrhu v tom čase vyrábaných TRV a hydraulického vyregulovania.

Návrh vykurovania každej miestnosti sa riešil a stále rieši nasledovným postupom

1. zadanie požadovanej teploty;
2. výpočet tepelných strát;
3. určenie teploty vykurovacej vody;
4. návrh vykurovacích telies;
5. spôsob pripojenia spotrebičov;
6. dimenzovanie potrubných rozvodov;
7. návrh armatúr;
8. výpočet hydraulických pomerov;
9. hydraulické vyregulovanie.

Z uvedeného popisu je vidieť, že pri navrhovaní vykurovacieho systému sa využíva postup reťazového výpočtu. Vstupné údaje z prvého kroku sa použijú na získanie výsledkov druhého kroku (výpočet tepelných strát). Tie sa potom použijú v ďalšom kroku a postup sa ďalej opakuje. To znamená, že prípadná chyba v ktoromkoľvek výpočtovom kroku sa viac, či menej výrazne premietne do výsledného návrhu prevádzkových pomerov vykurovacieho systému.

Pre výpočet hydraulických pomerov musia byť použité presné vstupné údaje, ktoré je možné získať len správnou realizáciou predchádzajúcich výpočtových krokov. Hydraulické vyregulovanie vykurovacieho systému teda nie je cieľ, ale len jeden z prostriedkov na dosiahnutie cieľa, ktorým je požadovaná teplota vykurovanej miestnosti.

2.2. Montáž TRV a hydraulické vyregulovanie.

Aký bol význam a postup „prvej vlny“ HV? Dôvodom pre zavedenie povinnosti inštalácie TRV a následného HV vykurovacieho systému bola snaha o zníženie spotreby tepla a tým aj nákladov na vykurovanie, pri predpokladanom zvyšovaní ceny tepla. Pri výmene pôvodných radiátorových armatúr za TRV sa predpokladalo, že všetky predchádzajúce kroky návrhu vykurovania boli urobené správne. Preto sa robil len hydraulický výpočet pre nové TRV a návrh nastavenia armatúr pre zabezpečenie správnych hydraulických pomerov, teda prietokov. Význam HV a inštalácie TRV si neskôr ukážeme na konkrétnom príklade.

3. SÚČASNÝ STAV HV

Požiadavka na inštaláciu TRV a HV vykurovacích sústav vyplýva aj v súčasnosti z viacerých zákonov. Nie je však doriešená definícia HV ani základné výpočtové parametre. Prevádzkovatelia a vlastníci objektov (prípadne projektanti, správcovia) sa teoreticky môžu rozhodnúť pri prevádzke a HV vykurovacieho systému pre viacero možností.

1. Technické riešenie v zmysle platných noriem.
2. Prevádzka podľa Vyhlášky MH SR o dodávke tepla.
3. Vykurovanie podľa Vyhlášky MZ SR o vnútornom prostredí budov.

Rozdiel medzi týmito možnosťami je v teplote vykurovanej miestnosti. Vykurovací systém navrhovaný podľa pôvodných aj súčasných noriem predpokladá teplotu vnútorného vzduchu miestnosti 20°C. Je to základná hodnota pre návrh celého vykurovacieho systému. Rovnaká hodnota aj postupy výpočtu spotreby tepla sú využívané pri energetickej certifikácii.

Vyhláška MH SR č. 152/2005 Z.z. uvádza ako odporúčanú teplotu 21°C (-1; +3), teda rozsah teplôt od 20 do 24 °C. Vyhláška MZ SR č. 259/2008 Z.z. je ešte benevolentnejšia a odporúča optimálne teploty miestnosti 15–26°C a prípustné 12–27°C.

Keby sme aplikovali význam slova SYSTÉM na vykurovanie, potom by sme mali očakávať PORIADOK, PRAVIDELNOSŤ, KONANIE PODĽA URČITÉHO PLÁNU... Pôvodný plán predstavuje normami stanovená teplota miestnosti 20°C, ktorá sa nesmie počas prevádzky meniť! V bytových domoch nesmie byť vykurovací systém prevádzkovaný takým spôsobom, ktorý znemožňuje niektorým užívateľom dosiahnuť požadovanú teplotu pri optimálnej spotrebe. Maximálne úspory v spotrebe tepla na vykurovanie dosiahneme pri splnení dvoch podmienok

1. Správne fungujúca ekvitermická regulácia.
2. Maximálne využitie tepelných ziskov.

Prvá podmienka predpokladá reguláciu teploty vody privádzanej do systému vykurovania podľa poveternostných podmienok. Druhá podmienka bude splnená len vtedy, keď všetky TRV v objekte sú počas celého vykurovacieho obdobia nastavené na projektovanú hodnotu. Zmeny nastavenie TRV ako otváranie (zvyšovanie prietoku), prípadne zatváranie (znižovanie prenosovej kapacity) majú nepriaznivý vplyv na prevádzku vykurovania a musia byť korigované zvýšením teploty vykurovacej vody, prípadne aj prietoku. V takom prípade nie je splnená ani jedna z uvedených podmienok a dosahované úspory tepla sú nepredvídateľné.

3.1. Komplexná obnova BD

Po zateplení, či kompletnej obnove BD je nevyhnutné aktualizovať celý projekt vykurovania. Je možné polemizovať o tom, aké je alebo nie je správne HV po zateplení domu. Ak neexistujú presné kritériá ani jasne definované pravidlá, bude sa stále jednať len o všeobecnú diskusiu a výmenu názorov. Nikto pritom nemôže tvrdiť, že práve jeho spôsob vyregulovania je správny a tiež nemožno pochybovať o tom, že niektorý spôsob vyregulovanie správny nie je.

3.2. Praktický príklad využitia TRV a HV

V posudzovanom BD (32 b.j.) bola najskôr realizovaná inštalácia TRV a súčasne HV. Po čase bola vykonaná komplexná obnovu domu, ktorá pozostávala zo zateplenia obvodových stien, strechy aj podlahy suterénu, výmeny okien aj vstupných dverí. Pri zatepľovaní sa vychádzalo z platných predpisov v r.2016. Z energetického hľadiska sa jednalo o výrazné zlepšenie tepelno-fyzikálnych vlastností. Dom mal pre obnovu vypracovanú kompletnú dokumentáciu, teda projekt, tepelno-technický posudok aj energetický certifikát. Z uvedených dokumentov je možné určiť predpokladanú spotrebu tepla na vykurovanie, dosiahnuteľné úspory aj vy-

hodnotiť skutočne dosahované výsledky. Odborným posúdením výsledkov energetických prepočtov a reálnej spotreby, je tiež možné určiť možné príčiny vzniknutých rozdielov.

Informácie o pôvodnej, predpokladanej a skutočnej spotrebe tepla sú v nasledovnej tabuľke. Pre lepšie porovnanie sú všetky údaje prepočítané na rovnaké jednotky kWh/m^2.rok.

Tab. 1 Porovnanie potreby a spotreby tepla na vykurovanie BD.

SPOTREBA TEPLA		*Pôvodný stav*		*Po obnove*	
		kWh/m^2.rok	*%*	*kWh/m^2.rok*	*%*
Výdaj	Vetranie	41,514	23,5%	41,513	48,6%
	Prestup	135,133	76,5%	43,873	51,4%
	SPOLU	**176,647**	**100,0%**	**85,386**	100,0%
Príjem	**SPOLU**	**176,647**	**100,0%**	**85,386**	100,0%
	Iné	14,367	8,1%	14,367	16,8%
	Slnko	31,724	18,0%	31,724	37,2%
	Vykurovanie	130,556	73,9%	39,295	46,0%

Spotreba tepla pred inštaláciou TRV sa pohybovala od 149 do 188 kWh/m^2.rok a porovnaním s potrebou tepla bola mierne zvýšená. Po inštalovaní TRV klesla spotreba na 79 až 84 kWh/m^2.rok., to znamená, že bola výrazne nižšia, ako predpokladaná potreba tepla. Pravdepodobne to bolo spôsobené tým, že niektoré miestnosti neboli vykurované.

Prvý rok po obnove domu bola spotreba 77 kWh/m^2.rok a zníženie spotreby tepla bolo len 15% predpokladaných úspor. V ďalšom roku po HV bola spotreba tepla 47 kWh/m^2.rok čo predstavuje 82% predpokladaných úspor podľa energetického certifikátu. Spotreba tepla na vykurovanie BD po zateplení približne zodpovedá priemernej spotrebe 47,67 kWh/m^2.rok, ktorú uvádza SIEA pre rok 2016. Optimalizáciou prevádzkových pomerov vykurovacieho systému a zlepšením užívateľskej disciplíny bolo dosiahnuté výrazné zníženie spotreby tepla, ale v porovnaní s predpokladanou potrebou zatepleného domu je skutočná spotreba stále najmenej o 20% vyššia. Napriek tomu možno konštatovať, že obnovený BD má dobré predpoklady pre dosiahnutie energetického kritéria nízkoenergetického štandardu, prípadne budovy s takmer nulovou spotrebou energie.

4. ZÁVER

Pre teplovodný vykurovací systém budov platia fyzikálne zákony a technické pravidlá. Pri dodržaní podmienok týchto pravidiel môže byť vykurovanie prevádzkované tak, aby zabezpečilo požadovanú (presne určenú a definovanú) teplotu miestností bez prevádzkových problémov (nedokurovanie, hluk) pri minimálnej spotrebe tepla. Všetky ostatné prevádzkové režimy (zvyšovanie teploty vody, zvyšovanie prietoku, znižovanie prietoku spôsobné svojvoľným otváraním a zatváraním TRV) spôsobujú technické problémy (nedokurovanie, nadmerný hluk) a v konečnom dôsledku aj zvýšenie spotreby tepla. Fakty a dôkazy sú na strane technických riešení. Fyzikálne zákony platili vždy a platia aj v 21. storočí. Preto treba tieto informácie podať tak, aby to ľudia pochopili a prijali za svoje.

Literatúra

[1] Zákon 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti

[2] Vyhláška MH SR č. 152/2005 o určenom čase a kvalite dodávky tepla pre konečného spotrebiteľa

[3] Vyhláška MZ SR č. 259/2008 o podrobnostiach o požiadavkách na vnútorné prostredie budov...

XII. SEKCIA

ENERGETICKÝ MANAŽMENT

vedie: doc. Ing. Michal Krajčík, PhD.

- ***Monika Rothová***
- ***Matúš Škvarka***
- ***Jan Weyr***
- ***Veronika Gombošová***
- ***Martin Kafka***
- ***Katarína Pauerová***
- ***Marian Rutšek***

GARANTOVANÉ ENERGETICKÉ SLUŽBY A ICH KVALITA

Ing. Monika Rothová
Energetické centrum Bratislava
Ambrova 35
831 01 Bratislava
e-mail: rothova@ecb.sk

1. ÚVOD

Európska únia si stanovila záväzný cieľ v oblasti energetickej efektívnosti, a to konkrétne zníženie spotreby energie o 27% do roku 2030. Súčasne však skonštatovala, že investície do zvyšovania energetickej efektívnosti sú stále na dosiahnutie tohto záväzku **nedostatočné.** Energetické služby by mali význame prispieť k dosiahnutiu týchto cieľov vo verejných, obchodných a rezidenčných budovách.

2. VÝZVY V OBLASTI ENERGETICKÝCH SLUŽIEB

Na dosiahnutie cieľov Európskej únie a Slovenska v oblasti energetickej efektívnosti je nevyhnutné navýšenie investícií do energetických služieb v sektore budov a zvýšenie dôvery v poskytovateľov týchto služieb. Na to je potrebné prekonanie nasledovných bariér:

- **Nedostatok dôvery** klientov a finančných inštitúcií v energetické služby a v ich poskytovateľov
- **Nedostatok zručností a nástrojov** na posudzovanie toho, či majú energetické služby „dobrú“ alebo „zlú“ kvalitu
- Jednotlivé projekty energetických služieb **sú príliš malé** pre dostupné efektívne financovanie
- Heterogénnosť/nedostatok štandardizácie energetických služieb ich robí…
    - pre investorov náročnými na porovnanie a posúdenie kvality
    - pre finančné inštitúcie náročné zjednotiť ich do väčších celkov na získanie dostupného nákladovo efektívneho financovania
- **Energetické služby sú komplexné**, čo spôsobuje…
    - náročnosť posudzovania technických rizík a vedie ku váhaniu pri investičných rozhodnutiach
    - vysoké náklady na posúdenie bonity klienta a komplikuje investíciu
    - že finančné inštitúcie dostávajú príliš veľa irelevantných informácií

3. PROJEKT QUALITEE

Na prekonávanie vyššie uvedených bariér sa zameriava projekt QualitEE, ktorý Európska Komisia podporila v rámci programu Horizon 2020. V rámci projektu QualitEE sa vytvoria:

- kritériá kvality pre projekty garantovaných energetických služieb (GES) a
- národné certifikačné schémy zamerané na posudzovanie kvality garantovaných energetických služieb (GES).

Certifikačná schéma pre GES by mala slúžiť hlavne pre klientov GES a finančné inštitúcie poskytujúce financovanie energetických služieb, aby dokázali posúdiť kvalitu poskytovanej služby a mali overenú dôveryhodnosť jej poskytovateľa.
Projektové konzorcium pozostáva z 12 partnerských organizácií a pokrýva 18 krajín Európy. Viac informácií o aktivitách projektu je možné získať na webstránke www.qualitee.eu.

4. EURÓPSKE TECHNICKÉ KRITÉRIÁ KVALITY ENERGETICKÝCH SLUŽIEB

Hodnotenie kvality energetických služieb je rozdelené do 9. oblastí:

1. Primeraná analýza
2. Kvalita realizácie energeticky efektívnych opatrení
3. Garancia úspor
4. Vyhodnocovanie dosahovaných úspor energie
5. Kvalita prevádzky a údržby
6. Komunikácia medzi poskytovateľom energetickej služby a zákazníkom
7. Zachovanie podmienok užívateľského komfortu
8. Informovanosť a motivovanie užívateľov
9. Zrozumiteľné zmluvné podmienky

4.1 Primeraná analýza

Prvým krokom pri poskytovaní energetickej služby je analýza energetickej spotreby daného objektu alebo zariadenia, ktorá by mala popisovať možné energetické úspory a navrhnúť opatrenia na zvýšenie energetickej efektívnosti. Kvalita tejto analýza má preto významný dopad na celkovú kvalitu energetickej služby.

Hodnotiace kritériá:

1-1 Dohoda o vykonaní energetickej analýzy podľa EN 16247-1
1-2 Primeraný zber a analýza údajov
1-3 Vhodnosť a primeranosť odporúčaných EE opatrení

4.2 Kvalita realizácie energeticky efektívnych opatrení

Poskytovanie energetickej služby je väčšinou spojené s implementáciou technických opatrení, pri ktorých je potrebné dodržiavať široké spektrum rôznych noriem, v závislosti od daného opatrenia. Dodržiavanie týchto noriem v procese technickej realizácie energetickej služby, ale aj po ukončení projektu, je nanajvýš dôležité.

Hodnotiace kritériá:

2-1 Výkon služieb v súlade s relevantnými normami, predpismi a povoleniami
2-2 Dodávka podľa plánu
2-3 Uvedenie do prevádzky a zdokumentovanie poskytovaných služieb
2-4 Zaškolenie užívateľov a prevádzkového personálu
2-5 Zabezpečenie prevádzky novo-inštalovaných zariadení po skončení zmluvy

4.3 Garancia úspor

Na to , aby boli úspory naozaj prínosom pre zákazníka, musia spĺňať určité požiadavky.

Hodnotiace kritériá:

3-1 Závislosť odmeny od dodržiavania garantovaných úspor
3-2 Dosiahnutie garantovaných úspor
3-3 Primeraný interval na vyhodnocovanie dosahovania prísľubu garancie

4.4 Vyhodnocovanie dosahovaných úspor energie

Úspory energie sú kľúčovým prvkom energetických služieb. Preto je pre kvalitu energetických služieb rozhodujúci spôsob, akým sú tieto úspory energie vyhodnocované.

Hodnotiace kritériá:

4-1 Použitie štandardizovaných metodík výpočtu úspor energie (IPMVP / ISO:50015:2014)
4-2 Výber najvhodnejšieho prístupu vyhodnocovania úspor energie
4-3 Jasne zadefinovaný „baseline“ (referenčná spotreba)
4-4 Jasne zadefinovaný princíp nastavenia („adjustment“) výpočtu energetických úspor
4-4 Transparentnosť a dohoda procesu M&V

4.5 Kvalita prevádzky a údržby

Niektoré energetické služby pokrývajú aj služby spojené s údržbou a opravami novo-inštalovaných alebo existujúcich zariadení. Kvalita týchto služieb má priamy vplyv na energetický systém a udržanie jeho hodnoty.

Hodnotiace kritériá:

5-1 Súlad s požadovanou dostupnosťou systému
5-2 Rýchle riešenie problémov v prípade porúch technických systémov
5-3 Funkčnosť zariadenia na konci zmluvného vzťahu
5-4 Jasné zadefinovanie zodpovedností poskytovateľa služby v oblasti údržby a opráv

4.6 Komunikácia medzi poskytovateľom energetickej služby a zákazníkom

Efektívna a zrozumiteľná komunikácia medzi poskytovateľom energetickej služby a zákazníkom prispieva ku kvalite ES.

Hodnotiace kritériá:

6-1 Zadefinovanie zodpovedných osôb
6-2 Dohoda o dostupnosti údajov a výmene dát (obojsmerne)
6-3 Zaznamenávanie a nepretržitá aktualizácia všetkých EE opatrení
6-4 Organizačné opatrenia upravujúce zodpovednosti interného prevádzkového personálu

4.7 Zachovanie podmienok užívateľského komfortu

Zavádzanie energetickej služby by nemalo viesť ku zníženiu komfortu užívateľov. Preto je vhodné hodnotiť požiadavky užívateľského komfortu buď pomocou fyzických parametrov (teplota, kvalita ovzdušia, intenzita osvetlenia,...) alebo pomocou získania spätnej väzby cez užívateľský prieskum.

Hodnotiace kritériá:
7-1 Zadefinovanie požiadaviek užívateľov
7-2 Pravidelná kontrola dodržiavania fyzikálnych parametrov komfortu
7-3 Hodnotenie užívateľskej spokojnosti

4.8 Informovanosť a motivovanie užívateľov

Vo väčšine prípadov majú užívatelia podstatný dopad na spotrebu energie a tým pádom majú aj vplyv na úspech energetickej služby.

Hodnotiace kritériá:
8-1 Vytvorenie konceptu na motivovanie užívateľov
8-2 Vytvorenie schémy pre navrhovanie zlepšení EE zo strany užívateľov
8-3 Informovanie o energetickej efektívnosti

4.9 Zrozumiteľné zmluvné podmienky

Jasne a zrozumiteľne zadefinované zmluvné podmienky sú základom pre kvalitnú implementáciu projektu ES. Zmluva musí riešiť záležitosti, ktoré by mohli viesť v praxi ku problémom:
9-1 Prevod vlastníckych vzťahov
9-2 Riadenia rizika ceny energie
9-3 Poistenie
9-4 Pravidlá odstúpenia od zmluvy
9-5 Právne nástupníctvo
9-6 Neobmedzené prístupové práva alebo definovanie prístupových práv
9-7 Dostupnosť rôznych druhov financovania
9-8 Zadefinovanie intelektuálnych vlastníckych práv

5. ZÁVER

Cieľovými skupinami Európskych technických kritérií kvality sú klienti z verejného aj súkromného sektora, rôzne veľký poskytovatelia energetických služieb, finančné inštitúcie, verejní obstarávatelia, politický činitelia, samosprávy a pod. Keďže táto cieľová skupina je pomerne obsiahla a aj druhy energetických služieb sú široké, nie je ľahké korektné nastavenie celoeurópskych kvalitatívnych kritérií.

Detilnejší popis kritérií a ich hodnotenia nájdete v príručke „Guidelines of European technical quality criteria“ zverejnenej na stráne QualitEE projektu www.qualitee.eu. Príručka a kritériá sú momentálne len v anglickom jazyku.

Kritériá na hodnotenie kvality energetických služieb vyvíjané v rámci projektu QualitEE sa stále vyvýjajú a je možné ich pripomienkovať.

Literatúra

[1] Klemens Leutgöb a kol.: *Draft Guidelines of European Technical Quality Criteria*, e7 Energie Markt Analyse GmbH, január 2018
[2] www.qualitee.eu

PRAKTICKÉ SKÚSENOSTI S ENERGETICKÝM MANAŽMENTOM MESTA TRNAVA

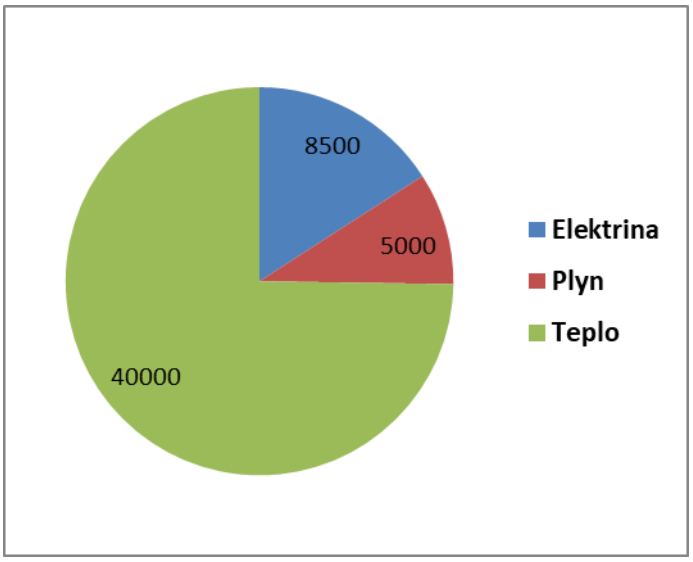
Ing. Matúš Škvarka, MBA
Manažér energetiky
Mesto Trnava
Mestský úrad Trnava
Trhová 3
917 01 Trnava
e-mail: matus.skvarks@trnava.sk

Energetický mix mesta Trnava

Mesto Trnava spravuje cca. 190 tisíc metrov štvorcových budov, ktoré sú vykurované väčšinou teplom z horúcovodu z atómovej elektrárne Jaslovské Bohunice a z menšej časti zemným plynom. Okrem toho mesto prostredníctvom zmluvného partnera prevádzkuje infraštruktúru verejného osvetlenia.

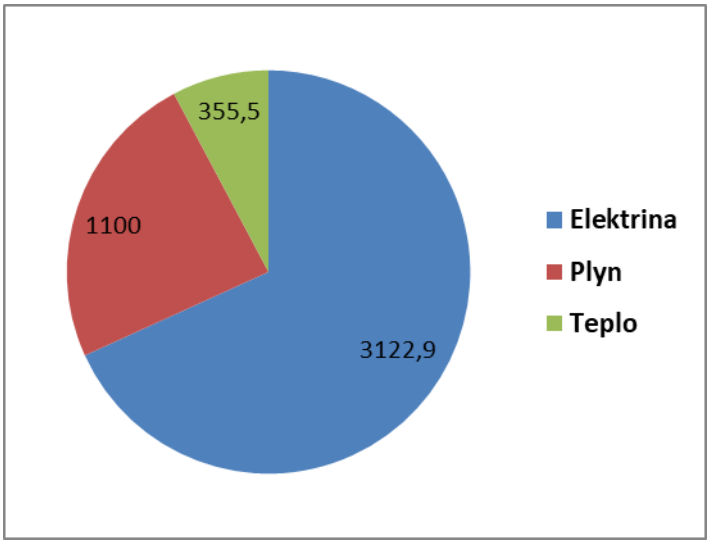
Trnava sa pristúpením mesta k Dohovoru primátorov a starostov zaviazala znížiť emisie CO2 o 40% do roku 2030 v porovnaní s rokom, ktorý si zvolí, v praxi s najdávnejším rokom, pre ktorý dokáže dohľadať relevantné dáta.

Nasledujúce grafy ukazujú rozdelenie spotreby energií v budovách a infraštruktúre Trnavy.



Ročná spotreba energie mesta je 53,5 GWh.

Nasledujúci graf ukazuje príspevok jednotlivých energetických komodít k emisiám CO2, prepočítaný s ohľadom na faktory primárnej energie:



Z grafov vidno, že spotreba elektriny v meste prispieva k emisiám CO2 v meste nadpolovičnou väčšinou. Celkové emisie CO2 vygenerované spotrebami energií sú 4578 ton.

Využitie obnoviteľných zdrojov energie (FTVE)

Ani po novelizácii zákona o podpore OZE sa nedá hovoriť o priaznivej situácii pre rozvoj fotovotaiky na Slovensku. Prebytky vyrobenej elektriny sa do distribučnej siete nemôžu predávať ani za symbolickú cenu, ba dokonca ani dávať zadarmo.

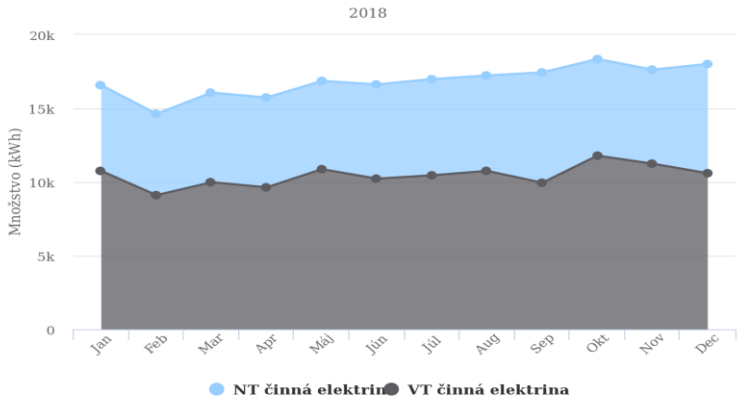
Jediná šanca do budúcnosti je celoplošné zavedenie obdoby virtuálneho akumulátora, čo spustila ZSE pre vybrané domácnosti.

Reálny akumulátor v budove pri súčasných cenách nemá návratnosť. Preto sme zatiaľ nútení dimenzovať plánované fotovoltaické elektrárne tak, aby sa celá ich výroba spotrebovala v budove.

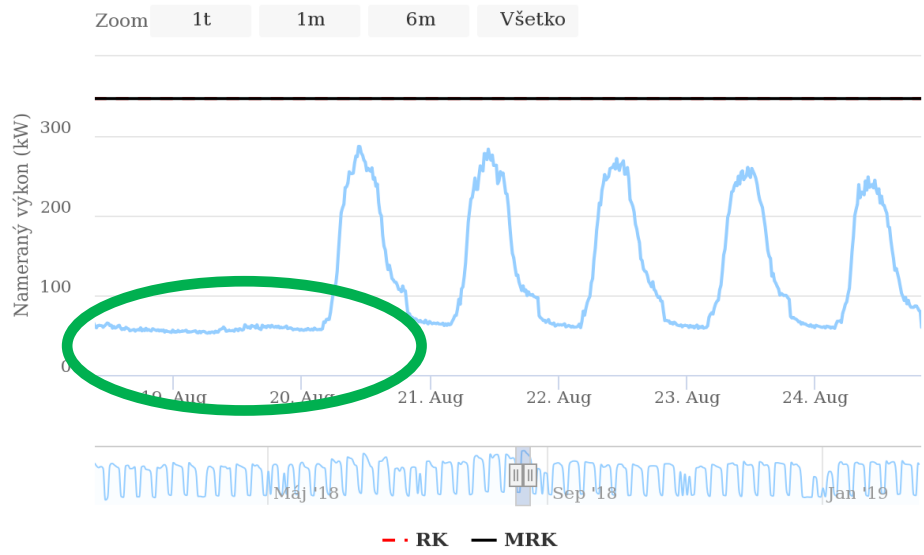
Pri budove treba myslieť na niekoľko faktorov:

- Umiestnenie budovy, aby mala strecha voľný výhľad na tri svetové strany (V,J,Z)
- Statika budovy by mala uniesť 50 kg/m2 navyše
- Typ budovy, kde je nepretržitá prevádzka, alebo aspoň dostatočne veľký základný odber

Typická vhodná budova je napríklad domov dôchodcov (Zariadenie pre seniorov), kde je celoročne prakticky konštantný odber elektriny a v priebehu dňa, kedy sa dá rátať so slnkom, príkon do budovy neklesne pod 20 kW. Z toho vyplýva, že 20 kWp fotovoltaiku môžeme na streche postaviť. Ak nájdeme dostatok netienenej plochy s vyhovujúcou statikou.



Iný typ vhodnej budovy je poliklinika, ktorá má takisto celoročnú prevádzku a aj počas víkendov je jej základný odber 50 kW.



Naopak nevhodný typ budovy sú školy, kde počas dvoch letných mesiacov dochádza k útlmu, keďže sú prázdniny. Závisí to od školy, ale denný základný odber budovy veľmi neprekračuje 2 kW, takže ak FTVE na škole, tak len malá.

Rekonštrukcia verejného osvetlenia

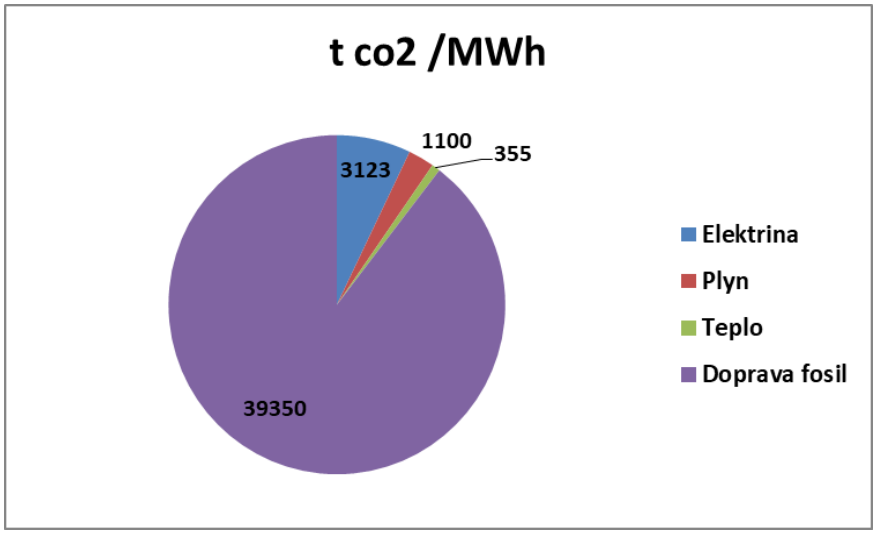
Po rekonštrukcii verejného osvetlenia by emisie klesli na 4511 ton, teda o 15%.

Ak znížime spotrebu elektriny na verejnom osvetlení o dve tretiny, bude to znamenať zníženie spotreby elektriny v majetku mesta o vyše 25%.

Z uvedeného vyplýva, že splnenie záväzku v rámci Dohovoru je bez rekonštrukcie verejného osvetlenia takmer nemysliteľné a že rekonštrukcia a modernizácia verejného osvetlenia výrazne prispeje k smerovaniu mesta „zeleným“ smerom.

Vplyv osobnej dopravy na emisie CO2

Osobná doprava má obrovský vplyv na mnohé parametre kvality života v meste, ako sú hlučnosť, prašnosť, ale aj emisie CO2, viď graf rozšírený o osobnú dopravu. Ak započítame osobnú dopravu v meste, jej uhlíková stopa bude 90% a uhlíková stopa elektriny spotrebovanej infraštruktúrou mesta klesne na 7 percent.



Podľa prieskumu, ktorý bol realizovaný v roku 2015, je v Trnave vyše 21000 osobných automobilov, z ktorých každý najazdí ročne v priemere okolo 11.000 km, pričom vygeneruje približne 1650kg CO2. Elektromobil pri takom istom nájazde vygeneruje len 275 kg CO2. Jedno vymenené auto ušetrí 1,375 t CO2. Ak by sa všetky osobné autá v Trnave vymenili za elektrické, znížila by sa uhlíková stopa osobnej dopravy o dve tretiny.

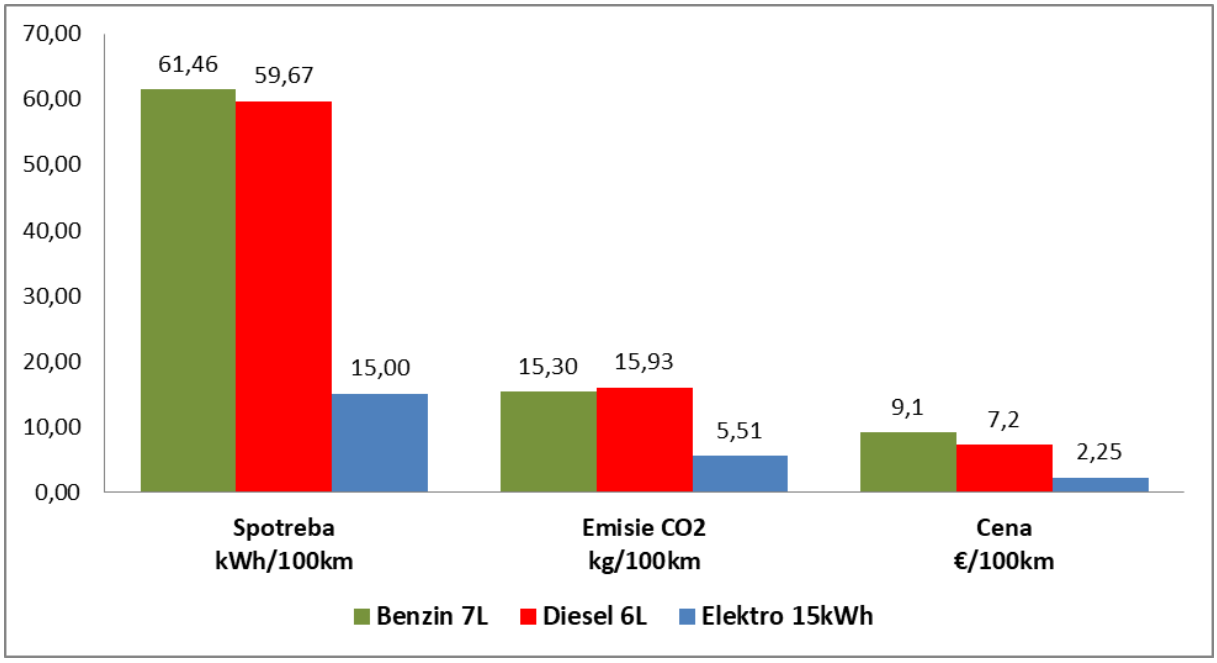
Rozvoj infraštruktúry nabíjacích staníc elektromobilov

Ak chceme výrazne znížiť emisie CO2 spôsobované dopravou, musíme okrem znižovania počtu áut v meste zabezpečiť prechod na nízkoemisnú dopravu. V tejto fáze vývoja technológií sa dá hovoriť len o elektromobilite. Elektromobily sú tiché a negenerujú žiadne exhaláty. Preto treba nárast ich počtu v meste podporiť. Na štátnej úrovni už prvé podporné programy na elektromibilitu prebehli. V roku 2017 bolo možné získať dotáciu 5000 EUR na zakúpený elektromobil. Mesto ich využilo pri nákupe štyroch elektromobilov (3 Smarty pre Mestský úrad a 1 Nissan pre Mestskú políciu).

Vysokokapacitné nabíjacie stanice na dobitie dojazdu stoviek kilometrov za pár minút by mali ostať doménou súkromných podnikateľov.

Cieľom mesta by malo byť vybudovať dostatočnú sieť nabíjacích staníc na to, aby si každý elektromobil v meste dokázal za noc alebo za pár hodín dobiť aspoň 100 km dojazdu, čo mu umožní jazdiť po meste niekoľko dní, a to za cenu elektriny plus režijné náklady spojené s prevádzkou staníc.

Investícia do základnej siete nabíjacích staníc dáva budúcim majiteľom elektromobilov signál, že si svoje autá budú mať kde dobiť, takže sa nemusia báť do ich kúpy investovať.



Graf ukazuje, že elektromobilita sa oplatí z hľadiska energetických, environmentálnych aj finančných ukazovateľov.

Rozvodná sieť verejného osvetlenia je na elektromobilitu z hľadiska kapacity pripravená.

Celková rezervovaná kapacita, daná hodnotami ističov, je vyše 4100 kW.
Aktuálne je z tejto kapacity reálne využívaných 800 kW.
Po rekonštrukcii to klesne na 400 kW. To značí rezervu 3700 kW, teda teoreticky priestor pre 168 nabíjacích staníc, a to iba v noci. Cez deň by dokonca teoreticky mohlo fungovať 185 staníc.

Plánovaných 50 ks nabíjačiek s kapacitou 22 kW znamená celkový príkon 1100 kW, keby boli všetky naplno zaťažené naraz. To ale nenastane ešte aspoň 10 rokov.

Stojí za úvahu počítať s nabíjacími stanicami s funkciou PTG (power to grid), vďaka ktorým by mohli elektromobily pripojené na nabíjacie stanice slúžiť ako distribuovaný akumulátor.
Majiteľ auta by v systéme nastavil, počas ktorých hodín smie distribučná sieť z jeho pripojeného auta odoberať energiu a na akú úroveň vybitia povolí energiu zo svojho auta odobrať, resp. aké množstvo elektriny v kWh do siete ponúkne.

Očakáva sa, že v roku 2040 bude v Európe 100%-ná penetrácia elektromobilov. Vzhľadom na očakávaný nástup zdieľanej ekonomiky však počet áut bude nižší. Zatiaľ však nevieme odhadnúť, aký bude výsledný počet áut na osobu.

VYUŽITÍ VÍCEVRSTVÉ REFLEXNÍ IZOLACE PRO ÚSPORU ENERGIE: in situ test a možnost zabudování v dřevostavbách

Ing. Jan Weyr
Fakulta stavební VUT v Brně
Ústav technických zařízení budov
Veveří 331/95
602 00 Brno, Česká republika
e-mail: jan.weyr@vutbr.cz

Abstrakt
Článek se zabývá počátečním zkušebním měřením a analýzou tepelného chování vícevrstvé reflexní izolace. Popisuje srovnávací tepelné in situ testy typické konstrukce two-by-four kompozice dřevostavby and hybridní fólie složené ze střídavých vrstev vlasově tenkých polypropylenových fólií vakuově pokovených vrstvou hliníku a fólií z polyethylenové pěny. Dále je v článku diskutována možnost použití reflexní izolace ve skladbách rámové dřevostavby a představeny možné výhody a nevýhody oproti tradičním materiálům. Výsledky měření naznačují izolační schopnosti tohoto relativně tenkého izolačního materiálu a slouží jako podklad pro další dlouhodobou analýzu.

1. ÚVOD

Snížení množství spotřebované energie je dnes jedním z nejvíce diskutovaných témat ve stavebnictví – spotřeba energie v obytných domech tvoří téměř 40% celkové spotřeby energie v rámci EU a je tak jedním z největších zdrojů emisí. Největším spotřebitelem energie je rezidenční a komerční sektor [1]. Protože tepelná ztráta přes obvodový plášť budovy tvoří významnou část energetické náročnosti budov, zvyšují se také požadavky na vlastnosti tepelně-izolačních materiálů.

Dnešní izolační materiály a systémy již bez problému dosahují požadovaných úrovní izolačních vlastností stanovaných v národních normách po celé Evropě. Avšak použití běžně používaných izolačních materiálů v České republice a na Slovensku, jako je například expandovaný polystyren, extrudovaný polystyren nebo minerální vlna, obvykle vede ke zvýšení celkové tloušťky stěny, což má za následek potřebu většího množství materiálu a nároků na velikost prostoru. Pokud jde o například o rekonstrukce historických budov, mohou být z hlediska volby materiálu podstatné zvýšené požadavky na menší mocnost izolační vrstvy z důvodu nemožnosti zmenšení vnitřního nebo zvětšení vnějšího prostoru budovy. V uplynulých letech se na trhu stavebnictví objevil nový typ tenkého reflexního izolačního materiálu. Tato vícevrstvá tepelná izolace z reflexní fólie, anglicky *multi-layer reflective foil thermal insulation (MLI)*, se zaměřuje především na snížení tepelných ztrát tepelným zářením a skládá se z tenkých odrazných vrstev vrstvených na přeskáčku s izolačními vrstvami.

Existují tři základní způsoby přenosu tepla: vedení, proudění a záření. Vedení tepla (kondukce) je přenos tepla způsobený srážkami mikroskopických částic nebo kvazičástic a difúzí uvnitř tělesa či mezi tělesy sousedními. Nedochází přitom k přemístění částic, ale ke kmitání kolem jejich rovnovážných poloh. V pevných materiálech jsou molekuly v kontaktu s ostatními, což vede k rychlému přenosu energie. Šíření tepla prouděním (konvekcí) je přenos tepla způsobený pohybem tekutin. Fyzikální vlastnosti tekutiny, teplotní rozdíly a například i velikost vzduchové dutiny ovlivňují vznik konvekčních proudů. Záření je způsob přenosu tepla, který není závislý na kontaktu mezi zdrojem tepla a ohřívaným objektem. Tepelné záření je generováno pohybem nabitých částic ve hmotě s teplotou vyšší než absolutní nulou. Na rozdíl od tepelného vedení a konvekce může být teplo zářením přenášeno ve vakuu.

Povrchy s nízkou emisivitou se používají ve vesmírných aplikacích po mnoho desetiletí. Při jejich použití dochází ke snížení vlivu vodivosti a konvekce na přenos tepla v prostoru, a tak převládá záření. Materiály MLI byly testovány pro vakuové izolační panely s výsledky, které vykazují výrazný pokles radiačního tepla [2]. Příspěvek [3] se zabývá modelováním a technickými vlastnostmi MLI a představuje novou metodu výzkumu radiačních a tepelných vlastností těchto materiálu pro použití v konstrukci) kosmických lodí. Chování reflexních izolací v kombinaci s různými úrovněmi izolace bylo zkoumán experimentálně i teoreticky v horkých klimatických podmínkách [4]. Výsledky ukázaly pozitivní vliv vícevrstvých izolací v případě zvyšování teploty exteriérové teploty.

Studie [5] byla provedena za účelem stanovení vlivu záření v tepelně izolačním skladebním systému, ve kterém byla vícevrstvá reflexní fólie použita k rozdělení dutiny uvnitř navržené stěny. Výsledkem bylo vytvoření tepelně izolačního systému kombinujícího hliníkové a polyethylenové fólie. Tato studie poukazuje na zlepšení izolačních schopností, kterého bylo dosaženo použitím povrchů s nízkou emisivitou.

Materiály MLI, které se objevily na českém trhu, jsou však stále předmětem silné technologické a vědecké diskuse. Někteří výrobci tvrdí, že tepelná odolnost jejich výrobků nemůže být posuzována konvenčními metodami stavební fyziky a může být prokázána pouze testem *in situ*. Měření se sensorem tepelného toku bylo provedeno například ve zkušebních prostorech Building Research Establishment [6], Alba Building Sciences Ltd. [7], [8] či Université de La Réunion [9]. S finanční pomocí Evropského úřadu řemesel, živností a malých středních podniků pro normalizaci bylo vystavěno několik párů stavebních objektů, pomocí kterých se porovnávají tepelné vlastnosti materiálu MLI a konvenční minerální vlny. Získané výsledky těchto měření byly inspirací pro naši současnou případovou studii.

2. ZKUŠEBNÍ PODMÍNKY A MATERIÁL

Článek popisuje srovnávací tepelné *in situ* testy typické *two-by-four* kompozice dřevostavby and hybridní fólie složené ze střídavých vrstev vlasově tenkých polypropylenových fólií vakuově pokovených vrstvou hliníku a fólií z polyethylenové pěny a je diskutována možnost použití reflexní izolace ve skladbách rámové dřevostavby v klimatických podmínkách České republiky. Toto počáteční testování bylo provedeno s cílem zjistit a popsat izolační potenciál vícevrstvé tepelné izolace a naznačit budoucí varianty zkoušení izolace, složení a uspořádání vrstev izolačního systému.

2.1 Umístění zkušebního objektu

Izolace byla zkoušena během zimního období přelomu roku 2015 a 2016 v podhůří Orlických hor v obci Nekoř v okrese Ústí nad Orlicí (Obr. 1). Zkušební stavební objekt je dřevostavba

postavená systémem *two-by-four*. Jedná se o dům pro pětičlennou rodinu navržený architektem Patrikem Zamazalem a architektonickým ateliérem Molo architekti.

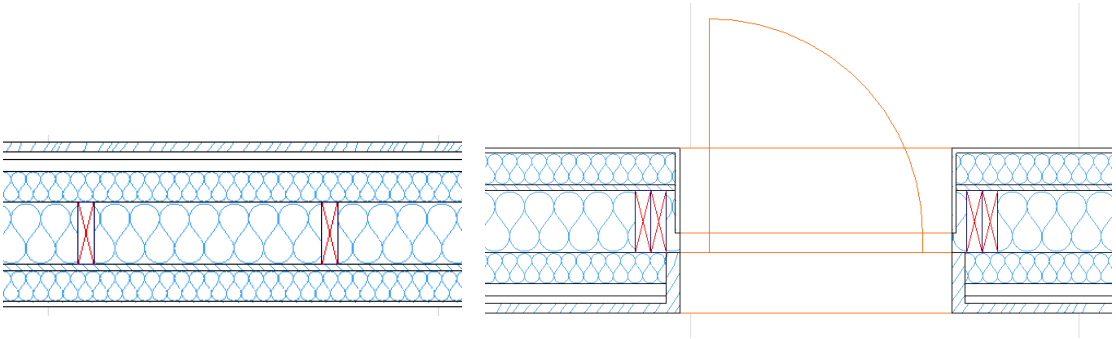
Obr. 1 Umístění rodinného domu

Rodinný dům je samostatně stojící budova nezastíněná okolní vegetací, střecha domu je plochá a fasáda je tvořena horizontálně kladenými palubkami z modřínu. Skladba obvodové stěny je popsána v Tab. 1 a vyobrazena v horizontální řezu na Obr. 3.

Obr. 2 Zkušební rodinný dům. Foto získáno z sphearicus.cz 28. prosince 2018.

Tab. 1 Skladba stěny rodinného domu

Materiálová vrstva	Tepelná vodivost λ (W/(m·K))	Tloušťka (mm)
Sádrokartonová deska	0,222	12,5
Dřevěný rám (smrk) / Minerální vata	0,180 / 0,040	80,0
OSB deska	0,150	15,0
Dřevěný rám (smrk) / Minerální vata	0.180 / 0.040	160,0
Dřevěný rám (smrk) / Minerální vata	0.180 / 0.040	80,0
Provětrávaná fasáda (smrk, modřín)	-	*74,0*



Obr. 3 Typická skladba stěny zkušebního objektu a stavební otvor, který byl použit na testování MLI

2.2 Materiál

Vícevrstvý materiál pro počáteční testování se skládal ze šesti vlasově tenkých vrstev reflexní fólie a čtyř izolačních vrstev z polyethylenu a polypropylenu. Rozměr testovaného vzorku byl 750 x 1400 mm. Zkušební vzorek vícevrstvé reflexní izolace byl vložen do okenního rámu bez zasklení, který slouží jako větrací otvor. Aby se zabránilo nadměrnému pronikání vzduchu mezerami mezi větracím rámem a zkoušenou vícevrstvou tepelnou izolací, byly možné netěsnosti na krajích vzorku utěsněny těsnící páskou na okna.

Materiál MLI (Obr. 4) dodaný firmou Novostrat byl testován v dětské ložnici s jedním pevným rámovým oknem a větracím rámem orientovaným směrem na sever. Plocha místnosti je 12 m^2. Vzduchotechnika v budově slouží k zajištění tepelného komfortu a přijatelné kvality interiéru s požadovanou teplotou vytápění 18 ° C v obytných místnostech.

Obr. 4 Vícevrstvá reflexní fólie

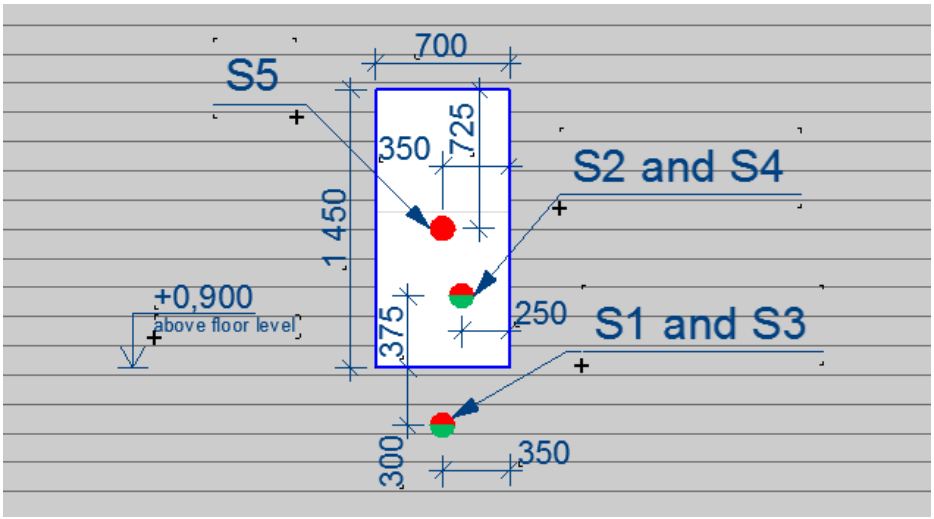
3. ROZMÍSTĚNÍ ČIDEL

Jak bylo uvedeno výše, vícevrstvá reflexní izolace byla umístěna do stávajícího otvoru sloužícího na větrání dětského pokoje pomocí vrutů do dřeva a těsnící pásky na okna. Větrací otvor je zakryt z vnější strany dřevěnou mřížkou chránící vnitřní prostor před zvířaty a zajišťující zabezpečení domácnosti. Čtyři dotyková čidla na měření povrchové teploty byla systematicky umístěna na testovaný vzorek a část obvodové stěny pro zjištění průběhu povrchových vnitřních a vnějších teplot. Vnitřní povrch vícevrstvé izolace byl navíc vybaven jedním přídavným teplotní čidlem umístěným uprostřed ventilačního otvoru pro měření povrchové teploty pod imaginárním stykem horizontálních a vertikálních prvků dřevěného rámu stavby (latí a kontralatí). Křížení bylo vytvořeno dvěma 200 mm dlouhými dohromady

slepenými latěmi ze dřeva s uprostřed vloženou reflexní izolací (viz Obr. 5). Přídavné čidlo (S5) byl pečlivě vloženo pod vnitřní dřevěnou lať. Toto křížení reprezentuje typický detail ve skladbě stěny dřevostavby systému *two-by-four,* kde dochází ke styku hlavní nosné konstrukce a předsazených rámů. Schéma uspořádání zařízení a senzorů je zobrazeno na Obr. 6.

Obr. 5 Větrací otvor a. před instalací vícevrstvé reflexní fólie b. s umístěnou fólií

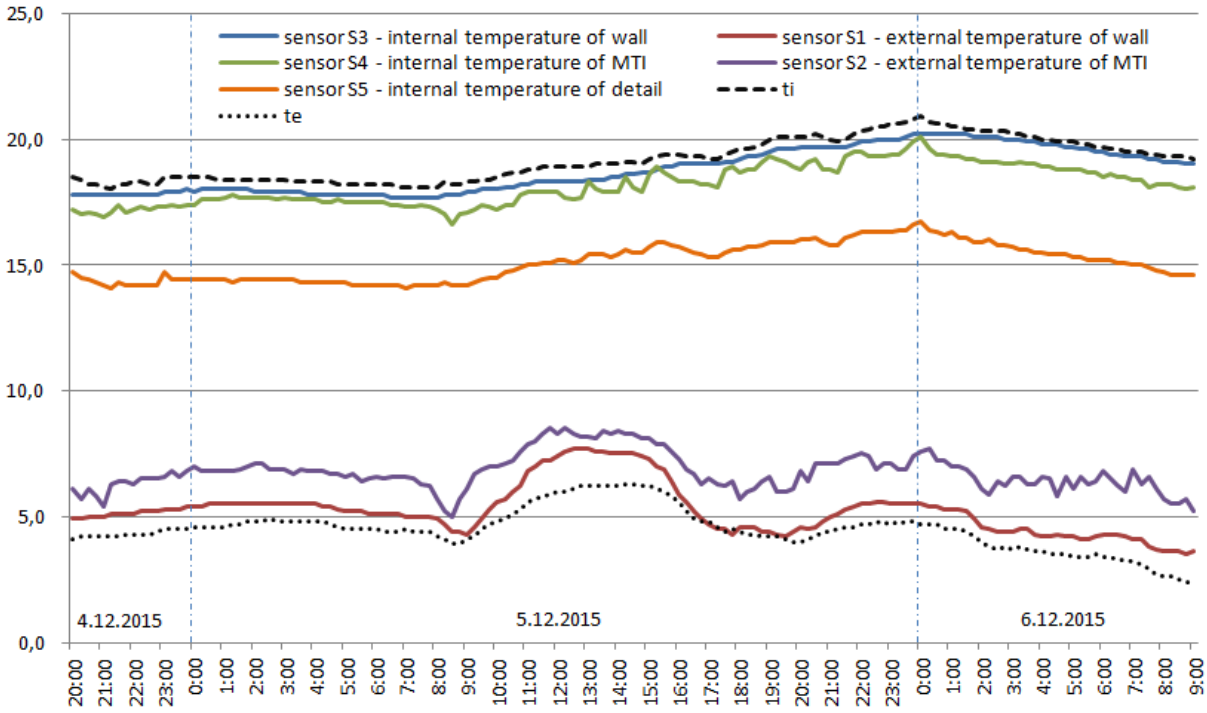
Čidlo S1 bylo umístěno pod větranou fasádu (pokrytou modřínovými fasádními panely zabraňujícími dopadu přímého slunečního světla na čidlo) z vnějšku přímo na parozábranu, čidlo S2 na vnějším povrchu reflexní izolace, jejíž povrch byl stíněn dřevěnou ochrannou mřížkou. Vnitřní čidla byla umístěna na vnitřní povrch obvodové stěny a vícevrstvé reflexní izolace. Teplota místnosti (t_i) byla měřena teploměrem okolního vzduchu ve středu testovací místnosti ve výšce 1 m nad podlahou, vnější teploměr byl umístěn na stíněném místě ve vzdálenosti 100 m od objektu budovy monitoru pro zajištění měření teploty okolního prostředí (t_e).



Obr. 6 Rozmístění čidel

4. VÝSLEDKY

Prvotní měření byla uskutečněna v Nekoři v období od 4. prosince do 6. prosince 2015. Cílem bylo zjistit izolační potenciál tohoto tenkého materiálu a na základě výsledků navrhnout další praktická měření a posoudit možnost použití izolace ve skladebném systému *two-by-four* v klimatických podmínkách střední Evropy. Průměrný rozdíl mezi vnitřní povrchovou teplotou typické skladby stěny dřevěné rámové konstrukce (S3) a vnitřní povrchovou teplotou reflexní izolace (S4) během zkušebního měření byl 0,5 °C (vyšší teplota na stěně). Průměrný rozdíl mezi vnějšími povrchy stěny (S1) a izolace (S2) byl 1,5 ° C (vyšší teplota na povrchu vícevrstvé izolace). Průměrný teplotní rozdíl snímače S5 umístěného pod dřevěným nosníkem a průměrnou povrchovou teplotou reflexní izolace během zkušebního období byl 3,1 ° C. Křivky teplot během zkušební doby jsou uvedeny na Obr. 7.



Obr. 7 Průběh naměřených povrchových teplot

5. DISKUSE A ZÁVĚR

Ačkoli byly *in situ* testy uskutečněny během zimního období v podhůří hor, teplota vnějšího vzduchu se pohybovala v rozmezí 3 až 6 °C. I když tento teplotní rozsah není ideální pro náležité zhodnocení izolačních schopností materiálů, výše uvedené výsledky průměrného rozdílu povrchových teplot naznačují izolační schopnosti vícevrstvých reflexních izolací. Pro řádné a podrobné zjištění tepelného chování tohoto velice tenkého izolačního materiálu je třeba uskutečnit nejen další detailnější dlouhodobé měření *in situ*, ale i laboratorní testy a testy teoretické, simulační. Počet specializovaných článků na téma využití vícevrstvých reflexních izolačních materiálů ve stavebnictví a jejich zabudování v budovách je stále relativně nízký, tudíž bychom se rádi během další fáze zkoušení těchto tenkých izolací zaměřili na dlouhodobé monitorování. Tyto počáteční testy dále naznačily nutnost vytvořit v ideálním případě vzduchovou mezeru v konstrukci a potvrdili zhoršené izolační schopnosti materiálu při jeho kompresi. V roce 2018 byla vícevrstvá reflexní fólie ve spolupráci

s architektonických ateliérem Molo architekti použita ve dvou stavebních objektech. Při výstavbě novostavby ze dřeva v systému *two-by-four* byla izolace instalována v kombinaci s klasickou izolací z minerální vaty, v případě rekonstrukce objektu z keramických tvárnic byla tenkovrstvá izolace navržena jako izolace jediná.

Při výstavbě dřevostavby byla reflexní izolace umístěna na vnější povrch nosného rámu tak, aby docházelo co nejmenšímu překrytí s laťováním nenosné části konstrukce. U historické budovy použití tohoto materiálu předcházel požadavek architekta a investora na omezení zvětšení tloušťky vnějších stěn. Obě tyto budovy budou dlouhodobě monitorovány pro zjištění tepelně-izolačních schopností vícevrstvých reflexních fólií.

Literatura

[1] GORDON, V.R., HOLNESS, R.E. Improving Energy Efficiency in existing buildings. In: *ASHRAE Journal 50*, 2008, s. 12-26.

[2] KWON, J., JANG, Ch.H., JUNG, H., a SONG Tae-Ho. Effective thermal conductivity of various filling materials for vacuum insulation panels. International Journal of Heat and Mass Transfer, 2009, 52(23-24): 5525-5532. DOI: 0.1016/j.ijheatmasstransfer. 2009.06.029. ISSN 00179310.

[3] ALIFANOV, O.M., NENAROKOMOV, A.V., GONZALEZ, V.M.. Study of multilayer thermal insulation by inverse problems method. *Acta Astronautica*, 2009, 65(9-10): 1284-1291. DOI: 10.1016/j.actaastro.2009.03.053. ISSN 00945765.

[4] SUEHRCKE, H., PETERSON, E.L., SELBY, N., SONG, Tae-Ho. Effect of roof solar reflectance on the building heat gain in a hot climate. *Energy and Buildings*, 2008, 40(12): 2224-2235. DOI: 10.1016/j.enbuild.2008.06.015. ISSN 03787788.

[5] PASZTORY, Z., PERALTA, P. N., PESZLEN, I., SONG, Tae-Ho. Multi-layer heat insulation system for frame construction buildings. Energy and Buildings. 2011, 43(2-3): 713-717. DOI: 10.1016/j.enbuild.2010.11.016. ISSN 03787788.

[6] WARD, T.I., DORA, S.M. The Thermal Performance of Multi-foil Insulation*, Report BRE - BRE Scotland,* 2005

[7] ROONEY, G., Thermal Insulation Performance Appraisal 139b & 141b Victoria Road Torry Aberdeen, *Report Number 25035*, 2006

[8] ROONEY, G., Thermal Insulation Performance Appraisal 139b Victoria Road Torry Aberdeen, *Report Number 25038*, Alba Building Sciences Ltd., Norham, 2006,

[9] MIRANVILLE, F., HAMADA FAKRA, A., GUICHARD, S., BOYER, H., PRAENE, J.-Ph., BIGOT, D. Evaluation of the thermal resistance of a roof-mounted multi-reflective radiant barrier for tropical and humid conditions: experimental study from field measurements, *Energy and Buildings*, 2012, 48: 79-90

VYUŽITIE GARANTOVANEJ ENERGETICKEJ SLUŽBY PRI OBNOVE BUDOV – PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

Ing. Veronika Gombošová
Stavebná fakulta STU v Bratislave
Katedra technických zariadení budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail:
veronika.gombosova@gmail.com

Abstrakt
Medzi najfrekventovanejšie témy v oblasti budov a priemyslu patrí úspora energie. Cieľom tohto príspevku je poukázať na konkrétnych príkladoch možnosti financovania a realizácie energeticky efektívnych opatrení prostredníctvom energetických služieb, ktoré sú poskytované špecializovanými spoločnosťami nazývanými ESCO spoločnosti (z angl. Energy Service Company). Takto realizované energeticky efektívne opatrenia poskytujú prijímateľovi benefity v podobe znížených nákladov na energiu a predĺženej životnosti výrobných technológii, technických zariadení a samotných budov, pričom riziko spojené s návratnosťou opatrení a ich ziskovosťou na seba preberá poskytovateľ, teda ESCO spoločnosť.

1. ÚVOD

Množstvo bytových domov, priemyselných budov, či budov vo verejnom sektore slúži svojmu účelu už desiatky rokov. Práve z tohto dôvodu pôvodné obalové konštrukcie a vo väčšine prípadoch aj technické zariadenia budov (ďalej len „TZB“), ktoré najviac vplývajú na kvalitu prostredia budov, nespĺňajú súčasné normatívne požiadavky a majú negatívny vplyv na pohodlie človeka. V praxi sa najčastejšie stretávame s problematikou kvality vzduchu a tepelnej pohody. Vďaka vykurovacím sústavám v pôvodnom stave sa budovy extrémne prekurujú alebo sa, naopak, nedokurujú. Kombinácia prekurovania a pôvodných stavebných konštrukcií spôsobuje veľké úniky tepla, čo negatívne vplýva na spotrebu energie. Priamoúmerne s vysokou spotrebou energie rastú aj ekonomické náklady. Na riešenie takéhoto druhu problému existuje veľa možností, jednou z nich je aj energetická služba. Energetickú službu majú možnosť užívatelia budov využiť pri financovaní energeticky efektívnych opatrení.

2. ENERGETICKÁ SLUŽBA

Pod pojmom energetická služba rozumieme službu, ktorá je poskytovaná na základe zmluvy. Zmluva sa uzatvára medzi poskytovateľom energetickej služby a jej prijímateľom. Vďaka tejto zmluve dochádza k overiteľným a merateľným alebo k odhadnuteľným úsporám energie, čím sa zlepšuje energetická efektívnosť. Finančné alebo materiálne výhody pre prijímateľa aj poskytovateľa sú dosiahnuté vďaka energeticky účinnejšej technológii, alebo činnosti, ktorá zahŕňa prevádzku, údržbu alebo kontrolu potrebnú na poskytnutie energetickej služby [1].

Energetickú službu možno poskytovať ako podpornú energetickú službu alebo garantovanú energetickú službu. Pri poskytovaní energetickej služby sa vychádza zo zákona č. 321/2014 Z.z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov [1]. Pre úspešnú realizáciu energetickej služby je veľmi dôležité, aby jej prijímatelia dodali všetky potrebné materiály poskytovateľovi energetickej služby. Prijímateľ je okrem toho povinný odovzdať priestory a pracoviská pre realizáciu navrhnutých opatrení, zamedziť vstupu neoprávnených osôb, zabezpečiť dodávku elektriny, vody a taktiež umožniť využívanie sociálnych zariadení, šatní a priestorov pre skladovanie materiálov potrebných pre realizáciu opatrení. Prijímateľ je povinný vykonať všetky potrebné opatrenia pre odstránenie problémov, ktoré sa vyskytnú v dotknutých priestoroch (napr. výskyt nebezpečných látok, o ktorých nebol poskytovateľ energetickej služby informovaný pred začatím realizácie opatrení). Vzhľadom na to, že sa jedná o staršie budovy, jedným z najväčších problémov pre prijímateľa je často krát poskytnutie dokumentácie skutočného vyhotovenia. Toto je jedna z možných príčin sťaženia a predĺženia realizácie energetickej služby.

2.1 Podporná energetická služba

Poskytovaním podpornej energetickej služby (ďalej len „PES“) prijímateľ získava poradenstvo a informačnú činnosť o možnostiach úspor energie. Prostredníctvom PES sú zamestnanci prijímateľa školení a vzdelávaní v oblasti zlepšovania energetickej efektívnosti budov. PES je zameraná na optimalizáciu prevádzky a nákladov technologických zariadení či samotnej budovy, ktorá je vo vlastníctve prijímateľa energetickej služby. Predmetom PES je aj energetický manažment. Poskytovatelia podpornej energetickej služby sú zapísaní v zozname, ktorý je voľne dostupný pre verejnosť.

2.2 Garantovaná energetická služba

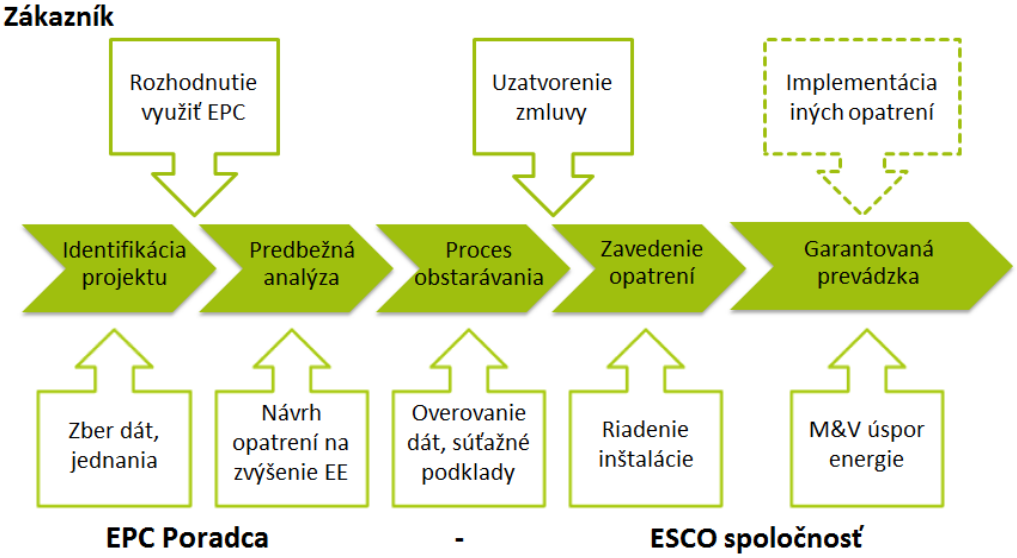
Tak, ako pri podpornej energetickej službe, aj pri garantovanej energetickej službe (ďalej len „GES“) je potrebné uzavrieť zmluvu o energetickej efektívnosti, konkrétne zmluvu o energetickej efektívnosti s garantovanou úsporou energie. Vo svete je táto energetická služba známa pod pojmom *Energy Performance Contracting (EPC)*. GES predstavuje formu zmluvného vzťahu medzi poskytovateľom a prijímateľom a na rozdiel od PES musí mať zmluva uzatvorená medzi prijímateľom a poskytovateľom písomnú formu. Odmena je poskytovateľovi GES uhradená na základe toho, či boli naozaj dosiahnuté zlepšenia energetickej efektívnosti, ktoré boli určené pred realizáciou opatrení [2].

Predmetom zmluvy GES je spracovanie energetického auditu budovy a realizácia navrhnutých opatrení. Pri GES dochádza k modernizácii budov a zariadení prijímateľa energetickej služby. Práve táto modernizácia vedie k zníženiu nákladov na spotrebu energie a ďalších nákladov na prevádzku budovy. GES môžu poskytovať len odborne spôsobilé osoby,

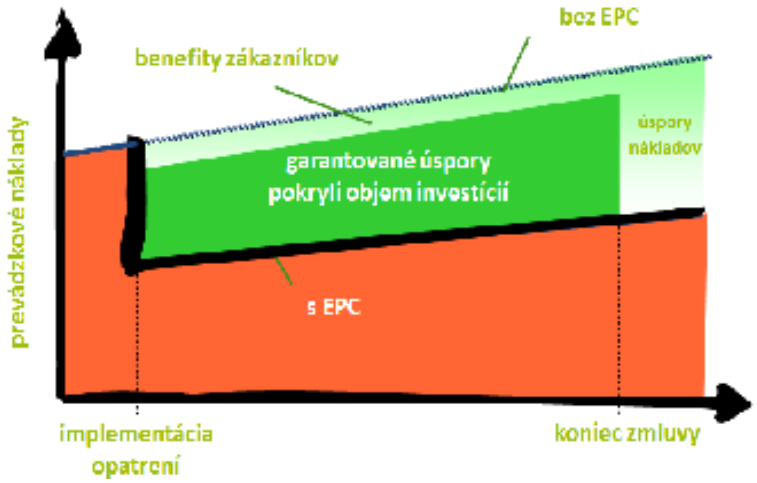
ktorými sú držiteľ osvedčenia o odbornej spôsobilosti na poskytovanie tejto energetickej služby alebo energetický audítor.

2.2.1 Priebeh garantovanej energetickej služby

Prvotným krokom pri realizácii GES je identifikácia projektu, ktorá zahŕňa zber dát a potrebné jednania medzi prijímateľom a poskytovateľom. V tejto fáze sa prijímateľ rozhoduje, či je vhodné GES využiť. Ak sa prijímateľ rozhodne pre GES, jeho ďalším krokom je výber poradcu, čo vedie k podpisu zmluvy. Proces pokračuje predbežnou analýzou s návrhom opatrení na zvýšenie energetickej efektívnosti. V tomto kroku je vypracovaná analýza GES spojená s obhliadkou budovy na mieste a špecifikáciou technických parametrov budovy. Je potrebné, aby prijímateľ GES poskytol údaje o spotrebe energie a taktiež všetky ostatné potrebné podklady a dokumenty, rovnako ako v prípade PES. Posledným krokom je realizácia projektu, za ktorú zodpovedá ESCO spoločnosť (z angl. *Energy Service Company*). Hlavné štádiá GES sú uvedené v schéme na obr. 1 [3].



Obr. 1 Hlavné štádiá GES (angl. EPC) [3]



Obr. 2 Úspora nákladov pri GES (angl. EPC) [4]

3. PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA

V praxi sme sa stretli s rôznymi typmi budov. Riešené boli napr. objekty, ktorých miestnosti sú využívané na krátkodobý alebo dlhodobý pobyt ľudí. V tomto prípade sa jednalo o komplex 6 budov a hodnotenie bolo spravené sumárne na celý objekt, aj keď niektoré z opatrení boli výpočtami preukázané ako nenávratné. Pre jednotlivé objekty boli navrhnuté stavebné opatrenia (*Tab. 1*) a opatrenia na technológii (*Tab. 2*). Každý z objektov predstavuje inú dobu návratnosti či už po stavebnej alebo technologickej stránke. Z vypočítaných sumárnych návratností sme dospeli k záveru, že je najvýhodnejšie realizovať predovšetkým súbor technologických opatrení s celkovou dobou návratnosti 7 rokov. Naopak súbor stavebných opatrení je z dôvodu dlhej doby návratnosti nerealizovateľný.

Z uvedených údajov v *Tab. 3* je zrejmé, že celková štúdia pre všetkých 6 objektov s investíciou viac ako 2 milióny EUR má potenciál úspory vo výše viac ako 157 tisíc EUR ročne, čo predstavuje jednoduchú dobu návratnosti v trvaní cca 13 rokov. Po zohľadnení nákladov na financovanie možno odhadovať celkovú dobu návratnosti cca 15 rokov. Nakoľko sa jedná o dôveryhodný a stabilný subjekt s dlhodobou perspektívou existencie, sú poskytovatelia GES schopní akceptovať aj takúto dobu návratnosti.

Tab.1 Stavebné opatrenia

Stavebné opatrenia	Úspora energie	Úspora nákladov na energie	Náklady na realizáciu	Jednoduchá doba návratnosti
	(MWh)	(EUR)	(EUR)	(roky)
Zateplenie obvodových stien	830	47 000	823 000	17,7
Zateplenie plochej strechy	270	17 000	265 000	16,1
Výmena otvorových konštrukcií	650	44 000	640 000	14,6
Spolu:	**1 750**	**108 000**	**1 728 000**	**16,2**

Tab.2 Opatrenia na technológiách

Opatrenia na technológiách	Úspora vody	Úspora energie	Úspora nákladov na energie a vodu	Náklady na realizáciu	Jednoduchá doba návratnosti
	(m3)	(MWh)	(EUR)	(EUR)	(roky)
Rekonštrukcia zdroja tepla a vykurovacej sústavy		75	4 000	126 000	30,9
Hydraulické vyregulovanie a termostatizácia		110	6 500	53 000	8,1
Modernizácia osvetľovacej sústavy		41 815	14 600	142 000	9,7
Opatrenia na zariaďovacích predmetoch	6 200		25 000	28 000	1,1
Spolu:	**6 200**	**42 000**	**50 100**	**349 000**	**7,0**

Tab.3 Projekt GES

Projekt GES	Hodnota	M.J.
Investičný náklad na realizáciu opatrení	2 077 000	€
Ročná úspora energie	43 750	MWh/a
Ročná úspora vody	6 200	m^3/a
Ročná úspora nákladov na energie a vodu	158 100	€
Jednoduchá doba návratnosti investície	13,2	Rokov

4. ZÁVER

Cieľom tohto príspevku bolo priblížiť možnosti úspory energie pomocou energetickej služby. Stále viac užívateľov vyhľadáva práve tento spôsob riešenia ich problémov či už v podpornej forme, alebo vo forme garantovaných úspor.

Akceptovateľná návratnosť projektov GES býva zvyčajne 6-10 rokov, pričom úspory sú garantované poskytovateľom GES. Jednou z hlavných výhod GES je skutočnosť, že energeticky efektívne opatrenia sú realizované hneď a celé riziko spojené s návratnosťou opatrení a ich ziskovosťou na seba preberá ESCO spoločnosť.

Literatúra

[1] Zákon č. 321/2014 Z. z. o energetickej efektívnosti a o zmene a doplnení niektorých zákonov.

[2] Asociácia poskytovateľov energetickej služby
Dostupné na internete:
<http://www.apes-sk.eu/skola-epc-home/>

[3] Projekt Transparense
Dostupné na internete:
< http://transparense.eu/eu/epc-qa/what-is-epc>

[4] Slovenská inovačná a energetická agentúra
Dostupné na internete:
<https://www.siea.sk/clanky-legislativa/c-10693/zakon-c-321-2014-z-z-energeticke-sluzby/>

MODERNIZÁCIA VONKAJŠIEHO OSVETLENIA V AREÁLI SLOVNAFT

Martin Kafka
Slovnaft, a.s.
Vlčie hrdlo 1
824 12 Bratislava
e-mail: martin.kafka@slovnaft.sk

Abstrakt
Príspevok pojednáva o rekonštrukcia nevyhovujúceho vonkajšieho osvetlenia komunikácií v areáli Slovnaft Vlčie hrdlo za účelom splnenia požiadaviek HSE a zníženia spotreby elektrickej energie. Osvetlenie ciest v areáli Slovnaft a.s., Vlčie hrdlo nespĺňa normy STN a MGS. Mnoho svietidiel je nefunkčných, sú v dezolátnom stave, a na niektorých úsekoch osvetlenie chýba. Pôvodné svietidlá so sodíkovými výbojkami možno nahradiť úspornejšími svietidlami.

1. ÚVOD

V rámci návrhu obnovy VO sú zrealizované také kroky, ktoré zaručujú vysokú efektivitu pri každom riešení s dôrazom na najrýchlejšiu návratnosť investícií. Efektívna náprava súčasného nevyhovujúceho technického stavu je uskutočniteľná len za podmienok vyšších globálnych investícií a správnych koncepčných krokoch. Hlavnými prioritami je dosiahnutie takej sústavy Vonkajšieho osvetlenia, ktorej technický stav bude plne zodpovedať všetkým prevádzkovým normám a požiadavkám.

Túto situáciu je možné vytvoriť modernizáciou a rekonštrukciou technických zariadení, ktoré budú spĺňať náročné požiadavky na efektivitu a údržbu celého zariadenia. Ich energetická náročnosť musí byť minimalizovaná v čo najširšom možnom rozsahu s ohľadom na platné normy STN EN 13-201 č. 1-5 a STN EN 12 464-2 s nadväznosťou na STN 73 6110 a musí byť jedným z hlavných prvkov dlhodobej finančnej návratnosti.

Zároveň sme sa snažili postaviť kvalitatívne parametre osvetlenia komunikácií areálu Slovnaft a.s. na čo najvyššiu úroveň na rozdiel od dnes často realizovaných auditov obnovy sústav VO, kde sa tento najpodstatnejší parameter výrazne zanedbáva.

1.1 Rozdelenie opatrení a pojmov

MODERNIZÁCIA

Modernizácia predstavuje v zrýchlenom projektovom a administratívnom konaní výmenu:

- svietidiel,
- výmenu a opravu elektro výzbroje stožiarov,
- náter stožiarov a výložníkov,
- odstránenie káblových porúch,
- doplnenie riadiacich jednotiek do rozvádzačov vonkajšieho osvetlenia.

Výmena

predstavuje v zrýchlenom projektovom a administratívnom konaní výmenu:

- demontáže svietidiel,
- demontáž elektro výzbroje stožiarov,
- demontáže stožiarov a výložníkov.

REKONŠTRUKCIA

Rekonštrukcia predovšetkým predstavuje projektovo navrhnutú kompletnú výmenu starých zariadení (stožiarov, káblového vedenia, rozvádzačov) s pôvodným umiestnením osvetľovacích bodov – stožiarov výložníkov a svietidiel. na účely toho auditu je kompletná výmena svietidiel, elektroinštalácie v celom rozsahu riešeného objektu. Dôvodom rekonštrukcie sú najmä svietidlá po technickej a efektívnej životnosti s nízkou účinnosťou. Výsledkom rekonštrukcie je nové osvetlenie v určenom pôvodnom objekte alebo areáli, nové úseky a pracoviská. Nevyhovujúci stav káblových vedení, vypínačov. Významným opatrením rekonštrukcie je implementácia systému riadenia osvetlenia autonómnym stmievaním podľa denného svetla, prítomnosti alebo pohybu osôb, aktivácie výrobného procesu a podobne. Úspory sú dosahované najmä týmito krokmi.
Pojem rekonštrukcia zahŕňa kompletnú výmenu alebo novú inštaláciu všetkých nasledovných prvkov osvetľovacej sústavy:

- Primárnych sekundárnych vedení uložených v zemi alebo lanových vedení,

- výmena rozvádzačov, stožiarov, výložníkov, nosných konzol, svietidiel, riadenia sústavy, generálna oprava RVO, výmena technicky a bezpečnostne nezodpovedajúcich RVO

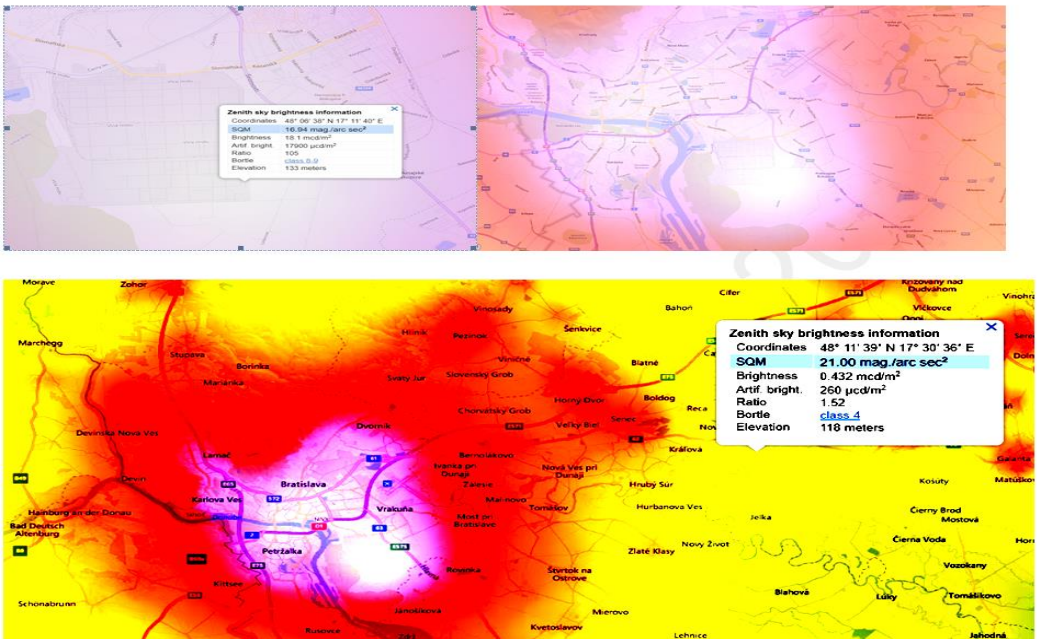
1.2 Hospodárnosť osvetľovacej sústavy

Pri splnení všetkých kvantitatívnych a kvalitatívnych parametrov osvetlenia musíme pri návrhu osvetľovacej sústavy vychádzať zo zásad maximálnej hospodárnosti. Šetriť elektrickú energiu môžeme najmä:

- výberom svetelných zdrojov s vysokým merným výkonom,
- výberom svietidiel s vysokou účinnosťou,
- návrhom osvetľovacích sústav s vysokou účinnosťou,
- racionálnou prevádzkou osvetľovacích sústav.

Kritéria uplatnené pri tvorbe riešení pre rekonštrukciu osvetlenia

Navrhnuté technické riešenie má pozitívny vplyv na životné prostredie oproti súčasnému stavu osvetlenia v areáli Slovnaft a.s.



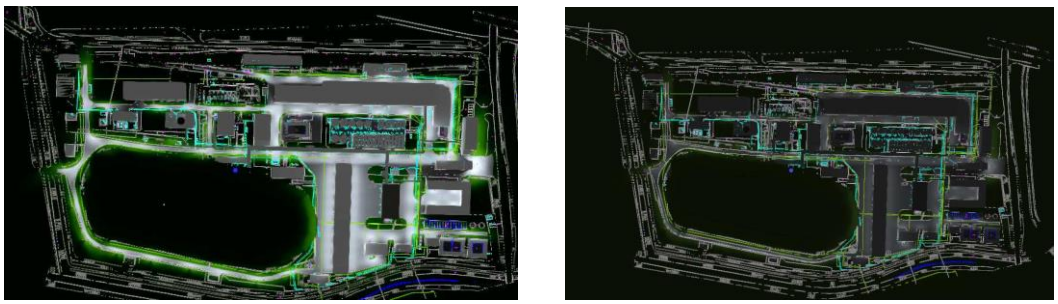
Obr. 1 vplyv rušivého svetla v súčasnosti.

2. OSVETLENIE VÝROBNÝCH PRIESTOROV S RIADENÍM SVETELNÉHO TOKU

Priestory s priemernou intenzitou osvetlenia 20 luxov sú rozdelené na tri úrovne riadenia intenzity osvetlenia. Multisenzory automaticky regulujú svetelný tok svietidiel tak, aby minimálna intenzita osvetlenia 5 luxov bola na rovine pracovnej plochy a nikdy nie menšia. Počas výrobného procesu je využité konštantné osvetlenie s možnosťou prepnutia režimu v čase prestávky do stavu predvoleného minima.

Každý úsek osvetlenia má predefinované svetelné scény v závislosti od rôznorodosti vykonávanej činnosti. Výrobná časť je nastavená na úroveň intenzity osvetlenia 50 lx pre zvýšenie bezpečnosti práce a zníženie zaťaženia očí pracovníkov. Scény a ich priebeh určí technik systému osvetlenia Nevýrobné priestory okolo oplotenia sú delené do úsekov podľa komunikačných a obslužných ciest. Na okrajoch sekcii alebo komunikačných a obslužných ciest sú osadené inštalované tzv. aktivačné tlačidla, ktoré po stlačení aktivujú zmenu medzi udržiavanou (pracovnou) intenzitou 20 luxov a minimálnou (pre dohľad a orientáciu) úrovňovú 5 luxov.

Napríklad ak je sústava v úrovni pracovného osvetlenia 20luxov a po dobu 15 minút nedôjde k aktivácii úrovni osvetlenia pre orientáciu, tak systém automaticky zo stmieva sústavu na 10 luxov do 5 minút, následne 10 minút čaká na aktiváciu pracovného osvetlenia. Ak nedôjde k aktivácii tak systém zotmieva sústavu na úroveň 5 luxov. V ostatných sekciách sú nainštalované multisenzory, ktoré automaticky regulujú osvetlenie na základe pohybu osôb, vozidiel svetla tak, aby minimálna intenzita osvetlenia bola 5 luxov. Riadenie osvetlenia je ovládané z velínu cez dotykový LCD panel alebo obrazovku počítača velína, ktorý slúži ako centrálne ovládacie miesto pre všetky zóny.



a) b)

Obr. 2 a) **Intenzita osvetlenia v prítomnosti osôb:** intenzita osvetlenia, keď je detegovaná prítomnosť osôb*, predvolená hodnota 100%*

b) **Intenzita osvetlenia v neprítomnosti osôb:** intenzita osvetlenia, keď nie je detegovaná prítomnosť osôb, predvolená hodnota 10%

3. ZÁVER

Cieľom výmeny hlavného osvetlenia výrobných priestorov je znížiť príkon sústavy osvetlenia, dosiahnuť 100% funkčnosť osvetlenia a hlavne dosiahnuť normou STN EN 12 464-2 stanovené úrovne svetelnosti, rovnomernosti a oslnenia na pracoviskách. Náhradná teplota chromatickosti (CCT) svetla pre danú intenzitu osvetlenia a druh pracovnej činnosti je vhodné voliť podľa kruithofovho diagramu, kde pre jednotnosť náhradnej teploty chromatickosti pre všetky uvažované priestory bude najvhodnejšou voľbou neutrálnej bielej farby CCT 4000K.

Rekonštrukcia a modernizácia sústavy VO areálu Slovnaft a.s. by nemala byť v časovom rozsahu dlhšia ako 4 roky. Len za tejto podmienky je možné dosiahnuť správnu a maximálnu efektivitu vynaložených finančných prostriedkov.

Literatúra

[1] štúdia Modernizácie vonkajšieho osvetlenia v areáli Slovnaft a.s.

VZDELÁVACÍ KURZ EUREM - MANAŽÉR PRE ENERGETIKU

Mgr. Katarína Pauerová
Slovensko-nemecká obchodná
a priemyselná komora
Suché mýto 1
811 03 Bratislava
e-mail: pauerova@dsihk.sk

Abstrakt

Podnikoví experti pre oblasť energetiky majú možnosť absolvovať medzinárodne uznávaný kurz Manažér pre energetiku – European EnergyManager, ktorý na Slovensku od roku 2015 ponúka Slovensko-nemecká obchodná a priemyselná komora (SNOPK).

Účastníci sa školia v tom, ako energiu vynakladať efektívnejšie a v podniku dosahovať konkrétne úsporné ciele. Za odbornú kvalitu zodpovedá prof. Dušan Petráš zo Slovenskej technickej univerzity v Bratislave. Vyškolení energetickí manažéri získavajú slovenský i medzinárodný certifikát European EnergyManager.

V posledných štyroch rokoch EUREMu na Slovensku kurz úspešne ukončilo spolu 65 absolventov zo 40 spoločností. V roku 2019 prebehne piaty ročník kurzu. Zúčastniť sa ho môžu firmy z oblasti spracovateľského priemyslu a energetiky, ktoré chcú optimalizovať svoj energetický manažment.

1. ÚVOD

Kurz Manažér pre energetiku - European EnergyManager je zostavený podľa jednotných učebných osnov. Ponúka ho 30 krajín a má celosvetovo viac ako 4500 absolventov.

Pre zohľadnenie špecifík jednotlivých štátov sú v každej krajine vybraní prednášajúci z technických univerzít a z praxe, ktorí sú v danom obore uznávanými odborníkmi.

2. OBSAH A KONCEPT KURZU

2.1 Koncept

Učebné osnovy sú rozdelené do technických a manažérskych okruhov a obsahujú takmer všetky relevantné spôsoby využitia energie v podniku. Prezenčná časť je rozčlenená do šiestich vyučovacích blokov po troch dňoch a počas celého kurzu je kladený dôraz na úzke prepojenie teórie s praxou.

Dôležitou súčasťou kurzu je vypracovanie projektu vo vlastnom podniku pod vedením konzultanta. Podniky tak môžu ťažiť z rýchlej realizácie navrhovaných opatrení. V závere kurzu absolvuje účastník písomný test z piatich tematických okruhov a obhajuje svoju projektovú prácu pred odbornou komisiou.

Po úspešnom absolvovaní kurzu je poslucháčovi udelený medzinárodný certifikát European EnergyManager.

2.2 Tematické okruhy

1. Energetické hospodárstvo - legislatíva a energetická politika, nákup a obchod s energiami, EPC-projekty
2. Ekonomická optimalizácia, projektový manažment
3. Manažment v energetike
4. Základné znalosti o energetike, meranie a regulácia
5. Zásobovanie teplom v priemysle, rekuperácia tepla, zásobovanie parou
6. Technika stlačeného vzduchu
7. Kogenerácia, kombinácia tepla a energie
8. Vykurovanie
9. Klimatizácia
10. Chladenie
11. Elektroenergetika, Smart Grids - inteligentné siete
12. Osvetlenie
13. Energetické požiadavky na budovy, energeticky efektívne budovy
14. Solárne tepelné sústavy, fotovoltické elektrárne
15. Využitie biomasy v energetike, bioplynové stanice
16. Geotermálna energia, tepelné čerpadlá
17. Green IT, dátové centrá

3. INFORMÁCIE KU KURZU

3.1 Účastníci

Cieľovou skupinou kurzu sú manažéri, ktorí zodpovedajú za oblasť úspor energie v podnikoch, technickí riaditelia, vedúci výroby, podnikoví energetici, technici a procesní inžinieri, ako aj poradcovia v oblasti energetiky, poskytovatelia energetických služieb, správcovia a ďalší. Predpokladané sú 3-5 ročné skúsenosti v odbore.

3.2 Cena

V cene kurzu 2200 EUR (bez DPH) je zahrnutých 18 dní výučby, kompletné študijné materiály v slovenčine dostupné online, individuálne konzultácie počas prípravy projektovej práce, test, certifikát, ako aj občerstvenie a obedy v priebehu kurzu. Miestom konania je Bratislava.

3.3 Spolupráca

Odborným garantom kurzu je prof. Dušan Petráš zo Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

Kurz sa na Slovensku koná s podporou spoločnosti Viessmann, s.r.o.

3.4 Networking

EUREM predstavuje celosvetovú sieť expertov energetickej efektívnosti. Účastníci a absolventi si po absolvovaní kurzu môžu naďalej vymieňať svoje skúsenosti a znalosti prostredníctvom internetovej platformy, a tiež majú možnosť zúčastňovať sa medzinárodných konferencií EUREM.

Viac informácií získate na stránke SNOPK a oficiálnej stránke programu EUREM:
https://www.dsihk.sk/sk/vzdelavanie/eurem-manazer-pre-energetiku/
www.energymanager.eu

4. SLOVENSKO-NEMECKÁ OBCHODNÁ A PRIEMYSELNÁ KOMORA

Slovensko-nemecká obchodná a priemyselná komora (SNOPK) podporuje obchodné a hospodárske vzťahy medzi Slovenskom a Nemeckom. Ako partner prvého a neutrálneho kontaktu pre firmy z oboch krajín ich podporuje pri vstupe na trh a nadväzovaní obchodných kontaktov. V rámci toho komora ponúka široké spektrum služieb pod obchodnou značkou DEinternational.

SNOPK patrí k silnej sieti 130 zahraničných zastúpení nemeckého hospodárstva vo viac ako 90 krajinách sveta.

INFORMÁCIA O AKTIVITÁCH ASOCIÁCIE ENERGETICKÝCH INŽINIEROV

(AEE - Association of Energy Engineers)

Ing. Marian Rutšek
SK AEE
Nová 15
974 04 Banská Bystrica
e-mail: majorut@gmail.com

Asociácia energetických inžinierov (AEE) je medzinárodná profesná organizácia, združujúca odborníkov z oblasti energetiky, energetického manažmentu, obnoviteľnej a alternatívnej energie, premeny energie, energetických služieb, a všetkých priľahlých oblasti . Hlavným poslaním AEE je podporovať vedecké a vzdelávacie aktivity, súvisiace s problematikou energetiky, odovzdávať a vymieňať si skúsenosti a podporovať medzinárodnú spoluprácu. Uvedené ciele dosahuje prostredníctvom publikácií, konferencií, vzdelávacích programov, certifikačných programov, poskytovaním vedeckých štipendií a možnosti spolupracovať s odborníkmi združenými v sieti tejto organizácie. AEE má v súčasnosti viac ako 18 500 kolektívnych a individuálnych členov v 90 národných a medzinárodných pobočkách po celom svete.

Slovenská pobočka AEE bola založená ako odborná skupina v rámci Asociácie energetických manažérov (ASENEM) 23. júna 1999. Sídlom pobočky bola Technická univerzita vo Zvolene. Pobočka mala 10 členov, ktorí sa schádzali niekoľkokrát do roka na svojich zasadnutiach. Zúčastňovali sa na organizovaní konferencií a seminárov, rozširovaní informácií v oblasti efektívneho využívania energie a obnoviteľných foriem energie. Po 10 rokoch aktivít bola činnosť utlmená a členovia slovenskej pobočky AEE si už neobnovili členstvo.

Niektorí individuálni členovia slovenskej pobočky však aj naďalej udržiavali kontakty s riaditeľom AEE pre medzinárodné aktivity pánom Larrym Goodom, ako i s jeho asistentom pre strednú a východnú Európu pánom Albinom Zsebikom, hlavne pri organizácii medzinárodnej konferencie ENEF, ktorá sa koná s dvojročnou periodicitou. Na jubilejnom 10. ročníku konferencie ENEF v októbri 2012 vznikla myšlienka znovu obnoviť činnosť a aktivity slovenskej pobočky AEE a to na pôde Slovenskej spoločnosti pre techniku prostredia - SSTP. Prvá informácia o tomto úmysle bola prezentovaná oficiálne pánom Larrym Goodom počas konferencie “Vykurovanie 2013” v Starej Ľubovni.

Nová slovenská pobočka AEE vznikla na zasadnutí potenciálnych členov pobočky 12. Júla 2013 ako odborná skupina SSTP. V súčasnosti má slovenská pobočka AEE 15 platiacich členov. Zasadnutie členov pobočky býva 2 - 3 krát do roka a na týchto stretnutiach je vždy pripravený odborný program, agenda AEE a diskusia k aktuálnym otázkam.
Všetci členovia slovenskej pobočky AEE profitujú zo svojho členstva viacerými spôsobmi. Okrem nových informácií a vedomostí získaných na pravidelných stretnutiach, majú možnosť prostredníctvom web stránky AEE vytvoriť si odborné kontakty vo svojich profesionálnych oblastiach a naviac ešte prostredníctvom programov, ktoré ponúka AEE nadobudnúť také nástroje, ktoré im môžu byť nápomocné pri udržovaní konkurencieschopnosti.

V roku 2015 sa stal novým asistentom riaditeľa AEE pre medzinárodné aktivity pána Larryho Gooda pre aktivity v strednej a východnej Európe náš člen – prof. Dušan Petráš.

Výhody a možnosti členov AEE

Internetové publikácie
Všetci členovia AEE majú bezplatný prístup k štyrom profesionálnym periodikám na internetovej stránke www.aeecenter.org cez svoje prihlasovacie meno a heslo:

- ***Energy Engineering Online Journal*** (Energetika), vydávané od r. 1904, v rozsahu 80 strán, šesťkrát v roku ako vysoko profesionálny časopis;
- ***Strategic Planning for Energy and the Environment Online Journal*** (Strategické plánovanie v energetike a životnom prostredí), vydávané pravidelne štyrikrát v roku ako odborný časopis;
- ***Distributed Generation & Alternative Energy Online Journal***(Distribuovaná výroba a alternatívna energia), vydávaný štvrťročne;
- ***AEE Energy Insight*** (Zaostrené na energetiku cez AEE), vysokokvalitné noviny asociácie vydávané dvakrát v roku, príspevky sú zamerané na hodnotenie činnosti asociácie a jej členov v sektore energetiky.

Ďalšie vzdelávanie a zľavy na nákup odbornej literatúry
Asociácia ponúka množstvo vzdelávacích programov, na ktoré členovia AEE dostávajú mimoriadnu zľavu. Navyše, členovia AEE dostanú 15 % zľavu na technickú literatúru, ktorú ponúka AEE.

Priemyselný prieskum
Každý rok, AEE deleguje svojich členov do rozhodujúcich úloh priemyselného prieskumu, ktoré ovplyvňujú energetický sektor. Tieto prieskumy, resp. znalecké posudky vyjadrujú ako sa mení priemysel, a to umožňuje členom držať krok s dôležitými trendmi v odbore. Najvýznamnejšie prieskumy sú publikované v číslach *AEE Energy Insight*. Úplné prieskumy sú distribuované kolektívnym členom.

Konferencie a výstavy
AEE výstavy a konferencie sú poriadané niekoľkokrát v roku. Každá konferencia a výstava je charakteristická účasťou popredných odborníkov z priemyslu, ako aj svojou všestrannosťou. Pravidelný jesenný kongres AEE v súčasnosti vo Washingtone - Svetový kongres energetikov, je vlajkovou loďou - udalosť charakterizovaná viac ako 170 technickými prezentáciami a 450 vystavovateľmi. Mimoriadna konkurencia v odbore, ktorá sa nachádza na týchto podujatiach ich robí tak atraktívne, že máloktorý odborník z energetiky ich vynechá v svojom ročnom programe. Každoročne sa tejto konferencie zúčastňuje aj jeden člen Slovenskej pobočky AEE (SK AEE)

SK AEE organizuje od roku 2015 každoročnú konferenciu Energetický manažment. V marci 2019 to bol už 5. ročník. Členovia SK AEE sa tiež aktívne zúčastňujú organizovania medzinárodnej konferencie ENEF, ktorá v roku 2018 vstúpila už do svojho 13. ročníka.

Ocenenia
AEE udeľuje mimoriadne uznanie tak jednotlivcom ako i skupinovým členom, ktorí významne prispeli k rozvoju odboru, alebo poskytli mimoriadne služby asociácii.

Toto uznanie je udeľované na úrovni: miestnej, regionálnej, národnej i medzinárodnej. Ocenenia sú udeľované v šiestich hlavných kategóriách: energetik roka, podnikový manažment v energetike, rozvoj v odbore energetika, energetický manažér roka, energetický projekt roka na národnej a medzinárodnej úrovni, projekt roka v oblasti obnoviteľnej energie, zlepšovateľ roka v oblasti obnoviteľnej energie a mladý odborník roka v energetike.

Už dvaja naši členovia boli ocenení v kategórii „Energetický manažér roka“ – v roku 2016 Marian Rutšek, v roku 2018 Marcel Lauko.

Sieň slávy
Sieň slávy manažérov v energetike oceňuje osobnosti za ich životné úspechy v podporovaní tak praxe ako aj zásad manažmentu v energetike. Stála expozícia znázorňujúca celú sieň slávy je umiestnená v celosvetovej centrále AEE v Atlante. Každá osoba prijatá do siene slávy obdrží vyznamenanie - spravidla udelené v priebehu AEE kongresu - poukazujúce na mimoriadne úspechy osobnosti.

Vedecké štipendiá
Podpora univerzitného štipendia je poskytnutá nadáciou AEE, čo je nezisková organizácia určená k ďalšiemu vzdelávaniu v energetike a manažmentu. Dodnes nadácia poskytla celkom 450 000,- USD na podporu vynikajúcich študentov.

Certifikácia
umožňuje zotrvávať v popredí odbornosti – byť pripravený postúpiť na významný post ak sa vyskytne príležitosť.

AEE vyvinula veľký počet dôležitých certifikačných programov, aby pozdvihla úroveň určitých kľúčových disciplín v priemysle. Certifikáciou preukazujú priemyselný odborníci, že už dosiahli vysokú úroveň kvalifikácie v špecializovaných oblastiach. Tu sú niektoré z nich:

CEM - Program na prípravu Certifikovaných manažérov v energetike
CEM program zahrňuje viac ako 2200 odborníkov a reprezentuje skutočne "kto je kto v manažmente energetiky". CEM program získal vážne uznanie v celonárodnom merítku, ako je zrejmé z toho, že spoločnosti používajú CEM ako bezpodmienečný v popise práce a v špecifikáciách pre vládnu agentúru, čo vyžadujú konzultačný úrad alebo služby CEM ako to navrhla AEE.

CCP - Program na prípravu Certifikovaných odborníkov v kogenerácii
AEE uviedla CCP - program, aby poskytla nové poznatky tým odborníkom, ktorí pracujú s kogeneračnou technológiou. Označenie "CCP" identifikuje jednotlivcov, ktorí preukazujú požadované vedomosti zásad, praxe a pravidiel prepojených a dotýkajúcich sa celej problematiky kogenerácie.

CLEP - Program na prípravu Certifikovaných odborníkov v osvetľovaní
CLEP program je zameraný na poskytovanie nových poznatkov tým odborníkom, ktorí pracujú s osvetľovacou technikou a majú záujem o zlepšenie jej účinnosti ako aj o moderné návrhy osvetlenia.

CIAQP - Program na prípravu Certifikovaných odborníkov v klimatizácii
Označenie "CIAQ" identifikuje jednotlivcov, ktorí dosiahli mimoriadne vysokú úroveň vedomostí a schopnosti preukázať tak praktické skúsenosti v klimatizácii ako aj teoretické vedomosti pri certifikačných skúškach.

CEP - Program na prípravu Certifikovaných odborníkov v energetike
V roku 1998, AEE uviedla nový certifikačný program CEP, ktorý je zameraný na poskytovanie nových poznatkov pre odborníkov, ktorí pracujú s nákupom a odbytom energie, ale i v oblasti marketingu s elektrinou a plynom.

REP – Program pre odborníkov v oblasti obnoviteľnej a alternatívnej energie
Program bol zavedený v roku 2010 a navrhnutý tak, aby uznával odborné znalosti a skúsenosti odborníkov pre využitie obnoviteľných a alternatívnych energetických technológií

ZÁVER

Slovenská pobočka AEE je otvorená novým členom, ktorý majú záujem vstúpiť do tejto asociácie a aktívne v nej pôsobiť. Získavanie informácií a možnosť nadviazania kontaktov na národnej ako i na medzinárodnej úrovni môže byť cenným nástrojom pre všetkých odborníkov pôsobiacich v rôznych oblastiach energetického hospodárstva.

Zdroj informácií : web stránka www.aeecenter.org

XIII. SEKCIA

PROGRESÍVNE VYKUROVACIE SÚSTAVY

vedie: prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.

- ***Dušan Petráš***
- ***Imrich Sánka, Anna Predajnianska***
- ***Dávid Šoltýs***
- ***Jana Bartošová Kmeťková, Dušan Petráš***
- ***Martin Šimko, Michal Krajčík, Peter Šimko, Daniel Kalús***
- ***Miroslav Krásny***
- ***Ivan Stranovský***
- ***Matej Kubica, Daniel Kalús***
- ***Zoltan Magyar***

PROGRESÍVNE SMART TECHNOLÓGIE PRI ZÁSOBOVANÍ BUDOV TEPLOM

prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra Technických zariadení budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: dušan.petras@stuba.sk

Abstrakt
Dnes je slovo „smart“ veľmi „in“... Takže ako je to vlastne so smart technológiami..?

Ak budeme hovoriť o zásobovaní budov teplom, tak už viacero rokov je snaha uplatňovať moderné technológie, súvisiace tak s optimalizáciou spotreby energie ale aj s minimalizáciou negatívnych ekologických dopadov. Práve smart technológie sú dnes základom pri kreovaní smart-budov, smart-cities, smart-regiónov.. A či je najdúležitejšie, práve oblasť energetiky patrí medzi tie najdôležitejšie segmenty pri vytváraní takýchto koncepcií, či ich už budeme uplatňovať na miestnej, mestskej alebo regionálnej úrovni.

Uvedené aspekty majú jeden spoločný menovateľ, a tým je aplikácia smart technológií, či už pri:

- riadení dodávky tepla /tak časovom ako i priestorovom/,
- monitorovaní spotreby energie na vykurovanie, prípravu teplej vody...
- zabezpečení požadovaného tepelného stavu vykurovaných interiérov
- monitorovaní kvality ovzdušia v blízkosti zdrojov tepla
- sledovaní nákladov pri výrobe, distribúcií a odovzdávaní tepla.

1. SMART ZDROJE TEPLA

Pri výroba tepla je veľmi dôležité, aby sme si uvedomili postavenia Slovenska v Energetickej únii. Slovensko je jasným prípadom absolútnej závislosti na importe primárnych palivovo-energetických zdrojov, akými sú hlavne zemný plyn a ropa, pričom ich odber predstavuje okolo 90% v energetickej bilancii národného hospodárstva SR. Vychádzajúc z objektívneho poznania, že 40-45% spotreby energie sa v krajinách EÚ podieľa na zabezpečení prevádzky budov pri vytváraní v nich zdravého vnútorného obytného či pracovného prostredia, je zrejmé že to nebude možné bez uplatnenia progresívnych technológií v závislosti na charaktere výroby tepla.

Problematika výroby tepla je zásadnou otázkou, nech ju hodnotíme z akéhokoľvek uhla pohľadu. Na strane jednej sa jedná o problematiku fosílnych verzus obnoviteľných zdrojov energie, súčasne i ekologické dopady takýchto procesov, v neposlednom rade o ekonomickú návratnosť vložených investícií. Súčasne však aj o otázku efektívnosti výroby tepla, ktorá je jedným z parametrov permanentného monitoringu využívajúc práve smart technológie, a to tak z energetického hľadiska /účinnosť/ ako i environmentálneho /ekologické záťaže/. Je zrejmé, že práve údaje o spotrebe tepla a účinnosti jeho výroby vzhľadom na palivovú základňu, ako i hodnoty znečistenia ovzdušia špecifikované emisiami hlavne skleníkových plynov, musia byť predmetom nepretržitého monitoringu. A práve zber takýchto dát, ich prenos a permanentná analýza vrátane návrhu okamžitých opatrení sa dajú uskutočňovať len vďaka uplatneniu smart technológií.

Jedná sa tak o bytovo-komunálnu sféru ako aj o priemysel, teda oblasti ktoré s dostatočnou presnosťou môžeme definovať ako zásobovanie budov teplom, kde ľudia bývajú a pracujú. Podstatným sa stáva hlavne výroba tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody, čo sa dnes považuje za základné atribúty udržateľnosti vzhľadom na kvalitu života a samotnú životnú úroveň ich užívateľov. Snaha stavať tzv. budovy s takmer nulovou potrebou energie, výrazne ovplyvní aj vnútornú štruktúru energetickej náročnosti budov, kde sa postupne bude znižovať potreba energie na vykurovanie pri takmer nemenej potrebe energie na prípravu teplej vody, avšak významne bude narastať podiel elektrickej energie hlavne na prevádzku vetrania, klimatizácie a chladenia.

Fosílne palivá, ktoré i v súčasnosti dominujú, sú jednoznačne na ústupe, a to hlavne z dôvodov nízkej účinnosti /okrem plynu/ spaľovania, teda s negatívnym dopadom na životné prostredie so zvyšovaním podielu skleníkových plynov, súčasne však aj s limitovanými zásobami na niekoľko desiatok/stoviek..rokov, a čím ďalej tým vačším nárastom investícií potrebných k ich získavaniu.

Obnoviteľné zdroje energie (slnečná, geotermálna, biomasa, energia prostredia využívaná prostredníctvom tepelných čerpadiel, ..) predstavujú na Slovensku významný potenciál, avšak chýba koncepčný stimul či už finančný, alebo daňový, ktorý by dostal ekonomickú návratnosť týchto riešení na akceptovateľnú úroveň. Otázka ich masívnej aplikácie pri výrobe tepla/chladu a elektrickej energie musí byť postavená na plošnej dostupnosti pre každého užívateľa a podporovaná systémovo a nie kampaňovito.

2. SMART TEPELNÉ SIETE/ROZVODY

Rozvody tepla, či už v sústave CZT alebo pri ústrednom vykurovaní, sú v prvom rade líniové konštrukcie, slúžiace na prenos teplonosnej látky z miesta výroby ku spotrebiteľovi. Pri ich návrhu sa musia garantovať primerané tepelné straty do okolia, čo sa dnes veľmi efektívne zabezpečuje tepelnými izoláciami potrubných sietí vrátane armatúr, súčasne však nesmie chýbať permanentný monitoring parametrov teplonosnej látky / hmotnostný prietok, teplota, tlak.../, ktorý nám dáva výpovednú hodnotu vzhľadom na kvalitu a bezpečnosť prevádzky.

Pri distribúcií tepla je podstatné si uvedomiť, či budeme hovoriť o centralizovanom zásobovaní teplom, alebo o decentralizovanom. Posledné roky sa otázka centralizovaného verzus decentralizovaného zásobovania teplom stala skutočne celospoločenským fenoménom, ktorý v sebe integruje viaceré pohľady aj názory, žiaľ často nepravdivé a diametrálne odlišné. Inými slovami povedané, technické riešenia, či už budeme hovoriť a sústavách CZT /centralizovaného zásobovania teplom/, alebo o decentralizovanom

zásobovaní, či už na úrovni blokových, domových až bytových zdrojov tepla, sú dnes známe. Ale...nie vždy sa uplatňuje tzv. technicko-ekonomická analýza, ktorá vie na základe audite vcelku jednoznačne povedať o silných či slabých stránkach, teda výhodách i nevýhodách jednotlivých riešení.

Práve progresívne materiály a technológie môžu byť zárukou kvalitného zásobovanie budov teplom, bez rozdielu či sa jedná o sústavu SCT, alebo decentralizovanú dodávku tepla. Dnes vieme zabezpečiť distribúciu tepla s minimálnymi tepelnými stratami, súčasne optimalizovať dodávku tepla vzhľadom na potreby odberných miest /budovy, priemysel, technológie../, ale aj garantovať bezpečnosť tohto prenosu, práve uplatnením progresívnych smart technológií v celom rozsahu požiadaviek.

3. SMART AKUMULÁCIA TEPLA

Akumulácia tepla predstavuje úplne nový fenomén pri zásobovaní budov teplom. Súvisí bezprostredne s výstavbou nových budov, tzv. „s takmer nulovou potrebou energie“, ktoré majú minimálne energetické nároky na prevádzku vykurovania, v dôsledku enormného zníženia tepelných strát vďaka masívnej tepelnej ochrane stavebnej časti budov. To je nový poznatok, ktorý by mohol napomôcť k racionálnemu využívaniu tepelnej energie vtedy, kedy ju potrebujeme. Týka sa to hlavne slnečnej energie, ktorú máme dostupnú v letných mesiacoch a to len cez deň, pričom jej uskladnenie, či už krátkodobé alebo dlhodobé, je jedným zo základných princípov efektívneho využívania energetických zdrojov.

Práve smart technológie by mohli byť tým rozhodujúcim článkom pri masívnejšej aplikácií akumulácie pri zásobovaní budov teplom, nakoľko sú schopné jednak presne predikovať potreby tepla pre rôzne technické systémy /vykurovanie, teplá voda, chladenie.../, súčasne monitorovať možnosti uskladnenia tepelnej energie v závislosti od času. Inými slovami, analyticky vyhodnotiť a následne reagovať na prípadné disproporcie medzi potrebou tepla a množstvom akumulovaného tepla, s následnou požiadavkou na doplnkový zdroj energie.

Problematika akumulácie energie, a to nielen tepelnej, v súčasnosti aj elektrickej, sa stáva novou výzvou pre celú energetiku štátu, či budeme hovoriť o budovách, priemysle alebo doprave. V súčasnosti sa stala aj súčasťou inovovanej Smernice EÚ o energetickej náročnosti budov.

4. SMART VYKUROVACIE SÚSTAVY

Trendy a perspektívy vykurovacej techniky možno vnímať vo viacerých polohách. V nadväznosti na uvedené, bude i posun pri voľbe vykurovacej sústavy. Z tradičných teplovodných sústav s teplotným spádom 90/70 stupňov, resp. 80/60 stupňov, sa budú viac využívať vykurovacie sústavy nízkoteplotné. Teda také, kde teplota teplonosnej látky bude nižšia ako 50 stupňov. Jedná sa teda najmä o vykurovanie veľkoplošné, prevažne sálavé ako je podlahové, stropné prípadne stenové vykurovanie. Práve sálanie, ako jeden zo spôsobov šírenia tepla sa stáva rozhodujúcim činiteľom, pretože úzko súvisí so zlepšujúcimi sa tepelno-technickými vlastnosťami obalových stavebných konštrukcií, teda s menšími tepelnými stratami v zimnom období a nižšími tepelnými ziskami v období letnom.

Práve pre tieto nízkoteplotné systémy, je ideálna kombinácia zásobovania teplom s obnoviteľnými zdrojmi tepla, ktoré prezentujú tzv. nízkopotenciálnu energiu s efektívnym využitím práve pri nižších teplotách ako 50 stupňov. Súčasne je tu ďalší aspekt, a to že takéto nízkopotenciálne zdroje energie v spojitosti s nízkoteplotným vykurovaním sú najvhodnejším

riešením v tzv. nízkoenergetických domoch, kde spotreba energie na vykurovanie je menej ako 50 kWh.m-2.

V súčasnosti sa popri nízkoteplotných systémoch vykurovania začínajú objavovať aj tzv. vysokoteplotné systémy chladenia. Ich spoločným menovateľom je identická vykurovacia/ chladiaca sústava, teda tak rozvody ako aj vykurovacie/chladiace plochy. A čo je ďalším fenoménom, to sú zdroje využívajúce energie prostredia, či už pôdy, vody a vzduchu, vždy s možnosťou technického riešenia prostredníctvom reverzibilných tepelných čerpadiel, jednak ako zdroj tepla, ale aj ako zdroj chladu.

5. SMART RIADENIE

Dôležitou súčasťou pre zabezpečenie optimálnej prevádzky vykurovacích sústav s vysokou účinnosťou odovzdávania tepla /sálavého, konvekčného.../ je uplatnenie meracej a regulačnej techniky. Práve tam sú integrálnou súčasťou smart technológie, ktoré jednak zabezpečujú meranie spotreby tepla, prenos a spracovanie týchto dát, ako aj analytické vyhodnotenie pre potreby prognóz ďalšieho vývoja spotreby tepla ,súčasne nepretržité sledovanie klimatických údajov a zachytenie ich zmien do aktuálneho riadenia dodávky tepla tak v čase ako i priestore.

Práve plošné nasadenie meracej a regulačnej techniky pri zásobovaní budov teplom je nevyhnutnou podmienkou pre následné rozpočítavanie nákladov na teplo. Práve tu sa v maximálnej miere uplatňujú smart technológie, ktoré umožňujú presne určiť spotrebu tepla v celom cykle výroba – distribúcia – odovzdávanie a súčasne relatívne spravodlivo identifikovať náklady na teplo. Práve táto oblasť je v súčasnosti predmetom záujmu tak zo strany výrobcov tepla, no najma zo strany odberateľov a spotrebiteľov, nakoľko vo významnej miere ovplyvňujú buď rodinný rozpočet, alebo cenu výrobku.

Uvedené trendy sú dnes aplikované do automatických riadiacich systémov, ktoré umožňujú sledovať nielen energetické a environmentálne parametre pri prevádzke budov, ale poskytujú aj ďalšie informácie súvisiace s bezpečnosťou prevádzky budov /kamerové systémy, požiarna signalizácia.../, v neposlednom rade sú otvorené pre široké uplatnenie IKT.

6. ZÁVER

Podiel budov na energetickej bilancii štátu je okolo 40%, pričom podstatným sa stáva hlavne vykurovanie a príprava teplej vody, ktoré sa považujú za základné atribúty udržateľnosti vzhľadom na kvalitu života a samotnú životnú úroveň ich užívateľov. Energetická náročnosť stavebného fondu je v súčasnosti na Slovensku jedným z najzávažnejších problémov, pretože približne 2/3 budov, bolo postavených z materiálov a technológiami, ktoré nepoužívali tepelnú izoláciu. Priemerná spotreba energie na vykurovanie je v nich okolo 150 – 250 kWh.m-2, čiže 5-10 krát horšia ako vyžadujú súčasné tepelno-technické normy.

Práve smart technológie môžu umožniť efektívnejšie využívanie energie v celom procese a súčasne informovať aj o dopadoch na životné prostredie. V neposlednej rade poskytovať údaje, ktoré umožňujú jednak predikovať ďalší vývoj spotreby energie alebo znečistenia životného prostredia, súčasne analyzovať varianty technických riešení pre zabezpečenie optimálnej prevádzku budov.

Poďakovanie
Prácu podporilo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantov VEGA 1/0807/17 a VEGA 1/0847/18.

MOŽNOSTI ZLEPŠENIA ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI RODINNÝCH DOMOV

Ing. Imrich Sánka
Bc. Anna Predajnianska
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra technických zariadení budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: imrich.sanka@stuba.sk

Abstrakt
Cieľom práce je porovnať a vyhodnotiť ekonomické ale aj energetické hľadisko rekonštrukcie staršieho rodinného domu v troch variantoch. Každý variant vychádza z určitých podmienok, v každom variante budem zohľadňovať iné požiadavky a v každom variante budú použité iné technológie. Záver práce bude venovaný samotnému vyhodnoteniu efektívnosti jednotlivých variantov v závislosti od zadaných požiadaviek.

ÚVOD

Budovy sú zodpovedné za podstatnú časť celosvetovej spotreby energie. Väčšina obytných budov na Slovensku, ktoré boli postavené v 20. storočí, nespĺňa súčasné požiadavky na energetickú účinnosť. [1] Preto sa prijali celoštátne nápravné opatrenia na zlepšenie energetickej účinnosti týchto budov a zníženie ich spotreby energie [2].

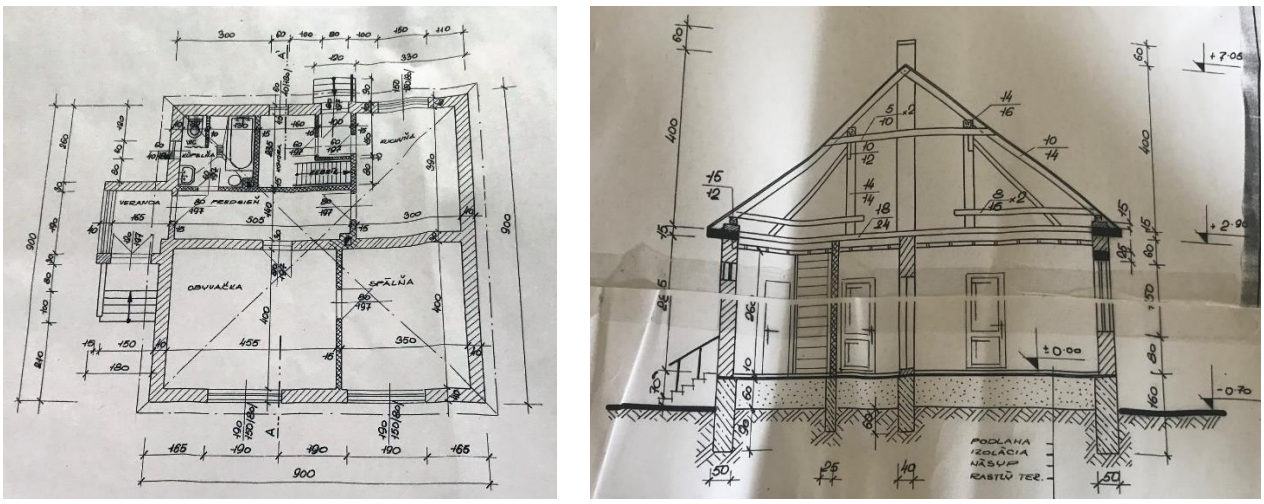
1. OPIS BUDOVY

1.1 Pôvodný stav

Rodinný dom sa nachádza v meste Šaľa. Jedná sa o starší rodinný dom, ktorý bol postavený medzi rokmi 1966 a 1970. Na Obr. 1.1 je znázornený pôvodný stav rodinného domu pred rekonštrukciou. V tomto stave boli v rodinnom dome použité dvojité okná s jednoduchým zasklením. Vnútorné aj vonkajšie povrchové úpravy stien, stropov a podláh boli zdegradované časom.

Pôvodná strecha bola valbová, pričom drevený krov aj strešná krytina boli tiež degradovaný časom. Pri rekonštrukcii sa vychádzalo z pôvodnej projektovej dokumentácie, viď. Obr.1.2.

Obr. 1 Pôvodný stav rodinného domu

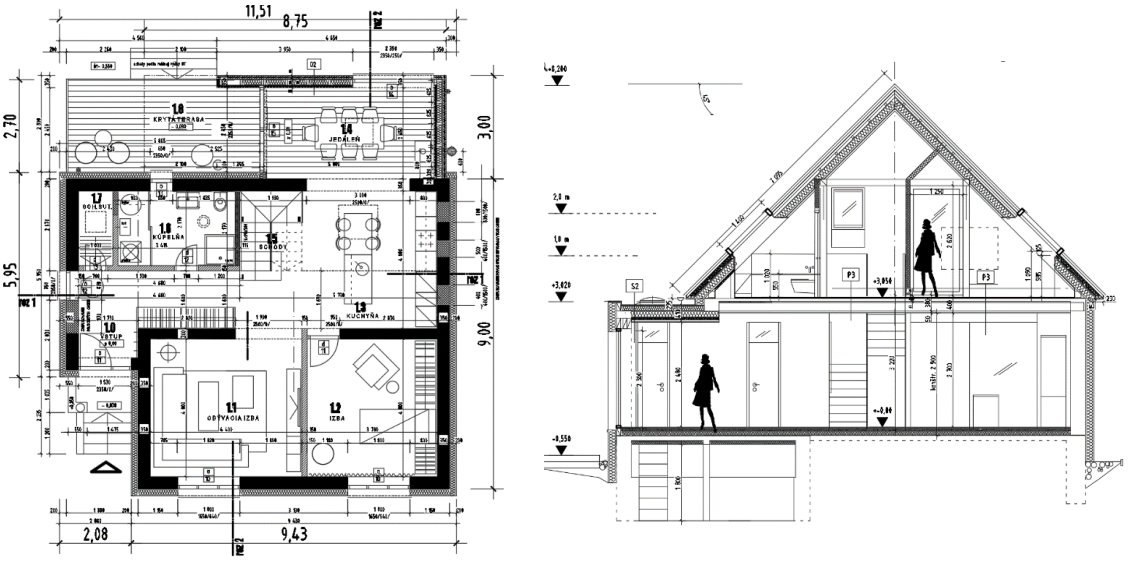


Obr. 2 Pôvodná projektová dokumentácia – pôdorys a rez

1.2 Rekonštrukcia

Pre rekonštrukciu riešeného rodinného domu bola vytvorená architektonická štúdia a následne bola spracovaná projektová dokumentácia, viď. Obr. 1.4, ktorá premenila starší rodinný dom na moderný rodinný dom vhodný pre menšiu rodinu.

V rámci rekonštrukcie bol vyhotovený nový krov, čím vznikli v podkroví ďalšie dve izby. Tiež bola pristavaná drevená terasa ktorá slúži na relax a oddych. Ďalšou podstatnou časťou rekonštrukcie sú samozrejme zaizolované obvodové steny, strecha a podlaha, a tiež výmena starých dvojitých okien za plastové okná Velux.



Obr. 3 Nová projektová dokumentácia – pôdorys a rez (Arch. Kancelária Dorsic Dorsicová)

2. POPIS VARIANTOV

V spolupráci s investorom a firmou VELUX boli vypracované 3 varianty na energetickú rekonštrukciu budovy.

2.1 Štandard

Pri výpočte tohto variantu sa použijú odporúčané hodnoty súčiniteľov prestupu tepla platné od roku 2016. Tiež bude v tomto variante počítané s už spomínanou výmenou okien za nové plastové okná Velux s izolačným trojsklom. Vonkajšie steny budú zaizolované tepelnou izoláciou s hrúbkou 160mm, strecha bude izolovaná z vnútornej strany tepelnou izoláciou s hrúbkou 320mm. Ako zdroj tepla sa použije kondenzačný plynový kotol a podlahové vykurovanie, ktoré bude regulované pomocou vnútorného termostatu a trojcestného zmiešavacieho ventilu. Príprava teplej vody bude zabezpečená rovnakým plynovým kotlom, ktorým bude ohrievaná voda v zásobníkovom ohrievači s celkovým objemom 120l. V tomto variante nie je riešené nútené vetranie, počíta sa s prirodzeným vetraním.

2.2 Komfort

Pri výpočte tohto variantu sa použijú cieľové odporúčané hodnoty súčiniteľov prechodu tepla platné od roku 2016. Tiež bude počítané s výmenou starých dvojitých okien za nové plastové okná Velux s izolačným trojsklom. Vonkajšie steny budú zaizolované tepelnou izoláciou s hrúbkou 160mm, strecha bude izolovaná z vnútornej strany tepelnou izoláciou s hrúbkou 320mm. Ako zdroj tepla bude použitý rovnaký kondenzačná kotol ako vo variante Štandard a tiež rovnaké podlahové vykurovanie. Regulácia bude ekvitermická. Príprava teplej vody bude rovnaká ako vo variante Štandard, t.j. pomocou zásobníkového ohrievača. Použitá bude tiež krbová vložka.

2.3 De-luxe

Pri výpočte tohto variantu sa použijú cieľové odporúčané hodnoty súčiniteľov prechodu tepla platné od roku 2020. Tiež bude počítané s výmenou starých dvojitých okien za nové

plastové okná Velux s izolačným trojsklom. Vonkajšie steny budú zaizolované tepelnou izoláciou s hrúbkou 250mm, strecha bude izolovaná z vnútornej strany tepelnou izoláciou s hrúbkou 400mm. Zdrojom tepla bude tepelné čerpadlo vzduch-voda s výkonom 5,5kW. Na podporu prevádzky a zníženie nákladov sa budú využívať fotovoltické panely s ročným výkonom 4,7MWh. V tomto variante budú použité tiež solárne kolektory umiestnené na plochej streche, krbová vložka a lokálna rekuperácia s výkonom 5 kusov x 4,5kW.

3 ENERGETICKÁ BILANCIA

3.1 Tepelnotechnické posúdenie

Nasledujúca tabuľka ukazuje vypočítané tepelnotechnické parametre stavebných konštrukcií a ich posúdenie podľa STN 730540 Z-1 2016.

Tab. 1 Tepelnotechnické posúdenie stavebných konštrukcií

Variant	Konštrukcia	Vypočítaný súčiniteľ prechodu tepla U (W/m^2.K)	Odporúčaný súčiniteľ prechodu tepla U (W/m^2.K)	Posúdenie
Štandard	Obvodová stena pôvodná	0,213	0,22	Vyhovuje
	Obvodová stena drevostavba	0,151	0,22	Vyhovuje
	Šikmá strecha	0,118	0,15	Vyhovuje
	Plochá strecha	0,116	0,15	Vyhovuje
	Pôvodná podlaha	6,059	0,6	Nevyhovuje
	Podlaha drevostavba	0,231	0,6	Vyhovuje
	Okná	0,806	1,0	Vyhovuje
	Dvere	0,863	1,0	Vyhovuje
Komfort	Obvodová stena pôvodná	0,213	0,22	Vyhovuje
	Obvodová stena drevostavba	0,151	0,22	Vyhovuje
	Šikmá strecha	0,118	0,15	Vyhovuje
	Plochá strecha	0,116	0,15	Vyhovuje
	Pôvodná podlaha	6,059	0,6	Nevyhovuje
	Podlaha drevostavba	0,231	0,6	Vyhovuje
	Okná	0,806	1	Vyhovuje
	Dvere	0,863	1	Vyhovuje
De-luxe	Obvodová stena pôvodná	0,142	0,15	Vyhovuje
	Obvodová stena drevostavba	0,148	0,15	Vyhovuje
	Šikmá strecha	0,094	0,1	Vyhovuje
	Plochá strecha	0,093	0,1	Vyhovuje
	Pôvodná podlaha	0,194	0,6	Vyhovuje
	Podlaha drevostavba	0,186	0,6	Vyhovuje
	Okná	0,806	1	Vyhovuje
	Dvere	0,863	1	Vyhovuje

3.2 Energetické posúdenie

Cieľom energetického porovnania, je porovnať energetickú náročnosť rodinného domu v rôznych variantoch. V nasledujúcej tabuľke Tab. 2 je uvedené porovnanie potreby tepla na vykurovanie, potreby energie na vykurovanie, potreby energie na prípravu teplej vody, celkovej potreby energie, celkovej primárnej energie a emisií CO_2 v jednotlivých variantoch.

Tab. 2 Tepelnotechnické posúdenie stavebných konštrukcií

	Vykurovanie	Teplá voda	Nútené vetranie a chladenie	Celková potrebná energia	Primárna energia	Emisie CO2
Jednotky	kWh/(m^2.a)	kWh/(m^2.a)	kWh/(m^2.a)	kWh/(m^2.a)	kWh/(m^2.a)	kg/(m^2.a)
Standard	63,9	28,1	0	92,0	101,2	28,03
	B (43-86)	**C** (25-36)	Nehodnotí sa	**B** (55-110)	**A1** (55-108)	-
Komfort	53,7	15,4	0	69,1	76,01	21,05
	B (43-86)	**B** (13-24)	Nehodnotí sa	**B** (55-110)	**A1** (55-108)	-
De-luxe	40,8	12,2	0,05	53	33,17	6,37
	A (<42)	**A** (<13)	Nehodnotí sa	**A** (<54)	**A0** (<54)	-

4. EKONOMICKÉ POSÚDENIE

Cieľom ekonomického porovnania, je porovnať finančnú náročnosť jednotlivých variantov.

4.1 Investičná náročnosť

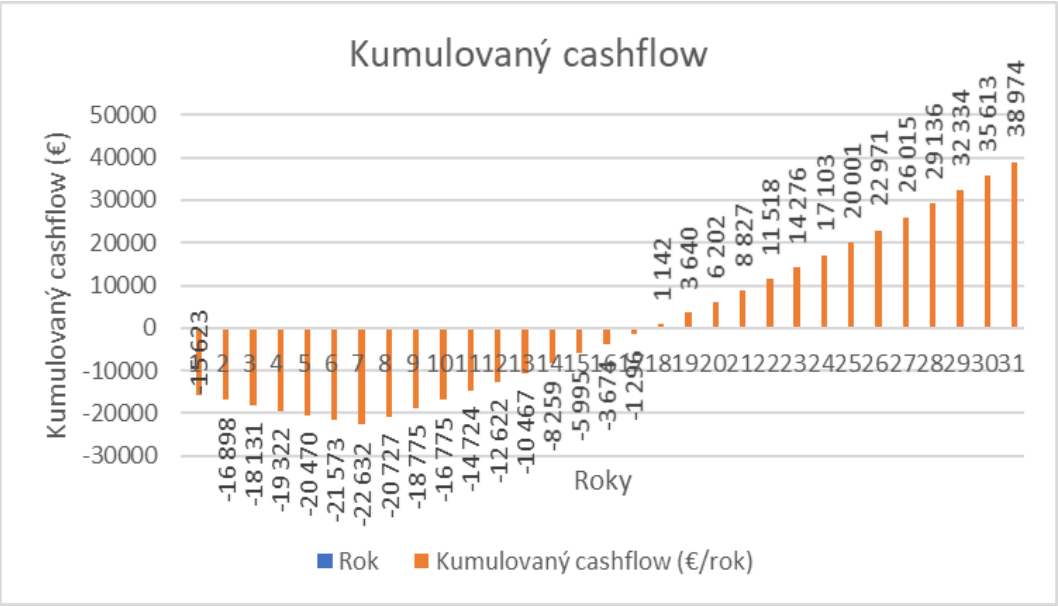
Vo všetkých troch variantoch boli vykonané rovnaké vnútorné úpravy, konkrétne vyhotovenie vnútorných sadrových omietok, vyhotovenie novej podlahy, montáž vnútorných dverí a vyhotovenie sadrokartónových stropov. Tak isto je vo všetkých variantoch rátané s vonkajšími úpravami, konkrétne zateplenie obvodovej konštrukcie, zateplenie strechy, rekonštrukcia šikmej strechy a výmena okien. V poslednom rade sa vo všetkých troch variantoch počíta s nákladmi na rekonštrukciu potrubných rozvodov, konkrétne výmena rozvodov na vykurovanie a teplú vodu a ich zateplenie. Finálny rozpočet vyššie uvedených nákladov je uvedený v tab. č. 3.

Tab. 3 Celkové náklady na rekonštrukciu

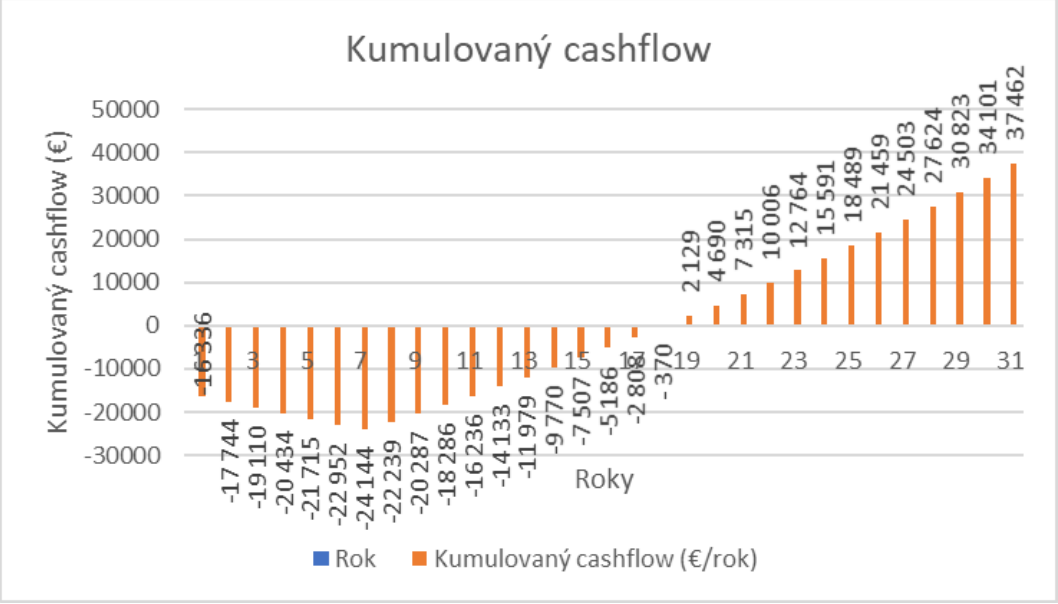
Variant	Celkové náklady na rekonštrukciu	
Štandard	52 077,70	€
Komfort	54 454,80	€
De-luxe	71 354,80	€

4.2 Cashflow

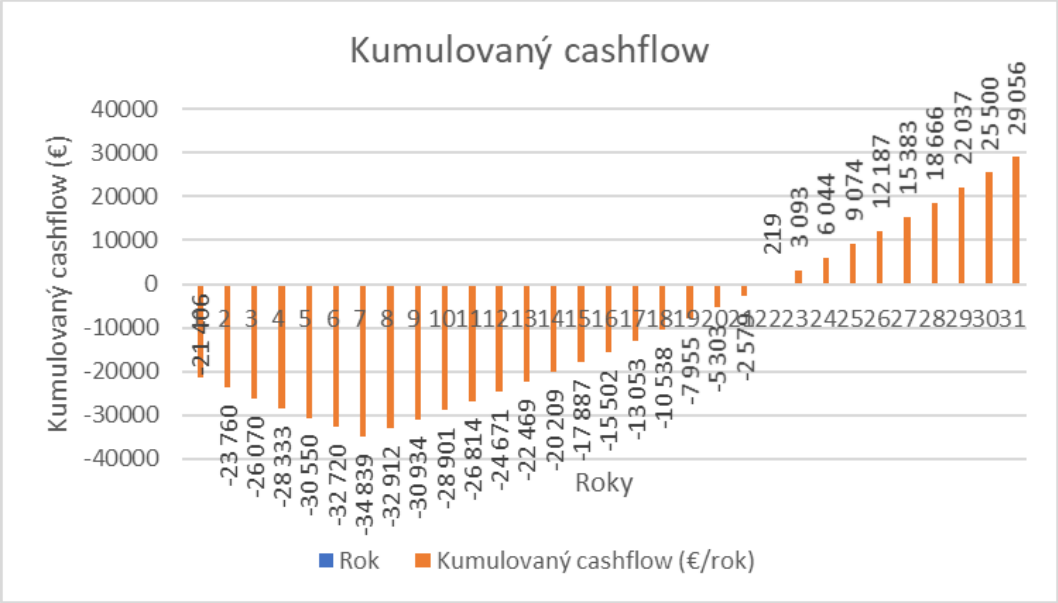
Pri výpočte kumulovaného cashflow bolo počítane s tým, že investor má k dispozícii 30% z celkových nákladov potrebných na rekonštrukciu rodinného domu. Zvyšných 70% potrebných financií bude pokrytých z hypotekárneho úveru s úrokovou mierou 2% a dobou splatnosti 10 rokov.



Obr. 4 Kumulovaný cashflow pre variant Štandard



Obr. 5 Kumulovaný cashflow pre variant Komfort



Obr. 6 Kumulovaný cashflow pre variant De-luxe

5. ZÁVER

V tomto projekte boli definované tri varianty pre ten istý rodinný dom, porovnanie potreby energie v každom variante a tiež investičné náklady a návratnosť jednotlivých variantov. Hlavným indikátorom energetickej bilancie je potreba primárnej energie, ktorá je znázornená v Tab.2 kde vidíme, že najvýhodnejšie vyhotovenie rekonštrukcie vzhľadom na potrebu primárnej energie je variant De-luxe, pri ktorom nastáva najväčšia úspora energie. Druhým dôležitým indikátorom pre investora je ekonomické hľadisko, t.j. finančná náročnosť jednotlivých variantov. Podľa podrobných výpočtov v kapitole 4 vidíme, že najdrahší z riešených variantov je De-luxe. Návratnosť tohto variantu je 21 rokov, takže najdlhšie obdobie z troch riešených variantov. Treba však zvážiť dôležitý faktor a tým je úspora energie, ktorá je pri variante De-luxe najväčšia.

Na záver je vhodné povedať, že energetická účinnosť je využívanie menšieho množstva energie, ktoré je potrebné na poskytovanie tej istej služby. Zvýšenie energetickej účinnosti nielenže umožňuje jednotlivcom a organizáciám znížiť kapitálové a prevádzkové náklady, ale môže tiež znížiť spotrebu paliva a tým znížiť emisie skleníkových plynov a pomôcť predchádzať klimatickým zmenám.

Tiež je dôležité povedať, že takmer dve tretiny krajín stále nemajú zavedené žiadne energetické predpisy. Táto práca ukázala možnosť získať budovu s ultranízkou spotrebou energie (varianty Štandard a Komfort), alebo budovu s takmer nulovou spotrebou energie (variant De-luxe) z 50 ročnej budovy, vďaka využívaniu modernej tepelnej ochrany a modernej technike prostredia.

Poďakovanie
Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, veda, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantov KEGA 044STU-4/2018, VEGA 1/0847/18 a VEGA 1/0807/17.

Literatúra

[1] Jurelionis A., Seduikyte L. (2010) Assessment of indoor climate conditions in multifamily buildings in Lithuania before and after renovation. 2nd International conference advanced construction. Kaunas, Lithuania

[2] M. Economidou, B. Atanasiu, C. Despret, M. Economidou, J. Maio, I. Nolte, O. Rapf, et al. BPIE. Buildings Performance Institute Europe: Europe's building under the microscope. A country by country review of the energy perfomance of buildings. Brussels: Building Perfomance Institute Europe (BPIE). 2011. ISBN: 9789491143014.www.environment.gov.au

[3] Insitu determination of wall's thermal transmittance," in Rehva Journal, vol. 5, 2016, pp16-20.

[4] Földváry V., Bekö G., Petráš D. (2015) Seasonal variation in indoor environmental quality in non-renovated and renovated multifamily dwellings in Slovakia. Proceedings of Healthy Buildings Europe 2015, Eindhoven, Paper ID 242.

[5] Földváry V. (2016) Assessment of indoor environmental quality in residential buildings before and after renovation. Doctoral thesis. Bratislava, Slovakia.

[6] Bekö G., Földváry V., Langer S., Arrhenius K. (2016) Indoor air quality in a multifmily apartment building before and after energy renovation. Proceedings of the 5th International Conference on Human-Environment System, ICHES 2016 Nagoya, Japan.

[7] N. Klepeis, W. C. Nelson, W. R. Ott el al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology. 11, 2001, pp. 231–252.

[8] Kotol M., Rode C., Clausen G., Nielsen T. R. (2014) Indoor environment in bedrooms in 79 Greenlandic households, Building and Environment, Vol. 81, pp. 29-36.

[9] Bekö G., Toftum J., Clausen G. (2011) Modelling ventilation rates in bedrooms based on building characteristics and occupant behaviour. Building and Environment, Vol 46, pp. 2230-2237.

[10] Sánka I., Földváry V., Petráš D. (2016) Experimentálne meranie CO2 a intenzity výmeny vzduchu v bytovom dome. TZB-Haustechnik, Vol 25, pp. 46-49.

[11] Sánka I., Földváry V., Petráš D. (2017) Evaluation of Indoor Environment Parameters in a Dwelling before and after renovation. Magyar épűletgépészet Vol, 65, pp. 29-33.

[12] Sánka I., Földváry V., Petráš D. (2017) Experimentálne meranie toxických látok vo vnútornom vzduchu pred a po obnove bytového domu. TZB-Haustechnik, Vol 26. 2/2017, pp. 32-35

TERMOVÍZIA VYKUROVACÍCH SÚSTAV

Ing. Dávid Šoltýs
AERO MONITOR, s.r.o.
Odbojárska 1982/33
917 02 Trnava
e-mail: soltys@aeromonitor.eu

Abstrakt
Termodiagnostická kontrola vykurovacích sústav je komplikovaná technická záležitosť, ktorá si vyžaduje znalosti z viacerých technických odborov. My takéto externé termodiagnostické kontroly vykonávame pomocou termovíznej kamery zavesenej na drone, z výšky 40-50 metrov, čo sa môže javiť z jedného hľadiska možnože komplikovanejšia záležitosť z iného hľadiska jednoduchšia. Komplikovanejšia preto, lebo do hry vstupuje lietajúce technické zariadenie – dron, a jednoduchšia z hľadiska rýchlosti prevedenia kontroly a ucelenosti celkového obrazu inšpekcie. (hlavne pri horúcovodoch a teplovodoch).

1. ÚVOD

V tejto úvodnej časti by som rád stručne opísal letecké služby, ktoré ponúka spoločnosť AERO MONITOR s.r.o. a následne by som prešiel na tému môjho príspevku, ktorým je **termovízia vykurovacích sústav.** V strednej časti sa zameriavam na stručný opis princípu termodiagnostického merania a v záverečnej časti ponúkam čitateľovi niekoľko termodiagnostických záberov z nášho archívu, aj so stručným popisom.

1.1 Predstavenie spološnosti AERO MONITOR

Spoločnosť AERO MONITOR s.r.o. sa zaoberá, ako už to je spomenuté v jej názve, monitorovaným zo vzduchu pomocou dronov – či už to je napr. inšpekcia bytovej jednotky alebo zisťovanie technického stavu teplovodou, parovodou a horúcovodou pod alebo nad zemou pomocou termovíznej kamery ...podstata je veľmi podobná a má ukázať/nájsť chyby, ktoré sú zo zeme buď neviditeľné alebo veľmi ťažko viditeľné.

1.2 Letecké služby

Stručne by som naše služby zhrnul do niekoľkých základných bodov, ktoré sú:
- Letecké fotografie – k rôzným akciám a za rôznym účelom
- Letecké video - za účelom natočenia domu, lesa, záhrady, mesta, krajiny a pod.
- Letecká inšpekcia – či už termovíznou alebo digitálnou kamerou s cieľom zistenia technických informácií o budove, teplovode, parovode alebo o technológií (prevažne v nedostupnej výške)

- Vytváranie špeciálnych leteckých záberov k ďalšiemu spracovaniu – 2D/3D model, ortofotomapy
- Presné poľnohospodárstvo - zistenie indexu NDVI, obsahu dusíka vo vegetácií, vlhkosti pôdy a vegetácie a pod.

Keďže tento zborník je orientovaní na Vykurovanie a rôzne aspekty tejto činnosti, tak nižšie uvedení text bude smerovaný na túto problematiku.

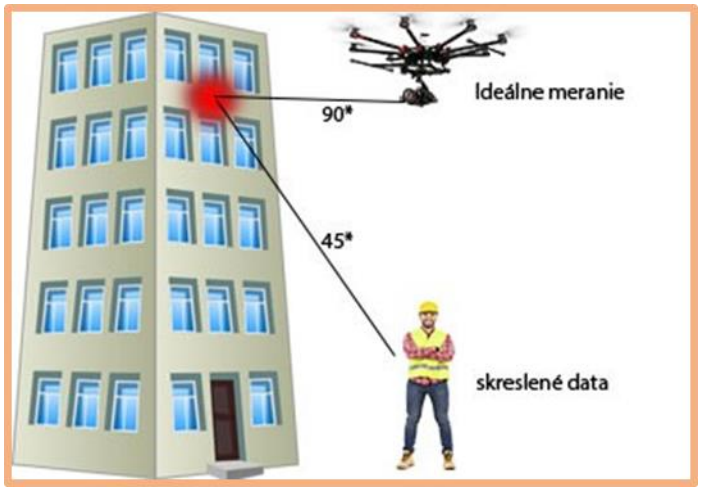
2. TERMODIAGNOSTICKÉ MERANIE POMOCOU DRONA (UAV)

Termodiagnostická kamera funguje na princípe zachytenia elektromagnetického žiarenia (ďalej ako „EMŽ“) , ktoré sa odrazí od meraného objektu. Dopadajúce EMŽ na potrubie/budovu sa rozdelí na niekoľko častí. Zjednodušene môžeme povedať, že pre správne posúdenie únikov tepla sú najdôležitejšie 2 časti dopadajúceho resp. odražajúceho žiarenia, a to:

- Časť EMŽ, ktoré sa pohltí do vonkajšieho materiálu na potrubí - mieru pohltenia nám udáva tzv. Emisivita materiálu z ktorého je povrch potrubia zhotovení (tu je potrebné brať do úvahy aj farbu, lesklosť a hladkosť povrchu)
- Časť EMŽ, ktoré sa odrazí – to je pre nás zaujímavé, pretože práve to odrazené EMŽ zachytáva termodiagnostická kamera, ktorá ho pretransformuje na teplotu.

Samozrejme, pri správnej termodiagnostickej analýze je potrebné brať na vedomie ďalšie parametre merania ako sú *teplota okolia, vlhkosť vzduchu a odrazová teplota.*

Z fyziky vieme, že uhol dopadu sa rovná uhlu odrazu a preto pre ideálne meranie termodiagnostickou kamerou je potrebné byť v uhle blízkom 90° k meranému objektu. V takomto prípade sú namerané hodnoty najpresnejšie, (za predpokladu vhodne nastavených vstupných parametrov merania) pretože EMŽ odrazené od budovy/potrubia zachytí naša termokamera vo svojom snímači v najväčšej miere. Názorne je to nakreslené aj na obr. č.1.



Obr. č.1 znázornenie vplyvu uhla merania na výsledok

Ak sa uhol medzi meraným miestom (budovou, potrubím) a termodiagnostickou kamerou zmenšuje (ako je to vidieť na obrázku č.1 vyššie), tak dochádza k skresleniu nameraných

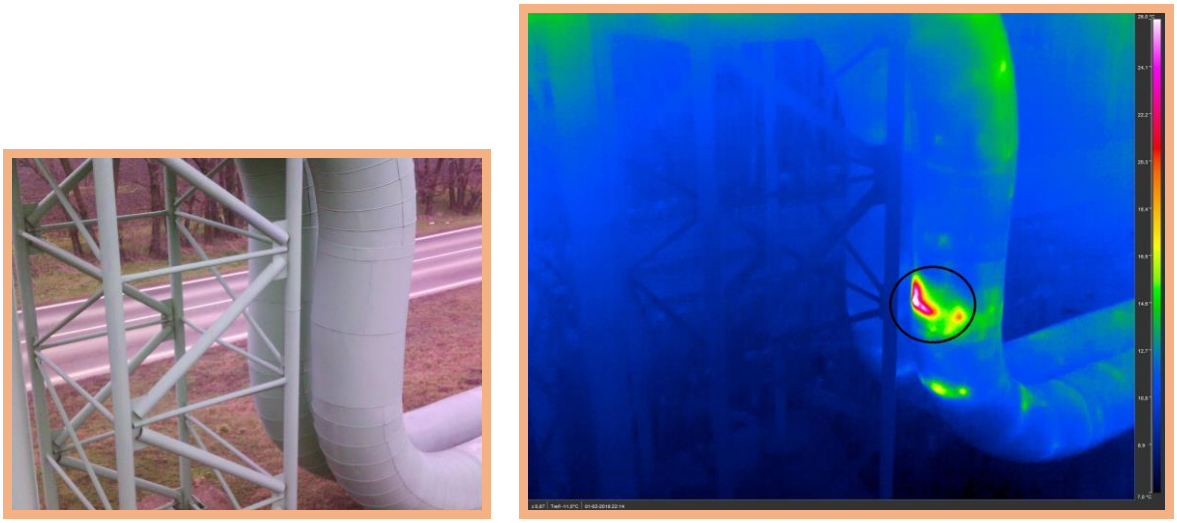
hodnôt, čo môže viesť k nesprávnej interpretácií výsledkov merania, a tým aj znehodnotiť vypovednú hodnotu celého merania.

Ak pri meraní nie je z nejakých dôvodov možné dodržať uhol blízky 90 ° je na základe našich skúsenosti lepšie, keď termodiagnostická kamera pozerá zhora nadol, to znamená, že dron vyletí do vyššej výšky ako je meraní objekt a vykoná meranie. Je to dané tým, že miera skreslenia nameraných údajov je menšia pri povrchuvzeme, ako keď sa termodiagnostická kamera pozerá smerom zdola nahor – do neba.

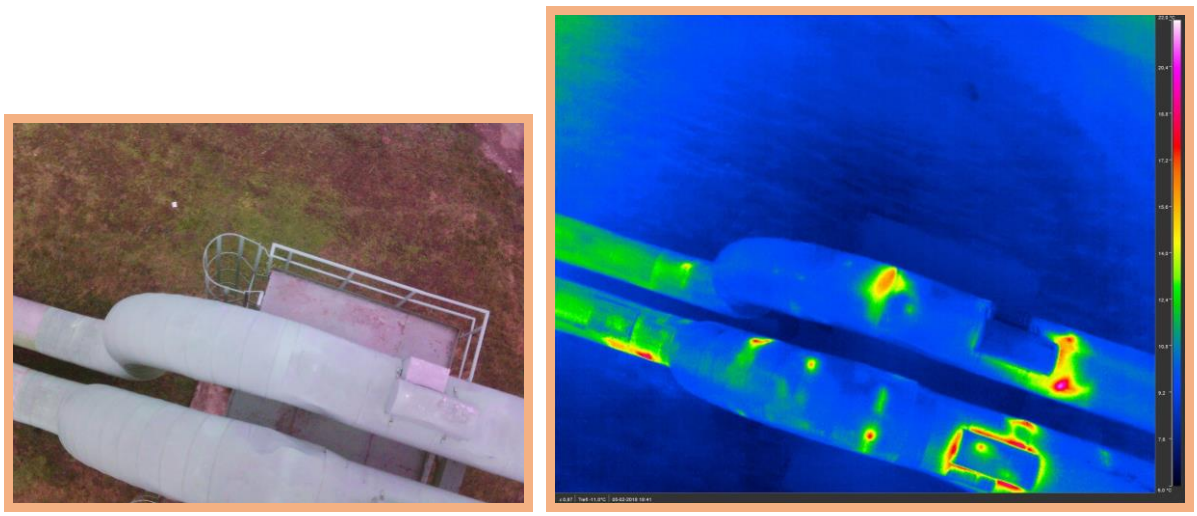
2.1 Praktické znázornenia, ukážky

Termodiagnostické snímky na obr.č.2 a obr.č.3 sú vytvorené pomocou termokamery zavesenej na drone. Na týchto snímkoch je jasne vidieť (ružová farba, ktorá ide do biela) kadiaľ teplo uniká z daného horúcovodu. Ak sa takéto úniky nachádzajú vo veľkej miere, tak to môže mať za následok citeľné straty pre prevádzkovateľa horúcovodu.

V prípade záujmu vieme zákazníkovi pomocou matematicko-fyzikálnych prepočtov povedať koľko tepla uniká z meraného úseku za jednotku času.

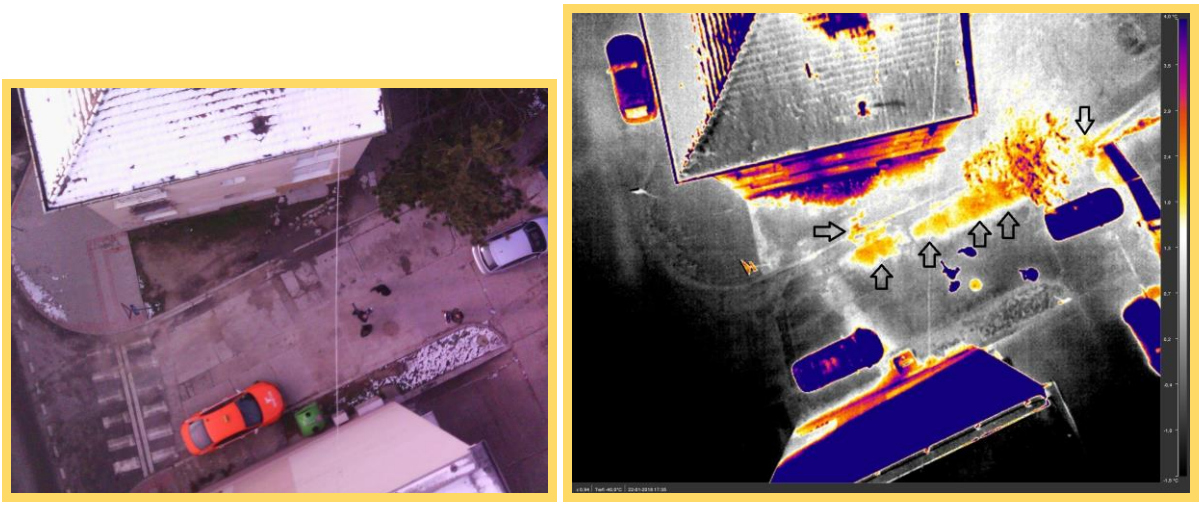


Obr. č.2 digitálna a termovízna fotka horúcovodu nad zemou



Obr. č.3 digitálna a termovízna fotka horúcovodu nad zemou

Na obr.č.4 je znázornená tepelná stopa teplovodu pod zemou, ktorý je v meste a je v hĺbke cca. 1,5 m. Informácie tohto charakteru sú dôležité pre technické oddelenia, ktoré majú v náplni práce starosť o bezporuchový priebeh vykurovacej sústavy až k zákazníkovi.



Obr. č.4 Tepelná stopa na povrchu zeme - teplovodu pod zemou. Fotky vyhotovené z výšky 50 metrov

3. ZÁVER

Termovízna kamera zavesená na drone prináša neoceniteľné informácie pre výrobcov tepla a správcov vykurovacích sieti. Najväčšou výhodou termokamery zavesenej na drone je, že predmetnú oblasť teplovodu sníma z dostatočnej výšky na to, aby bolo možné rozoznať jednotlivé tepelné stopy. Výkonná termokamera v rukách odborníka dáva vysoký predpoklad zaručeného úspechu – či už pri nájdení presného miesta prasknutia teplovodu pod zemou alebo v procese prediktívnej údržby.

Literatúra

[1] Archív spoločnosti AERO MONITOR s.r.o.

TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSÚDENIE ZÁSOBOVANIA TEPLOM BYTOVÝCH DOMOV

Ing. Jana Bartošová Kmeťková
prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra Technických zariadení budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: jana.kmetkova@stuba.sk
dušan.petras@stuba.sk

Abstrakt
Kľúčovou úlohou pri znižovaní energetickej náročnosti je obnova existujúcich budov na bývanie, ktorá je jedným z najdôležitejších riešení z hľadiska úspor energie.

Predmetná štúdia sa venuje posúdeniu vybraných referenčných bytových domov, ktoré reprezentujú väčšinu existujúceho bytového fondu, z hľadiska energetickej a ekonomickej efektívnosti a nákladov potrebných na obnovu. Jednotlivé navrhnuté energeticky úsporné opatrenia, ako aj ich ideálna kombinácia, sú posudzované metódou hodnotenia nákladov počas životného cyklu budovy. Riešené budovy sú napojené na sústavu centralizovaného zásobovania teplom.

1. ÚVOD

V tejto štúdii boli použité 3 vybrané objekty. Sú to bytové domy, ktoré predstavujú zastúpenie väčšiny existujúceho bytového fondu na Slovensku. Vybrané budovy reprezentujú 87% existujúceho bytového fondu na základe celkovej podlahovej plochy podľa [1].
V Tab.1 sú zobrazené vybrané bytové domy aj so stručnou charakteristikou a pohľadom na bytové domy pred a po zrealizovaní obnovy. Väčšina stavebných konštrukcií bytových domov bola v pôvodnom stave, bez významných zásahov.

2. ŽIVOTNÝ CYKLUS STAVBY (LCC)

Na komplexné posúdenie ekonomiky bytového domu je vždy nutné jeho hodnotenie z hľadiska celkových nákladov počas celého životného cyklu. Obdobie životného cyklu budovy je viazané na technickú životnosť stavebných materiálov, preto sa uvažuje vo väčšine prípadov obdobie 20 alebo 30 rokov.

Tab. 1 Charakteristika vybraných bytových domov

Bytový dom	I.	II.	III.
Stavebná sústava	T, murovaný z P100	P.1.14	P.1.14
Rok výstavby	1954	1983	1992
Počet podlaží	6 N.P, 1 P.P.	13 N.P.	8 N.P.
Počet byt. jednotiek	36	48	14
Plocha (m2)	2 089	4 290	1 223
Objem (m3)	6 268	12 012	3 425
Pohľad na bytový dom pred obnovou			
Pohľad na bytový dom po obnove			

Celkové náklady bytového domu počas životného cyklu

Analýza LCC bytového domu sa zameriava na optimalizáciu nákladov v priebehu jeho životnosti, ktorá je limitovaná nielen jeho technickou, ale aj ekonomickou životnosťou. Metodika LCC vychádza z medzinárodných noriem rady ISO 14040 a ISO 15686-5 [5].

Výpočet nákladov životného cyklu bytového domu je súčtom nákladov súvisiacich s obstaraním budovy, investičnými nákladmi na jej obnovenie CO, ďalej nákladov na údržbu a opravy M&R, nákladov na prevádzku budovy O a nákladov na likvidáciu budovy CL vo všetkých fázach životného cyklu [2]:

$$LCC = C_O + O + M\&R + C_L \quad (EUR) \quad (1)$$

Pri výpočte jednotlivých nákladových položiek je nutné definovať hodnotu všetkých budúcich nákladov na ich súčasnú hodnotu pri nastavení vhodnej diskontnej sadzby. Cieľom štúdie je zistiť vplyv navrhovaných opatrení (v stavebných konštrukciách) na náklady životného cyklu budovy a či sú navrhované opatrenia nákladovo efektívnym zlepšením energetickej hospodárnosti budovy.

3. NAVRHOVANÉ OPATRENIA OBNOVY BYTOVÝCH DOMOV

Navrhnuté opatrenia na obnovu bytových domov, za účelom zvýšenia energetickej hospodárnosti, vychádzajú zo súčasne platnej normy STN 730540-2/Z1 [4], ktorá určuje súčinitele prechodu tepla (U-hodnoty) pre jednotlivé konštrukcie. Na základe týchto požiadaviek bola vypočítaná hrúbka tepelnej izolácie, ktorá spĺňa úroveň *U*-hodnôt v dvoch obdobiach a to od roku 2016 a 2021. Porovnávané opatrenia sa teda navzájom líšia úrovňou tepelnej ochrany stavebných konštrukcií.

Navrhované jednotlivé opatrenia sa nachádzajú v tab. 2., kde je uvedené s akou hrúbkou tepelnej izolácie sa v danom opatrení uvažovalo a aký je druh použitého izolačného

materiálu, príp. okennej konštrukcie. Ako tepelno-izolačný materiál boli v tejto štúdii použité najčastejšie používané materiály a to expandovaný polystyrén (EPS) a minerálna vlna (MW).

Tab. 2 Charakteristika energeticky úsporných opatrení obnovy bytových domov

Stavebná konštrukcia	Energeticky úsporné opatrenie				*U*-hodnota [4]
	Označenie	Opatrenie		Hrúbka	W/(m^2.K)
Stena	W1A	Dodatočná izolácia	EPS	+100 mm až +150 mm	0,22 (od r.2016)
	W1B		MW	+100 mm až +140 mm	
	W2A		EPS	+180 mm až +240 mm	0,15 (od r.2021)
	W2B		MW	+180 mm až +220 mm	
Strecha	R1A		EPS	+180 mm	0,15 (od r.2016)
	R1B		MW	+160 mm až +200 mm	
	R2A		EPS	+300 mm	0,10 (od r.2021)
	R2B		MW	+220 mm až +340 mm	
Podlaha	F1A		EPS	+30 mm	0,60 (od r.2016)
	F2A		EPS	+50 mm až 70 mm	0,35 (od r.2021)
Okná	G1	Výmena pôv.okien	zasklenie trojsklom		1,00 (od r.2016)
	G2		zasklenie štvorsklom		0,60 (od r.2021)

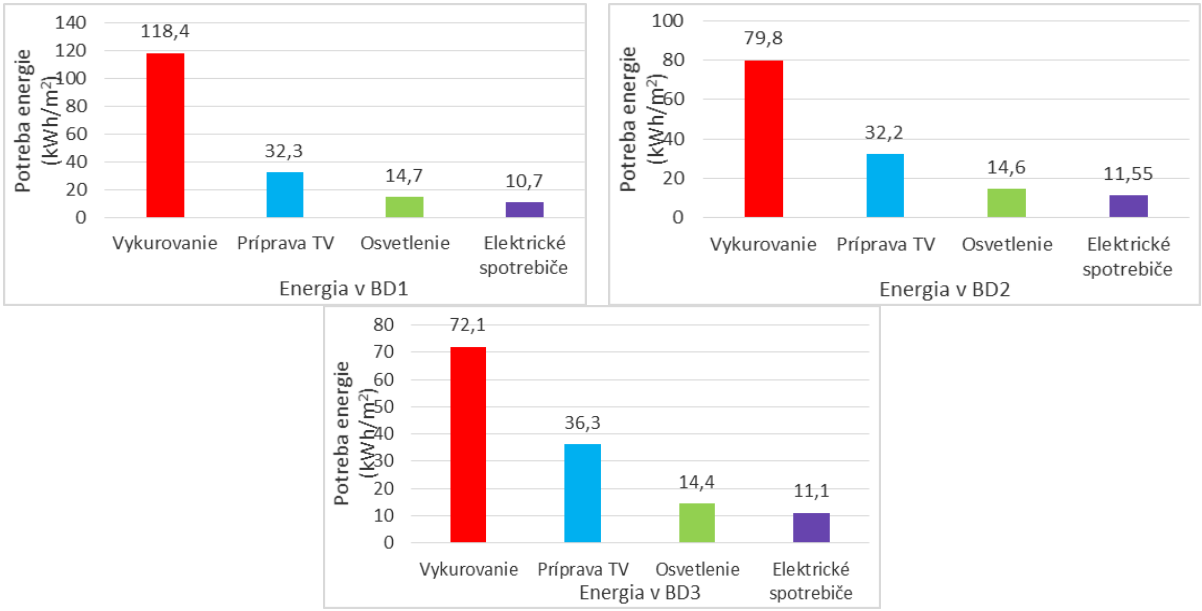
Posudzované bytové domy sú zásobované teplom z odovzdávacích staníc tepla, preto vo vykurovacom systéme a systéme prípravy teplej vody boli navrhnuté len opatrenia na rozvodoch v bytových domoch.

Tab. 3 Charakteristika energeticky úsporných opatrení obnovy bytových domov

Vykurovací systém	**Systém prípravy TV**
- izolácia rozvodných potrubí	- izolácia rozvodných potrubí
- hydraulické vyregulovanie sústavy po zateplení	- hydraulické vyregulovanie sústavy po zateplení
- automatická regulácia a nočný teplotný útlm	- výmena čerpadla za cirkulačné čerpadlo s integrovaným frekvenčným meničom
- výmena pôvodného čerpadla za čerpadlo s integrovaným frekvenčným meničom	

4. VÝSLEDKY POSÚDENIA OBNOVY BYTOVÝCH DOMOV V ŽIVOTNOM CYKLE

Potreba energie bytového domu v pôvodnom stave bola vyčíslená na základe simulácie zo softvéru EnergyPlus. Simulácia modelujúca potrebu energie prebehla počas jedného referenčného roku. Na nasledujúcich obrázkoch je zobrazená potreba energie posudzovaných budov. model hodnotenej budovy a rozdelenie potreby energie v danom bytovom dome.



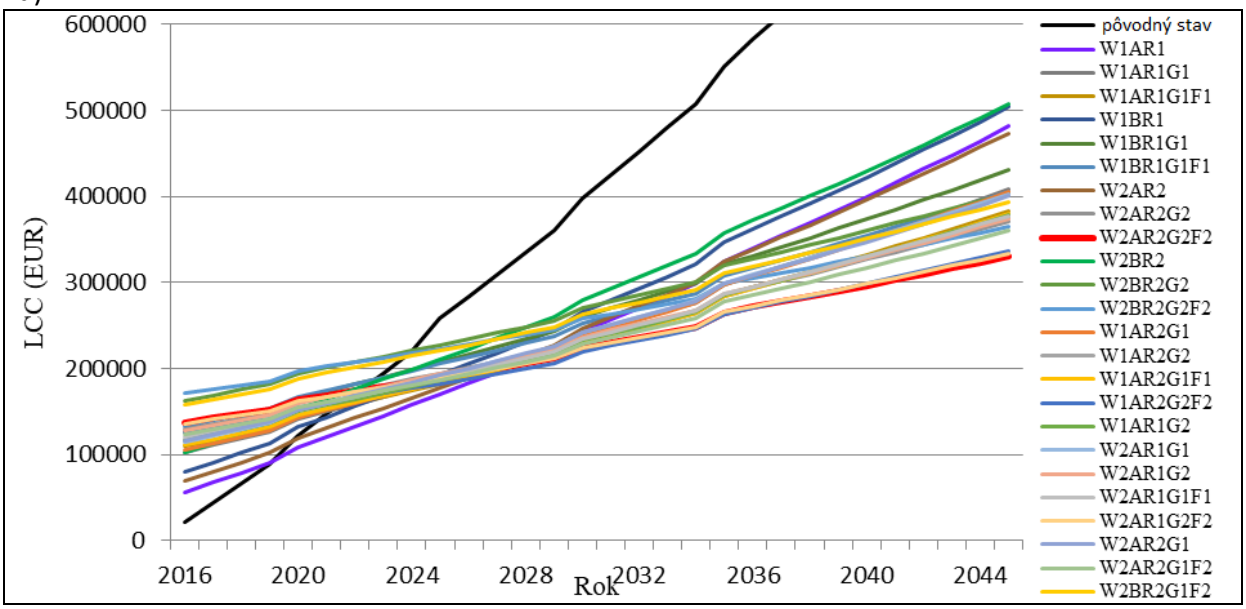
Obr. 1 Rozloženie potreby energie posudzovaných bytových domov v pôvodnom stave

Výsledky simulácií ukázali, že najviac energie je potrebnej na vykurovanie, čo tvorí 67% z celkovej potreby energie v BD1, 58% v BD2 a 54% v BD3. Ďalej to je potreba energie na prípravu teplej vody, čo je 18% z celkovej energie v BD1, 22% v BD2 a 27% v BD3. Následne je to osvetlenie a elektrické spotrebiče.

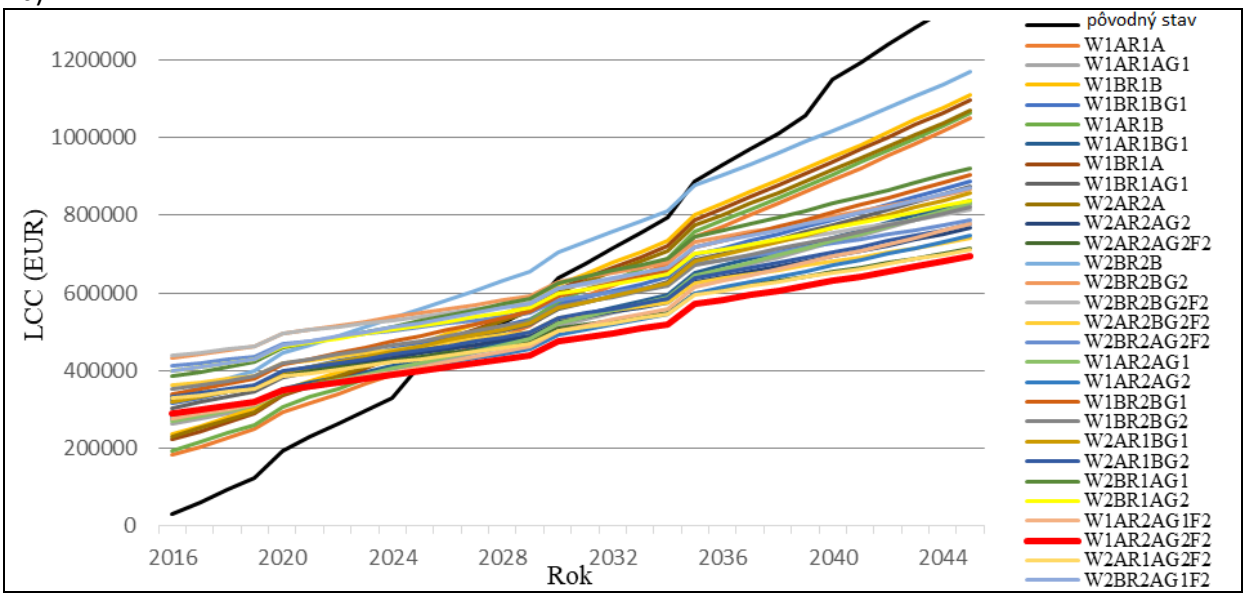
Energetická a ekonomická efektívnosť navrhnutých opatrení obnovy bytových domov bola posúdená na základe potreby energie a nákladov počas životného cyklu budovy. Zamerali sme sa na obdobie 30 rokov od realizácie obnovy, čo je predpokladaná ekonomická životnosť opatrení na zlepšenie tepelnej ochrany budovy [3].

Náklady počas životného cyklu zahŕňajú investičné náklady na obnovu budovy, prevádzkové náklady a náklady na opravy a údržbu budovy. Z hľadiska nákladov počas životného cyklu, variant s najväčšou hrúbkou tepelnej izolácie sa ukázal ako najvýhodnejší, hoci má najvyššie investičné náklady, prevádzkové náklady vedú nakoniec k najnižším nákladom počas celého životného cyklu budovy.

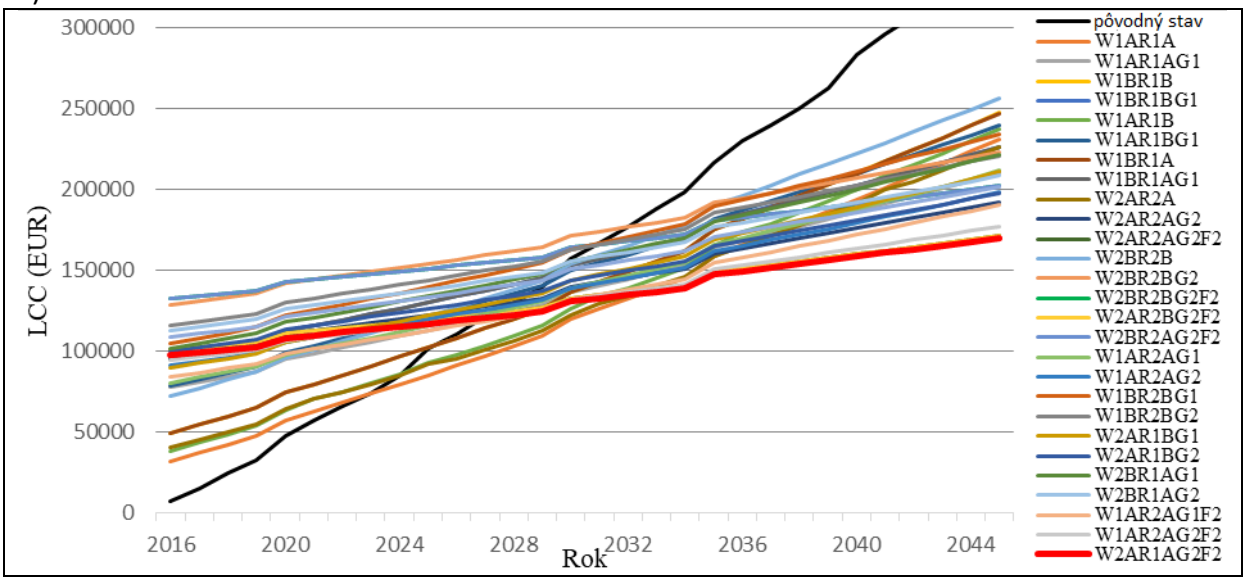
a)



b)



c)



Obr. 2 Priebeh celkových nákladov počas 30 rokov pre a) BD1, b) BD2, c) BD3 v pôvodnom stave a pre varianty obnovy

Ekonomicky najefektívnejší variant obnovy pre BD 1 je W2AR2G2F2 s tepelnou izoláciou steny hrúbky 220 and 240 mm, strechy 220 mm, podlahy nad nevykurovaným priestorom 70 mm a s vymenenými oknami s efektívnym štvorsklom. Variant W1AR2AG2 s tepelnou izoláciou steny hrúbky 140 mm, strechy 220 mm a s vymenenými oknami s efektívnym štvorsklom sa ukázal ako najvýhodnejší variant obnovy pre BD 2. Pre BD 3 je variant W2AR1AG2F2 s tepelnou izoláciou steny hrúbky 810 mm, strechy 180 mm, podlahy nad nevykurovaným priestorom 50 mm a s vymenenými oknami s efektívnym trojitým zasklením najvýhodnejší.

5. ZÁVER

Významná obnova existujúcich budov umožňuje dosiahnuť významné úspory celkovej spotreby energie a tak isto aj emisií skleníkových plynov. Toto je jedna z hlavných možností ako zvýšiť udržateľnosť v zastavanom území. Cieľom obnovy bytového domu je odstránenie existujúcich nedostatkov, zníženie energetickej náročnosti a celkové zvýšenie kvality bývania. Enegreticky a ekonomicky najvýhodnejšie varianty obnovy pre jednotlivé budovy pozostávajú z opatrení, ktoré spĺňajú súčasne platné tepelnotechnické podmienky a podmienky platné po roku 2021. Avšak je potrebné dodať, že v súčasnosti nevieme ako bude vyzerať trh v roku 2021, aké materiály a výrobky budú k dispozícii a za akú cenu.

Na základe hodnotenia bytových domov počas životného cyklu je možné odporúčať vhodné energeticky úsporné opratrena na obnovu:

- Pre budovy staršie ako 50 rokov – izolácia obvodovej steny hrúbkou 22 cm, strechy 22 cm, podlahy nad nevykurovaným priestorom 7 cm a výmena okien za nové s vysoko efektívnym trojitým zasklením s U.=.0,6 W/m^{2}K.
- Pre budovy staršie ako 35 rokov – izolácia obvodovej steny hrúbkou 140 mm, strechy 300 mm, podlahy nad nevykurovaným priestorom 5 cm a výmena okien za nové s vysoko efektívnym trojitým zasklením s U = 0,6 W/m^{2}K.
- Pre budovy mladšie ako 35 rokov – izolácia obvodovej steny hrúbkou 18 cm, strechy 18 cm, podlahy nad nevykurovaným priestorom 5 cm a výmena okien za nové s vysoko efektívnym trojitým zasklením s U = 0,6 W/m^{2}K.

Prácu podporilo Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky prostredníctvom grantov VEGA 1/0807/17 a VEGA 1/0847/18.

Literatúra

[1] MDV SR. Stratégia obnovy fondu bytových a nebytových budov v Slovenskej republike. Bratislava, 2014.
[2] Európska komisia. Delegované nariadenie Komisie č. 244/2012 z 16.1.2012, ktorým sa dopĺňa smernica EP a Rady 2010/31/EÚ o energetickej hospodárnosti budov vytvorením rámca porovnávacej metodiky na výpočet nákladovo optimálnych úrovní minimálnych požiadaviek na energetickú hospodárnosť budov a prvkov budov.
[3] Bartošová Kmeťková, J., Petráš, D. An assessment of the Renovation of Existing Residential Buildings Regarding Life Cycle. In CLIMA 2016: proceedings of the 12th REHVA World Congress. Aalborg, Denmark,22. - 25. 5. 2016. Aalborg : Aalborg University, Department of Civil Engineering, 2016, online,[10] s. ISBN 87-91606- 36-5.
[4] STN 73 0540-2/Z1 Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky.2016
[5] International Standardization Organization (ISO). Environmental management – life cycle assessment – principles and framework; 2006. ISO 14040.

STENOVÉ VYKUROVANIE POMOCOU PANELOV NA REGULÁCIU PRECHODU TEPLA

Ing. Martin Šimko, PhD.,
doc. Ing. Michal Krajčík, PhD.
Ing. arch. Ing. Peter Šimko, PhD.
doc. Ing. Daniel Kalús, PhD.

Stavebná fakulta STU Bratislava
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: martin.simko@stuba.sk
michal.krajcik@stuba.sk
peter.simko@stuba.sk
daniel.kalus@stuba.sk

Abstrakt
Táto štúdia je zameraná na sálavé steny, ktoré pracujú s emitujúcimi prvkami, ktoré sú tepelne spojené s konštrukciou budovy a ktoré predstavujú tepelne aktívnu stavebnú konštrukciu. Tento dokument skúma možnosti aktívnej kontroly prechodu tepla izolačnými panelmi v stenách prevádzkovaných ako stenové vykurovanie alebo tepelná bariéra a objasňuje spôsob šírenia tepla takouto stavebnou konštrukciou. Taktiež sa tento príspevok zaoberá vplyvom hrúbky tepelnej izolácie, hrúbky železobetónu a rozostupu rúrok rúrového registra na tepelný výkon.

1. ÚVOD

Hoci výskum sálavých povrchov je väčšinou zameraný na konštrukcie podlahy a stropy, dôkazy z niekoľkých výskumných štúdií naznačujú, že sálavé steny tiež predstavujú potenciálne uskutočniteľné riešenie pre vykurovanie priestorov, teda ako stenové vykurovanie (SV). Karabay et al. (2013) [11] odporúča zvážiť nástenné vykurovanie, skôr než podlahové vykurovanie, pretože je možné dosiahnuť lepší tepelný výkon a komfort s nižšou teplotou vody, čím sa zníži spotreba paliva. Súčasný výskum je zameraný na tradičné nástenné vykurovanie riešené s rúrami, ktoré sú tepelne izolované od hlavnej stavebnej konštrukcie. Táto štúdia je zameraná na sálavé steny, ktoré pracujú s emitujúcimi prvkami, ktoré sú tepelne spojené s konštrukciou budovy a ktoré predstavujú tepelne aktívnu stavebnú konštrukciu [10]. Výhodou tohto systému je jeho vhodnosť pre inštaláciu v nových aj existujúcich budovách v podobe prefabrikovaných tepelnoizolačných panelov pripojených k ich fasáde. [1]. Okrem stenového vykurovania (SV) je tiež možné použiť nástenný systém ako tepelnú bariéru (TB) na zníženie prenosu tepelných strát. Príklad nástenného systému určeného na to, aby slúžil ako TB, je znázornený na obr. 1. TB predstavuje alternatívu ku konvenčným izoláciám vyrobených napríklad z minerálnej vlny alebo polystyrénu, ktorá umožňuje nižšiu hrúbku steny vďaka svojej schopnosti aktívne riadiť prechod tepla stavebnou konštrukciou.

Krzaczek a Kowalczuk [6] ukázali, že kombinovanie TB s geotermálnou uskladňovanou energiou a stanovenie jej teploty na približne 17 ° C po celý rok môže pomôcť znížiť tepelné straty cez vonkajšie steny o jednu tretinu v porovnaní s tradičnými izolovanými stenami. Xie et al. [7] ukázali, že pre stavebné konštrukcie pozostávajúce z dvoch tehlových vrstiev, TB v teplom podnebí môže znížiť prenos tepla zvonku do vnútorného priestoru na takmer nulu, a tým výrazne znížiť spotrebu energie. Tento dokument skúma možnosti aktívnej kontroly prechodu tepla izolačnými panelmi v stenách prevádzkovaných ako SV alebo TB, ako je znázornené na obr. 1 [1].

2. NUMERICKÉ SIMULÁCIE TEPELNE AKTÍVNYCH STIEN

Výpočty týkajúce sa tepelného toku a povrchových teplôt boli vypočítané stacionárnymi a číselnými simuláciami pomocou softvéru CalA 3,0 [3,4,5], ktorý bol overený v súlade s normou EN ISO 10211 [1, 12].

2.1 Princíp výpočtu

CalA 3,0 softvér bol primárne vyvinutý tak, aby simuloval stacionárny a dynamický 2D prenos tepla vedením [1,4]:

$$\frac{\partial}{\partial x}\left(\lambda\frac{\partial T}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(\lambda\frac{\partial T}{\partial y}\right)+S=\rho.c.\frac{\partial T}{\partial \tau} \quad (1)$$

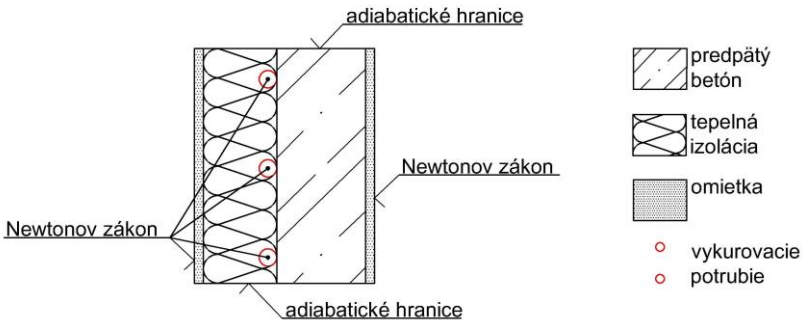
kde T je teplota (K); S je interný zdroj tepla (W/m^3); τ je čas (y); λ je tepelná vodivosť (W/(m. K)); ρ je objemová hmotnosť (kg/m^3); a c je merná tepelná kapacita pri konštantnom tlaku (J/kg. K)) [1, 3, 4].

Tepelno-fyzikálne vlastnosti materiálov sú považované za konštantné, izotropné a teplota je nezávislá vo všetkých simuláciách. Okrajové podmienky definujúce špecifický tepelný tok na povrchu výpočtovej domény sa vypočítajú podľa Newtonovho ochladzovacieho zákona (2), za predpokladu, že hranice adiabatických stien sú stanovené podľa (3), ako je znázornené na obr. 1 [1, 3, 4]:

$$-\lambda.\left(\frac{\partial T}{\partial n}\right)_w=h.\left(T_w-T_f\right) \quad (2)$$

$$-\lambda.\left(\frac{\partial T}{\partial n}\right)_w=0 \quad (3)$$

kde w je index označujúci povrch objektu; f je index označujúci okolitú tekutinu; n je index označujúci smer kolmý na povrch; a h je súčiniteľ prestupu tepla (W/(m^2).K)), vrátane konvekcie a tepelného sálania zo sálavého povrchu do okolitého prostredia [1, 3, 4].



Obr. 1 okrajové podmienky definujúce špecifický tepelný tok na povrchu steny

Konvektívny súčiniteľ prestupu tepla pre vodu na povrch potrubia sa vypočíta podľa:

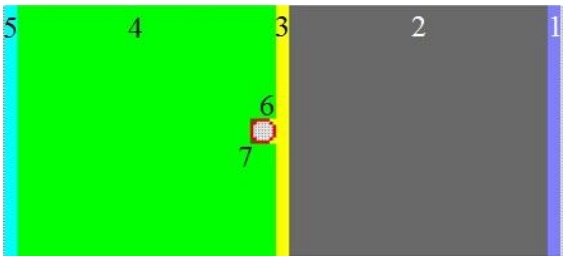
$$\alpha = Nu.\frac{\lambda_L}{l} \quad (4)$$

kde λ_L je tepelná vodivosť tekutiny (W/(m. K)); l je charakteristický rozmer (m). N_u je číslo Nusselt, ktoré predstavuje pomer konvektívneho prevodového prevodu, ktorý je určený ako funkcia Grashof, Prandtl a Reynolds čísla [1, 4, 5].

Súčiniteľ prestupu tepla pre povrch vody na potrubie bol stanovený na 1 218 W/(m^2.K) podľa rovnice (4). Celkový súčiniteľ prestupu tepla h (kombinovaná konvekcia a sálanie) medzi sálavým povrchom a vnútorným priestorom je 8 W/(m^2.K) pre vyhrievanú stenu [13]. Vonkajší konvektívny súčiniteľ prestupu tepla je 25 W/(m^2.K), čo zodpovedá rýchlosti vetra cca 5 m/s vypočítaného podľa zjednodušenej metódy v norme EN ISO 6946 [14]. Rýchlosť vetra predstavuje svetlo až jemný vánok na stupnici Beaufort [15]. Pri izolovaných budovách by takáto rýchlosť vetra mala mať malý alebo žiadny vplyv na koeficient prenosu tepla na vnútornom povrchu [1, 16].

2.2 Fyzikálny model steny

Obr. 2 ukazuje fyzikálny model fragmentu steny definovaný softvérom. Potrubie (6), ktoré predstavuje aktívny priečny prvok, je vložené do tepelnej izolácie (4) pripojenej k betónovému jadru (2) lepiacou maltou (3). Ak nie je uvedené inak, priestor medzi rúrkou a tepelnou izoláciou je vyplnený cementovou maltou (7). Tepelno-fyzikálne vlastnosti materiálov na *obr. 2* sú uvedené v *tab. 1* [1].



Obr. 2 Fyzický model fragmentu steny používaný v numerických simuláciách [1].

Tab. 1 Tepelno-fyzikálne charakteristiky simulovanej steny [1]

Č.	Materiál	Hrúbka	Objemová hmotnosť	Tepelná vodivosť	merná tepelná kapacita
		d m	ρ_w kg/m³	λ W/(m.K)	*c* J/(kg.K)
1	Vnútorná omietka	0.01	1600	0.88	840
2	Železobetón	0.1 - 0.2	2400	1.58	1020
3	Lepiaca malta	0.01	1300	0.8	840
4	Tepelná izolácia EPS F	0.1 - 0.2	17	0.04	1270
5	Vonkajšia omietka	0.01 - 0.03	1300	0.8	840
6	Plastové potrubie Ø 20 mm		1200	0.35	1000
7	Cementová malta		2000	1.16	840

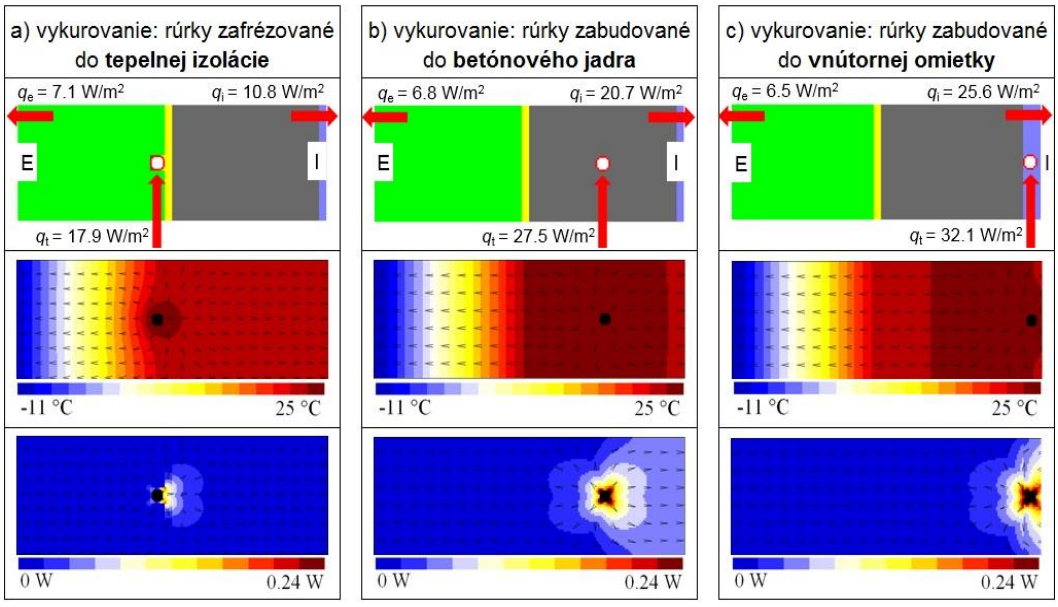
3. VÝSLEDKY NUMERICKÝCH SIMULACIÍ

Účinok polohy potrubia, rozostupu potrubia, hrúbky betónu a hrúbky tepelnej izolácie na tepelný tok bol vyšetrovaný cez stacionárne parametrické simulácie [1].

3.1 Prenos tepla konštrukciou pre rôzne nízkoexergetické stenové systémy

Obr. 3 porovnáva tepelný tok a rozloženie teploty v rámci fragmentu steny, ktorý bol použitý na prevádzku ako stenové vykurovanie pre rôzne potrubné usporiadanie. Z celkového množstva energie (q_T) sa časť prevedená do vnútra (q_i) zväčšuje, zatiaľ čo teplo stratené do okolitého prostredia (q_e) klesá, pretože potrubie sa postupne presúva z izolácie (a) do vnútornej povrchovej vrstvy (c). Rovnaký trend sa vzťahuje na pomer využiteľného tepelného toku (q_i) k tepelnému úbytku (q_e), ako je znázornené na *obr. 4* [1].

Všetky hodnoty tepelného toku odkazujú na meter štvorcový plochy povrchu steny. Teplota vody v rúrkach je 25 °C; rozstup potrubia je 150 mm; a hrúbka betónového jadra je 200 mm, ako aj hrúbka tepelnej izolácie. Vnútorná omietka je 30 mm hrubá pre prípad (c) s vykurovacím potrubím vloženým do omietky a hrúbkou 10 mm v ostatných dvoch prípadoch (a, b). Okrajových podmienky sú: θ_e = -11 °C, θ_i = 20 °C, θ_v = 25 °C [1].

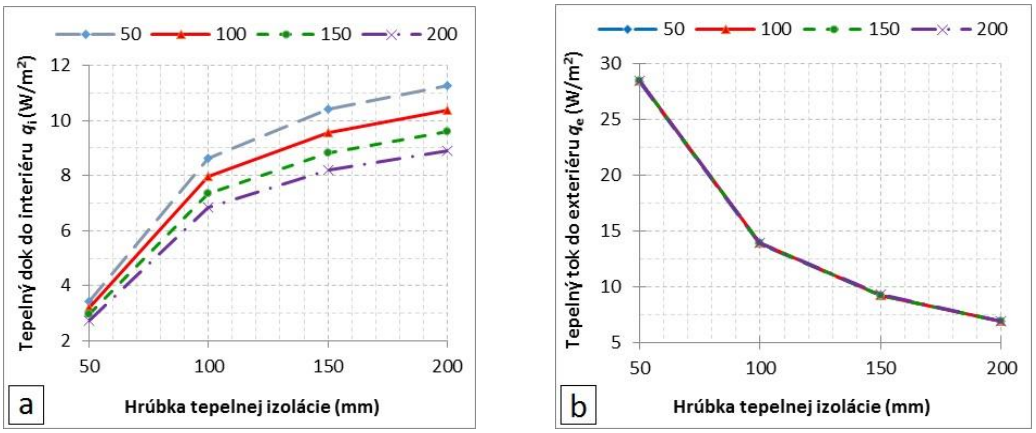


Obr. 3 tepelný tok a distribúcia tepla pre SV s rôznym usporiadaním rúrok [1].

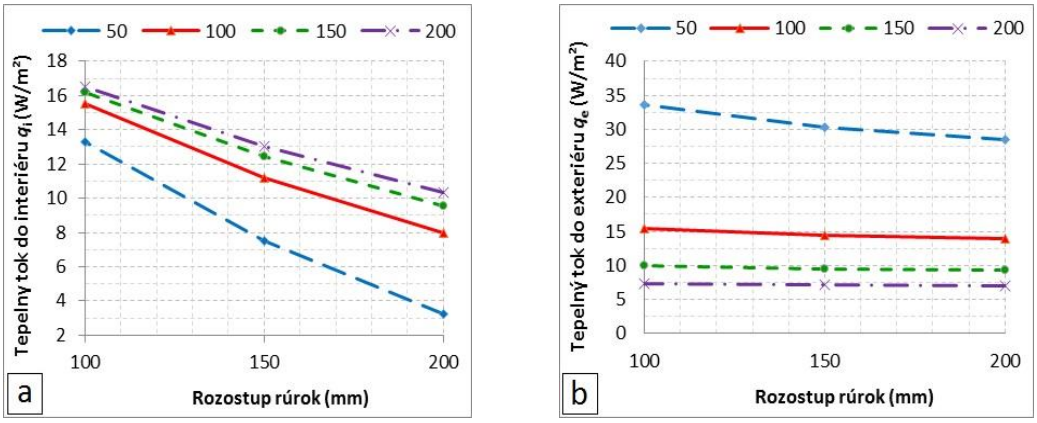
Obr. 4 Percentá využiteľného tepelného toku (q_i) a tepelné straty (q_e) [1].

3.2 Vplyv hrúbky tepelnej izolácie, hrúbky betónu a rozostupu potrubia

Obr. 5 ukazuje podstatný vplyv hrúbky izolácie na tepelný tok do interiéru aj exteriéru pri okrajových podmienkach (θ_e =-11 °C, θ_i = 20 ° c, θ_v = 25 ° c), najmä pre hrúbku izolácie medzi 50 a 100 mm. Na druhej strane, účinok hrúbky betónu, ktorý je zastúpený rôznymi krivkami, je relatívne malý. Účinok rozostupu potrubia na tepelný tok, ako je znázornené na *obr. 6*, je hlavne významný pre najmenšiu hrúbku izolácie. Výsledky zodpovedajú pre konštantnú hrúbku betónu 100 mm s variabilnými hrúbkami tepelnej izolácie, ktoré sú zastúpené v rôznych krivkách [1].



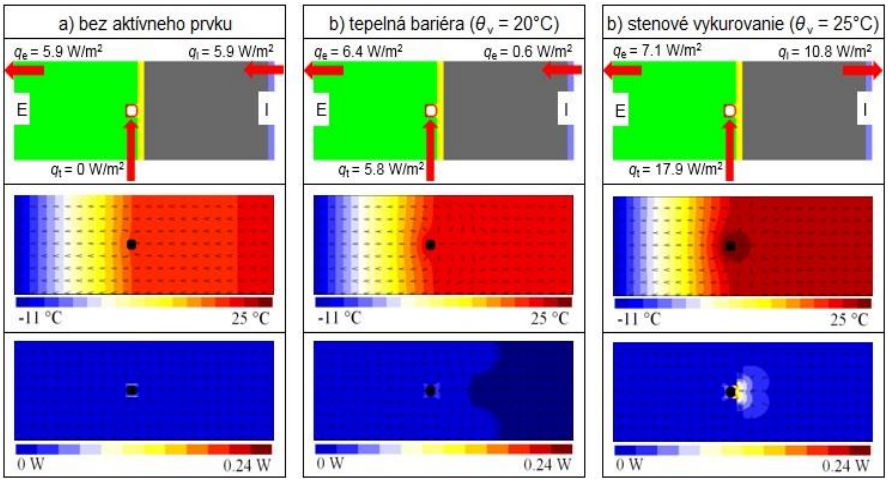
Obr. 5 vplyv hrúbky steny na tepelný tok a) do interiéru, b) do exteriéru [1].



Obr. 6 vplyv rozostupu potrubia na tepelný tok a) do interiéru a b) do exteriéru [1].

3.3 Vykurovanie priestorov verzus tepelná bariéra

Obr. 7 ukazuje, ako sa tepelné straty cez izolovanú stenu (a) znižujú na takmer nulu prostredníctvom aktívnej kontroly prechodu tepla TB (b). Stena pôsobí ako SV zvýšením teploty vody v rúrkach nad teplotu vzduchu v miestnosti (c); v tomto prípade nie sú tepelné straty cez stenu z interiéru; tepelné straty sú len z potrubia. Okrajové podmienky sú stanovené nasledovne: θ_e = -11 °C, θ_i = 20 °C, rozostup rúrok je 150 mm, a hrúbka betónového jadra je 200 mm, tak ako hrúbka izolácie. Povrch potrubia v prípade (a) bez aktívneho prvku sa nepovažuje za adiabatický [1].

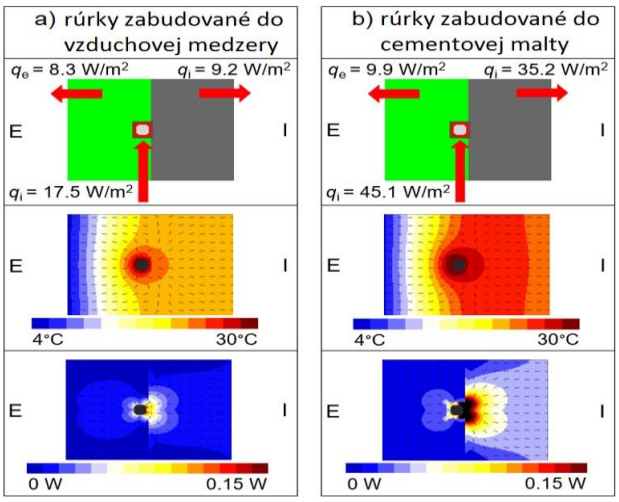


Obr. 7 tepelný tok a distribúcia tepla pre stenu a) bez aktívneho prvku, s b) TB a c) SV [1].

3.4 Rozdiel v tepelnom vedení konštrukciou s rôznym uložením potrubia

Obr. 8 znázorňuje simulovaný tepelný tok a distribúciu tepla. Súčiniteľ prestupu tepla medzi sálavou stenou a okolím sa odhaduje na 25 W/(m^2.K) na oboch stranách steny. Poloha potrubia v izolácii bola zjednodušená tým, že sa predpokladá rovnomerné rozloženie vzduchových medzier okolo potrubia. Užitočný tepelný tok (q_i) je pomerne nízky vďaka vysokému tepelnému odporu 0,12 (m^2.K)/W medzi rúrami a stenou konštrukcie spôsobené vzduchovou medzerou, ktorá vznikla okolo potrubia usporiadaného v kanáloch (*obr. 8a*). Tepelný odpor medzi rúrami a štruktúrou stien by sa mohol znížiť na 0,003 (m^2. K)/W vložením potrubia do tepelne vodivého materiálu, ako je napríklad lepiaca malta (*obr. 8b*), za predpokladu, že tepelná vodivosť je 1,0 W/(m. K) pre železobetón a 0,8 W/(m. K) pre lepiacu maltu [1].

Číselné simulácie pre tú istú stenu s rúrami vloženými do lepiacej malty preukazujú využiteľnú tepelnú kapacitu 24,9 W/m^2 a tepelnú stratu 16,6 W/m^2 pri okrajových podmienkach (θ_e =-11 °C) a súčiniteľ prestupu tepla 8 W/(m^2.K) medzi stenou a miestnosťou a 25 W/(m^2.K) medzi stenou a exteriérom [1].



Obr. 8 - tepelný tok a distribúcia tepla pre sálavú stenu s rúrami vloženými do a) vzduchovej medzery a do b) lepiacej malty. Okrajové podmienky: θ_e = 4,1 °C, θ_i = 20 °C, θ_v = 29,7 °C, h = 25 W/(m^2.K) [1]

4. ZÁVER

Aktívnou kontrolou teploty vody je možné striedať funkciu steny medzi SV a TB v závislosti od skutočných podmienok. Stenový systém má potenciál výrazne znížiť tepelné straty pri použití ako TB a tým znížiť potrebu hrubej izolácie v porovnaní s konvenčnou izoláciou. Vyšetrovaný systém predstavuje alternatívne riešenie pre SV, ktoré možno považovať za zariadenie v existujúcich budovách ako súčasť dodatočnej montáže. V nových budovách je účinnejší a vhodnejší systém s vykurovacím potrubím nachádzajúcim sa v betóne alebo vnútornej omietke. Ukladanie potrubia do vyfrézovaných drážok v tepelnej izolácii, ako je navrhnuté v patente [2], môže znížiť prenos tepla z potrubia do konštrukcie. Na uľahčenie prenosu tepla by potrubie malo byť usporiadané v kanálov a vložené do tepelne vodivého materiálu. Hrúbka izolácie, rozstup potrubia, majú podstatný vplyv na vykurovaciu kapacitu, zatiaľ čo hrúbka betónu výrazný vplyv nemá [1].

Poďakovanie

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantov VEGA 1/0807/17 a VEGA 1/0847/18 a Projektom Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky č. LO1408 "AdMaSUP – Advanced Materials, Structures and Technologies" v rámci programu "National Sustainability Programme I". Tento článok vznikol vďaka podpore v rámci OP Výskum a vývoj pre projekt: Kompetenčné centrum inteligentných technológií pre elektronizáciu a informatizáciu systémov a služieb, ITMS: 26240220072 spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

[1] Šimko, M., Krajčík, M., Šikula, O., Šimko, P., Kalús, D.: *Insulation panels for active control of heat transfer in walls operated as space heating or as a thermal barrier: Numerical simulations and experiments.* In Energy and buildings. Vol. 158, (2018), s. 135-146. ISSN 0378-7788.

[2] Kalús D, Páleš P and Pelachová Ľ. *Self-supporting heat insulating panel for the systems with active regulation of heat transition.* Patent WO/2011/146024, 2011.

[3] Plasek J and Šikula O. *Transient Numerical Simulation of Linear Thermal Transmittance in Software CalA.* Advanced Materials Research 2014; 1041: 277-280.

[4] Šikula O. *Software CalA User Manual (In Czech).* Brno: Tribun, 2011, p.42. Available at: http://www.researchgate.net/publication/47124995_Manul_k_softwaru_CalA_>

[5] Šikula O. *Počítačové modelování tepelně aktivovaných konstrukcí [Computer modelling of thermally active structures].* Habilitation Thesis, VUT Brno, Czech Republic, 2011. Available at: http://hdl.handle.net/11012/61776

[6] Krzaczek M and Kowalczuk Z. *Thermal Barrier as a technique of indirect heating and cooling for residential buildings.* Energy Build. 2011; 43: 823–837.

[7] Xie J, Zhu Q and Xu X. *An active pipe-embedded building envelope for utilizing low-grade energy sources.* J. Cent. South Univ. 2012; 19: 1663−1667.

[8] Krecké ED. *Building wall with fluid ducts as energy barriers.* Patent US 8,677,706 B2, USA, 2014.

[9] Doležel M. *Alternative way of thermal protection by thermal barrier.* Advanced Materials Research 2014; 899: 107-111.

[10] Olesen B.W. *Using building mass to heat and cool.* ASHRAE Journal 2012; February: 44-52.

[11] Karabay H, Arici M and Sandik M. *A numerical investigation of fluid flow and heat transfer inside a room for floor heating and wall heating systems.* Energy Build. 2013; 67: 471-478.

[12] EN ISO 10211:2007. *Thermal bridges in building construction. Heat flows and surface temperatures. Detailed calculations.*

[13] EN ISO 11855-2. *Building environment design - Design, dimensioning, installation and control of embedded radiant heating and cooling systems - Part 2: Determination of the design heating and cooling capacity.*

[14] EN ISO 6946:2007. *Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method.*

[15] Met Office. *Beaufort wind force scale,* (accessed 25 August 2017). http://www.metoffice.gov.uk/guide/weather/marine/beaufort-scale

[16] Szodrai F and Lakatos Á. *Effect of the air motion on the heat transport behaviour of wall structures.* Int. Rev. Appl. Sci. Eng. 2017; 8: 67-73.

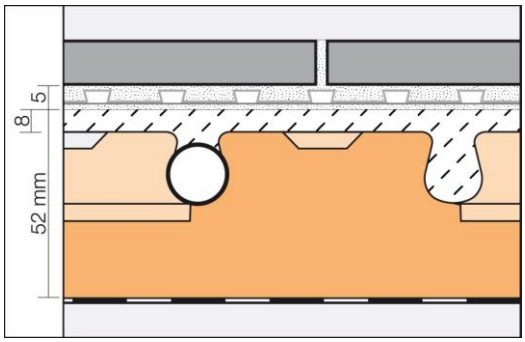
NÍZKOKONŠTRUKČNÉ, FLEXIBILNÉ A ÚSPORNÉ TEPLOVODNÉ VYKUROVANIE PODLAHY so Schlüter®-BEKOTEC...

Mgr. Miroslav Krásny
Odborný poradca Schlüter Systems KG
pre Slovenskú republiku
e-mail: Miroslav_Krasny@schlueter.de

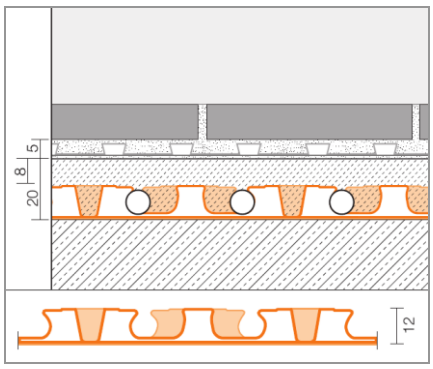
Abstrakt
Príspevok prináša krátky náhľad na progresívne riešenie s nízkokonštrukčnými potermi a ich aplikáciou na teplovodné podlahové kúrenie s flexibilným riadením termostatom v každej miestnosti. Aplikačná prax poukázala na vhodnosť takéhoto riešenia pre všetky spôsoby ohrevu vody pre podlahové vykurovanie ,zvlášť pri využití tepelného čerpadla.

1. ÚVOD

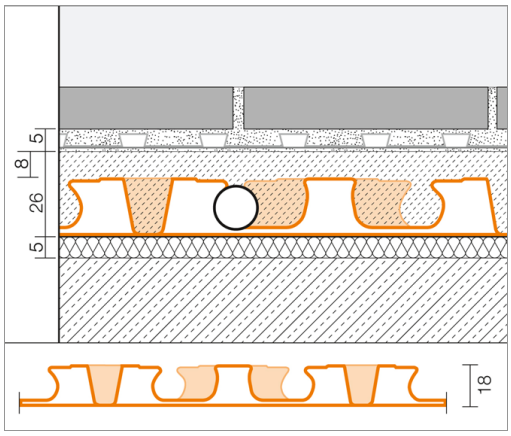
Schlüter®-BEKOTEC systém je založený na polystyrénovej príp. fóliovej poterovej doske s výliskami, Schlüter®-BEKOTEC-EN, EN 12 FK, EN 18 FTS, Schlüter®-BEKOTEC-EN 23F, pre exteriér Schlüter®-BEKOTEC-EN 23FD, ktorá sa položí priamo na nosný podklad príp. bežnú tepelnú alebo kročajovú izoláciu. Z rozmerov systémovej dosky Schlüter®-BEKOTEC... vyplýva minimálna hrúbka vrstvy poteru, ktorá je 31 mm (nad výliskami min.8 mm). Zmršťovanie, vznikajúce počas tvrdnutia poteru, sa neutralizuje v sieti výliskov. Nemôže tak vznikať pnutie. Preto je možné upustiť od dilatačných spár v potere.



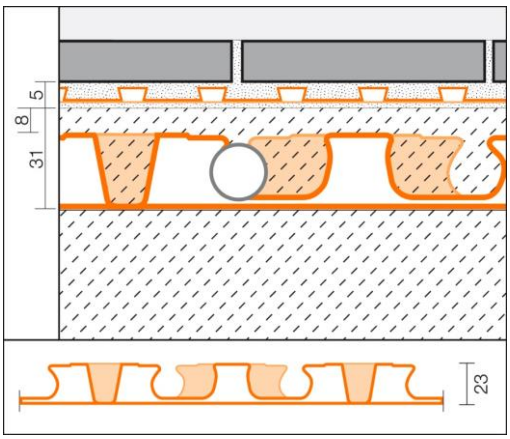
Obr. 1 Schlüter®-BEKOTEC-EN



Obr. 2 Schlüter®-BEKOTEC-EN 12 FK



Obr. 3 Schlüter®-BEKOTEC-EN 18 FTS



Obr. 4 Schlüter®-BEKOTEC-EN 23

Patentovaná konštrukcia podlahy - s nízkou konštrukčnou výškou a inovatívnou technikou robí zo systému technológiu šetriacu zaťaženie stavby a náklady. A to nie je zďaleka všetko - už pri inštalácii poskytuje , vďaka rýchlej a jednoduchej montáži, mnoho výhod.

Pokiaľ je u objektov, v ktorých sa realizuje rekonštrukcia, požadovaná špecificky nízka konštrukčná výška poteru, vystačí **Schlüter®-BEKOTEC...**s príslušnou konštrukčnou výškou.

Súčasti systému:

1. Systémová poterová doska s výliskami Schlüter®-BEKOTEC...
2. Obvodový poterový pásik Schlüter®-BEKOTEC-BRS...
3. Poter : Cementový CT-C25-F4max.F5 alebo síranovápenatý CA-C25-F4max.F5

4. Tenká vrstva flexibilného stavebného lepidla
5. Separácia Schlüter®-DITRA 25 resp. DITRA DRAIN 8
6. Tenká vrstva flexibilného stavebného lepidla
7. Bezúdržbové kútové dilatačné profily Schlüter®-DILEX
8. Dlažba keramická alebo z prírodného kameňa
9. Dekoratívne zakončenie hrán soklov Schlüter®-RONDEC E alebo QUADEC E

2. KRYCIA VRSTVA NAD VÝLISKAMI V ZÁVISLOSTI NA PREVÁDZKOVOM ZAŤAŽENÍ A DRUHU PODLAHOVEJ KRYTINY.

Ak je podlahovou krytinou keramická alebo kamenná dlažba, musí sa na Schlüter®-BEKOTEC poter nalepiť separačná rohož Schlüter®-DITRA 25...

Tab. 1 Krycia vrstva nad výliskami v závislosti na prevádzkovom zaťažení a podlahovej krytine.

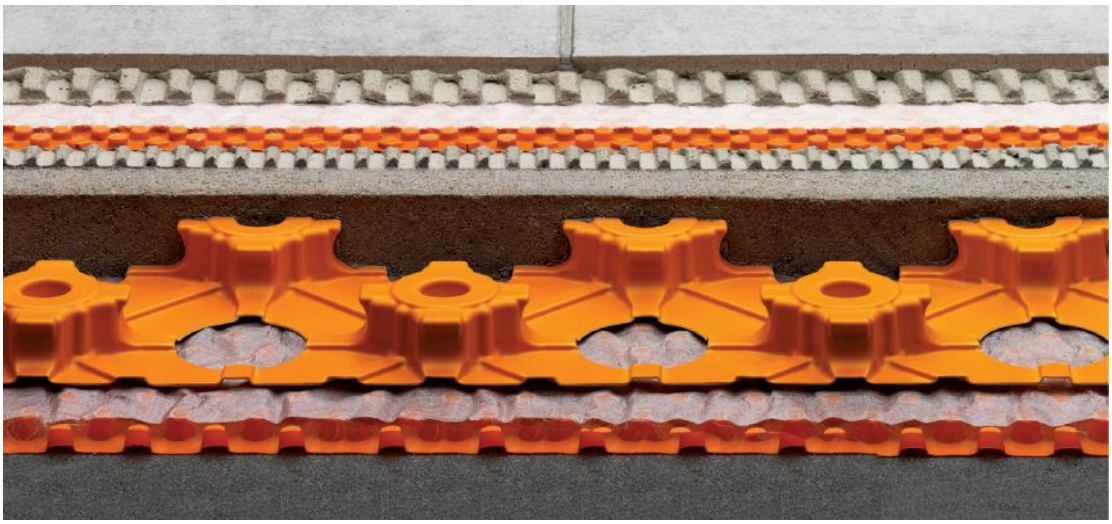
Schlüter®-BEKOTEC..., oblasti použitia s príslušnou krycou vrstvou nad výliskami v závislosti na prevádzkovom zaťažení a druhu podlahovej krytiny			
Podlahová krytina	**Max.prevádzkové zaťaženie DIN 1055**	**Minimálna krycia vrstva z bežných poterov**	**Oblasti použitia**
Keramická dlažba / prírodný kameň	5,0 kN/m2	8 mm	bytové, administratívne, kancelárske, nemocničné, školské, výstavné priestory, autosalóny, obchodné domy, dielne s ľahkou prevádzkou
PVC, linoleum, koberec, korok	2,0 kN/m2	15 mm	bytové, administratívne a kancelárske priestory
Parkety bez spoja na pero a drážku	5,0 kN/m2	15 mm	bytové, administratívne, kancelárske, nemocničné, školské a výstavné priestory, autosalóny, obchodné domy
Parkety so spojom na pero a drážku	5,0 kN/m2	8 mm	bytové, administratívne, kancelárske, nemocničné, školské, výstavné priestory, autosalóny, obchodné domy
Plávajúca podlaha drevená, laminátová	2,0 kN/m2	8 mm	bytové, administratívne a kancelárske priestory

** Kvôli výškovému vyrovnaniu plošných nerovností môže byť hrúbka vrstvy poteru nad výliskami čiastočne zvýšená do max 25 mm, pričom v značnej časti celkovej plochy majú byť dodržané výšky krytia 8/15 mm.*

Používané potery: CT-C25-F4 (ZE 20), CA-C25-F4 (AE 20)
Nesmie byť prekročená hodnota pevnosti v ťahu pri ohybe F5
V spojení s keramickou dlažbou a prírodným kameňom je vždy nutné použiť separačnú fóliu Schlüter®-DITRA 25. Všetky ďalšie uvedené podlahové krytiny sa kladú bez separačnej fólie Schlüter®-DITRA, priamo na BEKOTEC-poter.

3. VYUŽITIE VLASTNOSTÍ NÍZKOKONŠTRUKČNÉHO POTERU V EXTERIÉROCH

Systém Schlüter®-BEKOTEC je bezpečným systémom, ktorý je navrhnutý tak, aby sa vlastné pnutie poteru modulárne neutralizovalo v sieti výliskov. Vznikne tak konštrukcia s minimálnou deformáciou. V poteroch nie sú žiadne dilatačné spáry, ktoré by bolo nutné v dlažbe rešpektovať. Poter zhotovený v systéme Schlüter®-BEKOTEC DRAIN je možné pri použití separačnej rohože Schlüter®-DITRA DRAIN 8..., obkladať dlaždicami z keramiky, prírodného kameňa resp. tzv.gres-porcelanato, bezprostredne po dosiahnutí pevnosti umožňujúcej chôdzu po potere i v exteriéroch. Minimálna hrúbka vrstvy poteru je 31 mm.



Obr. 5 BEKOTEC DRAIN , vhodný pre nízke konštrukcie poteru v exteriéroch

4. ZÁVER

Znížením hrúbky poteru sa ušetrí na hrúbke hmoty poteru a teda aj na zaťaženosti konštrukcie. Výhoda sa prejaví v statických výpočtoch novostavieb alebo pri modernizácii starej zástavby. Konštrukcia podlahy, zhotovená v systéme Schlüter®-BEKOTEC v spojení s podlahovým vykurovaním, v porovnaní s hrúbkou obvykle realizovaných poterov nad podlahovým kúrením, reaguje rýchlejšie na teplotné zmeny, pretože sa zahrieva alebo ochladzuje značne menšie množstvo betónovej hmoty. Podlahové kúrenie je preto možné prevádzkovať v úspornom režime s nízkou prevádzkovou teplotou.

Vlastnosti a charakteristiky poterov s nízkou konštrukčnou výškou systému Schlüter®-BEKOTEC je možné na systémovej doske BEKOTEC DRAIN , úspešne využiť i v exteriéroch. V spojení so systémovým riešením Schlüter® pre balkóny a terasy je tak možné eliminovať mnohé negatívne vplyvy, ktoré sa pri týchto konštrukciách obvykle prejavujú.

Literatúra

Z interných podkladov ktoré sú vo výhradnom vlastníctve spoločnosti Schlüter Systems KG .

PROGRAM „ENERGETICKÁ EFEKTÍVNOSŤ, HOSPODÁRNOSŤ A ÚČINNOSŤ“ na Teplárni SLOVNAFT, a. s.

Ing. Ivan Stranovský, MBA
SLOVNAFT, a.s.
Energie a Výroba Tepla
Vlčie hrdlo 1
824 12 Bratislava
e-mail: ivan.stranovsky@slovnaft.sk

Abstrakt
Obsahom príspevku a prezentácie je prezentovať dôležitosť neustáleho zlepšovania sa a hľadania možností úspor či už v energiách, ľudskej práce čo je možné v konečnom prepočte vyjadriť vo financiách. Príspevok pojednáva o konkrétnych prípadoch už zavedených projektov, ktoré v širokom zábere pokrývajú nielen hlavné ale aj pridružené činnosti energetiky.

1. ÚVOD

Program energetickej efektívnosti hospodárnosti a účinnosti prebieha pod záštitou riaditeľa Energií a Výroby Tepla, kedy sú všetci zamestnanci útvaru vyzývaní a motivovaní k nahlasovaniu nápadov s možnosťami úspor, zvýšenia efektívnosti prevádzkovania a rozumného hospodárenia nielen s energiami ale aj odpadmi. V programe sú zahrnuté, okrem zamestnaneckých návrhov aj opatrenia z Energetického auditu.
Projekty zaradené do programu:

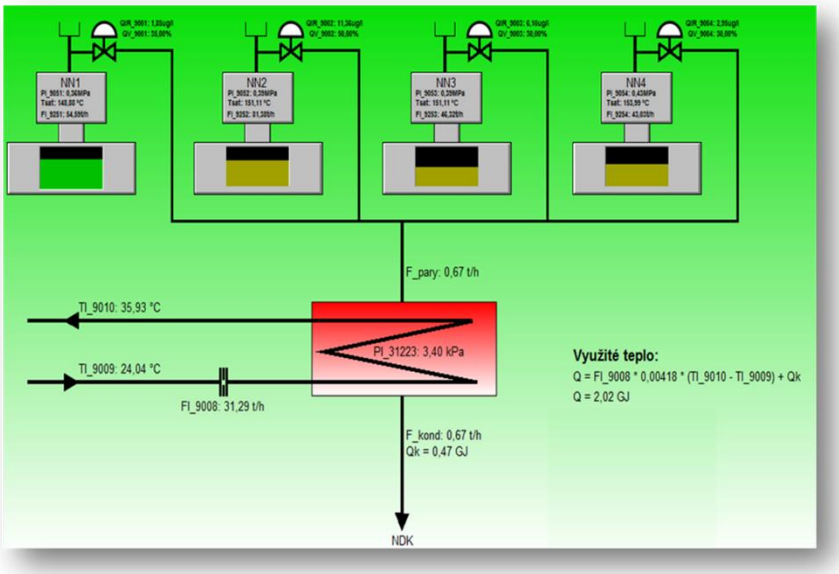
- Úspora tepla na ohrev napájacej vody pri využití tepla z odplynenia NN na Teplárni
- Výmena energeticky neefektívnych osvetľovacích telies
- Virtuálna tvorba modernizovaného teplárenského bloku pozostávajúceho z K4, K5 aTG4
- Zvýšenie výnosov zo zhodnocovania odpadov s obsahom ťažkých kovov

Kategorizovanie jednotlivých kotlov a turbín podľa ich merných nákladov (účinností).

1.1 Úspora tepla na ohrev napájacej vody pri využití tepla z odplynenia NN na Teplárni

V rámci návrhov od zamestnancov Teplárne bol v roku 2015 zrealizovaný projekt na zvýšenie efektívnosti ohrevu napájacej vody pre kotle. Návrh spočíval vo využití tepla brídových pár, ktoré v tom čase odchádzali do atmosféry spolu s plynmi nachádzajúcimi sa v napájacej vode. Využitím jestvujúceho kondenzátora upchávkovej pary z neprevádzkovaného turbogenerátora a návrhom systému regulácie je toto teplo od roku 2016 využívané. Ročne

sa jedná na Teplárni o množstvo približne 25 000 GJ čo prináša úsporu na úrovni cca 150 tis.€ ročne.

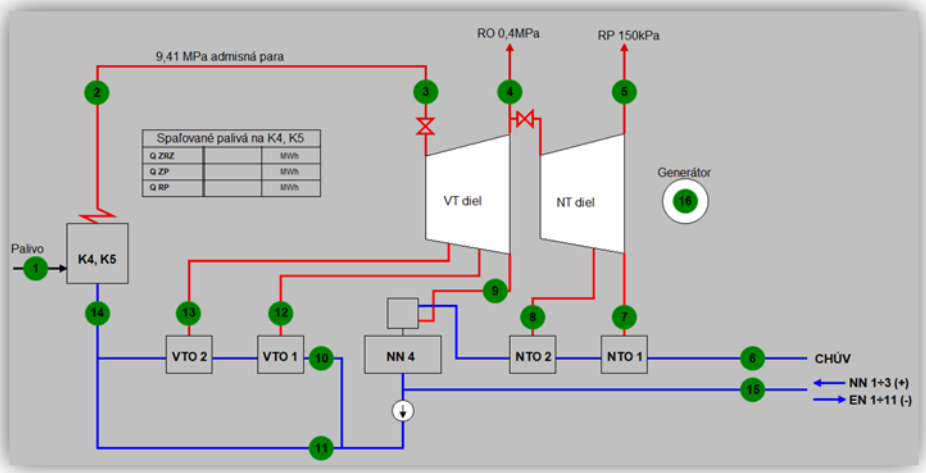


1.2 Výmena energeticky neefektívnych osvetľovacích telies

Príchodom energeticky efektívnych osvetľovacích telies na báze LED a ich cenovou dostupnosťou sú neustále navrhované a postupne aj realizované výmeny zastaraných osvetľovacích telies. Začali sme postupne v priestoroch s dĺžkou potreby na umelé osvetlenie viac ako 10 hodín denne. V roku 2017 sme pristúpili k výmene osvetlenia v priestoroch v ktorých pracujú zmenoví pracovníci Teplárne. Tu sme pristúpili k osadeniu LED osvetľovacích trubíc ako náhrada do stávajúcich osvetľovacích telies. V tomto prípade nebola dosiahnutá signifikantná úspora prevádzkových nákladov, ale už sa nám prejavuje aj úspora na potrebe výmeny klasických osvetľovacích trubíc (po 10 000 hod). V roku 2018 sme v rámci investičných projektoch realizovaných na Teplárni realizovali výmenu osvetľovacích telies v hale strojovne na Teplárni. Projekt zahŕňal kompletnú výmenu osvetľovacích telies rozvodov a rozvádzača. Touto investíciou sme markantne znížili príkon osvetľovacej sústavy (66,5%) čo predstavuje ročnú úsporu na elektrine v objeme viac ako 20 tis.€ a pri započítaní alikvotnej časti nákladov na výmenu osvetľovacích telies sme dosiahli úsporu približne 24 tis.€. Prostá návratnosť investície je vypočítaná na 3,3 roka pri plánovanej životnosti viac ako 11 rokov.

1.3 Virtuálna tvorba modernizovaného teplárenského bloku pozostávajúceho z K4, K5 aTG4

Na prvý pohľad sa jedná iba o získavanie podpory v zmysle zákona 309/2009 v znení neskorších predpisov. Avšak dôslednou prácou operátorov, zlepšením plánovania odstávok hlavných výrobných zariadení a zvýšením dôrazu na efektívne prevádzkovanie tohto virtuálneho bloku sa nám podarilo zvýšiť hodnotu doplatku za prevádzkovanie a výrobu elektriny a tepla vysokoúčinnou kombinovanou metódou o viac ako 100% oproti roku 2016. Z tohto dôvodu je naozaj veľmi dôležité aby boli takéto možnosti neustále komunikované v rámci spoločnosti a všetci zamestnanci videli svoj diel práce na dosiahnutí výsledku.



1.4 Zvýšenie výnosov zo zhodnocovania odpadov s obsahom ťažkých kovov

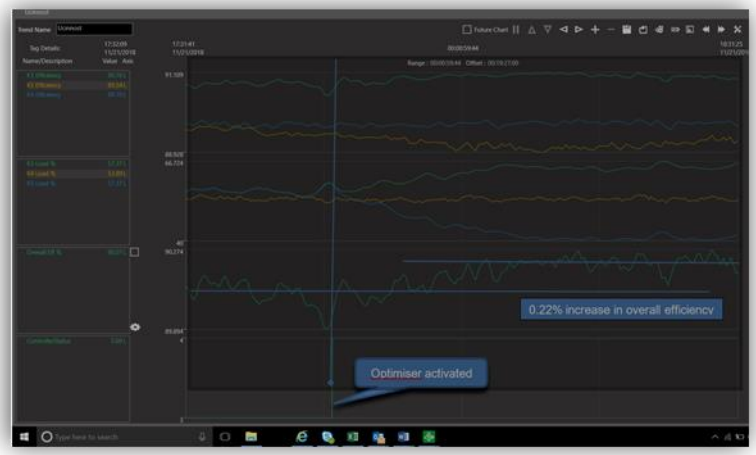
Pri prevádzkovaní Teplárne sme sa dlhé roky popolček zachytený elektrostatickými odlučovačmi, poprípade odpady s čistenia kotlov umiestňovali na skládku nebezpečných odpadov. Tento postup bol finančne veľmi náročný a jeho náročnosť sa dobou, ktorá kladie zvýšený dôraz na životné prostredie, neustále zvyšovala. Pri skúmaní možností využitia bola v roku 2013 objavená možnosť prepracovania tohto odpadu a vyťaženia ťažkých kovov, ktoré sa v tomto odpade nachádzajú. Bola nadviazaná spolupráca s nemeckou firmou, ktorá spracováva takéto odpady. Celý proces iniciovali zamestnanci Teplárne vďaka kontaktu na nemeckú firmu Nickelhütte, ktorá ponúkala svoje služby pre Rafinériu. Ročný výnos z prepracovania tohto odpadu sme dosahovali na úrovni cca 50. tis. €. Dopyt po ťažkých kovoch však v minulom roku zaznamenal prudký nárast čo sa prejavilo aj na burzových cenách týchto kovov. V roku 2018 sme dosiahli výnosy zo zhodnotenia týchto odpadov na úrovni viac ako 350 tis.€. Tento projekt je tak isto dlhodobo závislí na svedomitej práci pracovníkov Teplárne z dôvodu, že sa jedná o medzinárodnú prepravu nebezpečného odpadu a teda je potrebné venovať vysokú pozornosť pri balení, označovaní a nakladaní tohto odpadu.

1.5 Kategorizovanie jednotlivých kotlov a turbín podľa ich merných nákladov (účinností)

Na Teplárni zabezpečuje výrobu tepla 5 vysokotlakových parných kotlov. Tým že sa nejedná o rovnaký typ kotla z hľadiska parného výkonu, usporiadania teplovýmenných plôch a horákov je každý kotol v podstate iný. Pre zabezpečenie čo najoptimálnejšieho rozdelenia

parného výkonu medzi jednotlivými kotlami s maximálnym dôrazom na bezpečnosť dodávky tepla a účinnosť sme v roku 2018 zrealizovali investičný projekt inštalácie nadstavbového kontrolera pre riadenie optimálneho chodu kotlov (Schneider Electric, SimSci APC). Jeho hlavnou úlohou je v skratke vyhodnocovanie aktuálnej účinnosti prevádzkovaného kotla a na základe implementovaného výpočtového modelu predikcia jej vývoja vzhľadom na zmenu výkonu. V prípade požiadavky na zmenu výkonu kotla preberá najväčšiu časť zmeny výkonu ten kotol, ktorý bude mať po vykonaní tejto zmeny najvyššiu, respektíve najnižšiu zmenu v účinnosti. Tým je zabezpečovaná neustále maximálne možná hodnota spoločnej účinnosti všetkých prevádzkovaných kotlov.

Pri prevádzkovaní turbín je kladený tiež veľký dôraz na efektivitu výroby tepla a elektriny. Je maximalizovaná odberová výroba elektriny na turbínach s dôrazom na vysoko účinnú kombinovanú výrobu elektriny a tepla (VÚKVET).



2. ZÁVER

Program energetickej efektívnosti, účinnosti a hospodárnosti na Teplárni obsahuje ešte aj ďalšie väčšie či menšie projekty a je neustále otvorený novým príležitostiam na zlepšenie. Od jeho spustenia priniesol finančné úspory v hodnote viac ako 2 mil. € a určite sa podieľa v nemalej miere aj na zlepšení ochrany životného prostredia, tým že sa neustále pracuje na zvýšení efektívnosti procesov, čo má za následok nižšiu potrebu primárnych energií na využiteľné energie. Tak isto v oblasti technologických nebezpečných odpadov smerujeme k tzv „ZERO WASTE“. Je to náš plán a záväzok pre tento rok.

ENERGETICKÉ ASPEKTY SÁLAVÉHO CHLADENIA A PROBLÉMOV S VYSUŠOVANÍM VZDUCHU V ADMINISTRÍVNEJ BUDOVE

Ing. Matej Kubica
ATRIOS Projektmanagement s.r.o.
Vajnorská 100/A
831 04 Bratislava
e-mail: matej.kubica@atrios.sk

doc. Ing. Daniel Kalús, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra technických zariadení budov
Radlinského 11
810 05 Bratislava
e-mail: daniel.kalus@stuba.sk

Abstrakt
Inštalácia sálavého chladenia v budovách je úzko spojená s tepelnoizolačnou schránkou budovy a tepelno-vlhkostnou mikroklímou vnútorného prostredia. Pri výpočtoch v návrhu sálavého chladenia sú kľúčové tepelné zisky budovy a prevádzková relatívna vlhkosť. Zvýšením merného výkonu sálavého chladenia nad odporúčané hodnoty sa značne zvýši spotreba elektrickej energie na odvlhčovanie privádzaného vzduchu. Odvhlčenie vzduchu na hranicu odporúčaných hodnôt má za následok zníženie kvality tepelno-vlhkostnej mikroklímy na pracovisku. V príspevku bude predstavený príklad ako zistiť nesprávny návrh a predísť chybám pri aplikácii sálavého chladenia.

1. ÚVOD

Zabezpečenie zdravej mikroklímy je v záujme každého prevádzkovateľa administratívnych budov. Vizitka zdravej mikroklímy zvyšuje nájomnú hodnotu priestorov a pracovnú efektivitu ľudí, ktorí v priestore pracujú. Sálavé chladenie alebo chladenie priestoru bezkondenzačnou technológiou je považované za najzdravšie z viacerých hľadísk. Na výmenníkových plochách a filtroch nevzniká vlhké prostredie priaznivé pre tvorbu a šírenie plesní. Odpadá povinnosť umiestňovať do pracovného priestoru filtre a s tým odpadá aj ich povinná výmena. V prostredí sa nešíri zápach zo zanedbaných filtrov. Nízky teplotný spád pri sálavom chladení zaručuje postupný kontinuálny odvod tepla z produkcie vnútorných a vonkajších tepelných ziskov. Avšak pri návrhu sálavého chladenia musíme obetovať veľké plochy. Pri užívaní musia byť tieto plochy voľné a odkryté, aby sa teplo mohlo efektívne odviesť. V prípade, že dostatok voľných plôch je nedostatočný je možné upravovať merný výkon chladenia na úkor vlhkosť privádzaného vzduchu. Úprava vlhkosti má však skryté dopady na energetickú a pracovnú efektívnosť.

2. VLHKOSTNÁ ZLOŽKA MIKROKLÍMY

Optimálne podmienky vnútorného prostredia rieši a kategorizuje norma STN EN 15 251- vstupné údaje o vnútornom prostredí budov na navrhovanie a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov - kvalita vzduchu, tepelný stav prostredia, osvetlenie a akustika. Norma rozdeľuje priestory na štyri kategórie, kde prvá je najpriaznivejšia. Posudzovanou hodnotou je relatívna vlhkosť (RH), ktorá sa udáva nasýtením vzduchu vodnou parou v percentách (%). Relatívna vlhkosť v obytných budovách sa považuje za prijateľnú od 30 do 60%[3].

Tab. 1 Príklad odporúčaných návrhových kritérií pre vlhkosť v obsadených priestoroch, pri zvlhčovaní alebo pri odvlhčovaní

Typ budovy / priestoru/vysvetlenie	Kategórie	Relatívna vlhkosť pre odvlhčovanie (%)	Relatívna vlhkosť pre zvlhčovanie (%)
Vysoká miera očakávania. Odporúča sa pre priestory, kde sú veľmi citlivé osoby so špeciálnymi požiadavkami, ako sú zdravotne postihnuté, choré, veľmi malé deti a staršie osoby.	I	50	30
Normálna úroveň očakávania. Mala by sa použiť na nové budovy a renovácie.	II	60	25
Prijateľná úroveň očakávania. Môže byť použitá pre existujúce budovy.	III	70	20
Hodnoty mimo kritérií pre vyššie uvedené kategórie. Táto kategória by mala byť iba prijatá na obmedzenú časť roka	IV	>70	<20

Dlhodobé pôsobenie nízkej relatívnej vlhkosti na ľudský organizmus je nepriaznivé. Sliznice ľudí trpia nadmerným vysychaním. Ľudia majú problémy s dýchaním a zasiahnuté sú aj oči. Takto ohrozený zamestnanec je neustále rozptyľovaný, čím sa znižuje efektivita jeho pracovná efektivita[4].

3. ŠTYRI ZÁSADY PRI NÁVRHU SÁLAVÉHO CHLADENIA

Podrobnému návrhu sálavého chladenia sa venuje norma STN EN 1264 a široká odborná literatúra . Postup návrhu podľa technickej normy je spracovaný v softvéroch a je zohľadňovaný pri určovaní merného výkonu výrobcami. Napriek tomu sa treba pri návrhu špecifických prípadov držať nasledovných zásad.

3.1 Kvalitná tepelnoizolačná obálka budovy

Prvou hlavnou zásadou je kvalitná tepelnoizolačná obálka budovy. Pri nových budovách je táto zásada splnená povinnými dodržiavaním odporúčaných hodnôt pre súčinitele prechodu tepla stavebných konštrukcii. Pri výmene koncových prvkov technológie chladenia z indukčných jednotiek za sálavé chladenia nevzniká povinnosť obnoviť tepelnoizolačnú obálku stavby a vzniká problém s umiestnením sálavých plôch v priestore. V slabo tepelne

izolovaných budovách dostavaných pred rokom 2012, tak vznikne pri návrhu sálavého chladenia nadmerné množstvo aktívnych plôch[2].

3.2 Umiestnenie chladiacich plôch na úkor variability priestoru

Druhou zásadou je správne umiestnenie a nájdenie aktívnych plôch. Medzi aktivované plochy môžeme počítať stropy, steny a podlahy. Pre zachovanie variability a využitia pracovného priestoru v administratívnych budovách odpadá možnosť využiť väčšinu stien a podláh. Na aktívne plochy zostávajú voľné stropy. Pri nedodržaní prvej zásady plocha stropov nepostačuje na navrhnuté chladiace plochy. Je potrebné znížiť variabilitu priestoru a nájsť chladiace plochy na stenách.

3.3 Dodržanie teplotného spádu

Návrh s obmedzený množstvom plôch dovoľuje poslednú možnosť a to je upravenie teplotného spádu chladiacej tekutiny. Upravením spádu sa zvýši merný výkon chladiacej plochy, čo ma za následok zvýšenie celkového výkonu chladenie. Zmena teplotného spádu pri chladení spôsobí častejšie dosiahnutie kritickej relatívnej vlhkosti. Kritickým bodom je stav, kedy vzduch pri chladiacej ploche dosiahne 90 percentnú relatívnu vlhkosť rosného bodu. Dosiahnutie kritickej vlhkosti spúšťa opatrenie, ktoré zatvorí prívod chladiacej vody a odstavenie chladenia v danej zóne. Pri častom odpojení sálavé chladenie nie je schopné kontinuálne chladiť priestor, priestor sa prehrieva a vzniká paradox, kde je v systéme merania a regulácie požiadavka na chladenie ale systém chladenia nefunguje. Treťou zásadou je dodržanie odporúčaného teplotného spádu chladenia stanoveného výrobcom. Výrobca garantuje merný výkon a funkčnosť koncového prvku.

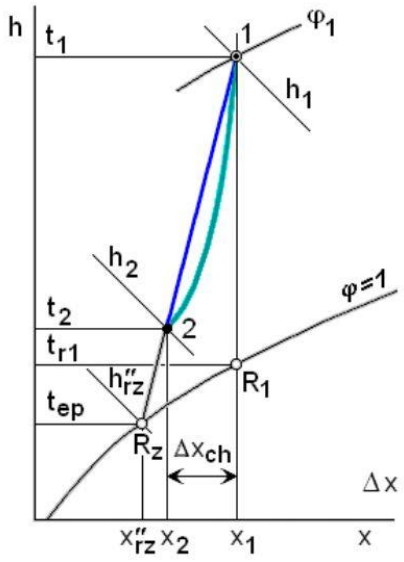
3.4 Dodržanie relatívnej vlhkosti vzduchu

Výrobca garantuje merný výkon a funkčnosť koncového prvku. Merný výkon je počítaný, tak aby fungoval pri optimálnej relatívnej vlhkosti vzduchu. Optimálna relatívna vlhkosť vzduchu je 30-50%. Aby sa predišlo častému odpájaniu chladenia v chladiacich zónach pri nedodržaní teplotného spádu garantovaného výrobcom, upravuje sa relatívna vlhkosť privádzaného vzduchu. Úprava relatívnej vlhkosti privádzaného vzduchu je finančne nákladná a pôsobí negatívne na energetický manažment. Dlhodobou zmenou relatívnej vlhkosti privádzaného vzduchu na 30% má negatívny vplyv na zamestnancov. Zamestnanci pociťujú stupňované problémy s dýchaním a videním. Štvrtou zásadou je dodržiavanie relatívnej vlhkosti privádzaného vzduchu nad hranicou 35% v pobytovej zóne. Sálavé chladenie má priestor na dochladenie priestoru o 1,5°C a neprekonanie hranice relatívnej vlhkosti pod odporúčanú hodnotu.

4. ZVYŠOVANIE REŽIJNÝCH NÁKLADOV

Pri nedodržaní zásad v návrhu sálavého chladenia vyžaduje nová technológia odvlhčovanie privádzaného vzduchu. Odvlhčovanie vzduchu je možné vykonávať rôznymy spôsobmi. Najčastejším riešením je doplnenie výkonu k existujúcemu odvhlčovaniu. Pri vzduchotechnických starších vzduchotechnických jednotkách je spôsob úpravy odvhlčenia vzduchu kondenzačným spôsobom. Pracujú na princípe kondezácie vodnej pary po ochladení. Potreba vyššieho výkonu výkonu chladiča vyžaduje doplnenie chladiaceho výkonu vzduchotechnickej jednotky na takéto odvlhčenie, čo má za následok navýšenie

investičných nákladov. Upravovanie vzduchu prechladením vzdušniny je pritom jedným z najdrahších spôsobov odvlhčovania upravovaného vzduchu[1].



Obr. 1 Kondenzačné odvlhčovanie vzduchu znázornené v h-x diagrame

5. ZÁVER

Sálavé chladenie je zdravým a elegantným riešením pre nové administratívne budovy s kvalitnou tepelnoizolačnou obálkou. Pri rekonštrukciách s výmenou indukčného chladenia za chladenie prostredníctvom veľkých sálavých plôch, je nutné dodržiavať limity tejto technológie a pristupovať k rekonštrukcii komplexne a nie iba čiastočne. Pre prirovnanie, je to ako inštalácia mercedesového motora do trabantu. Správne navrhnutie s dodržaním zásad predchádza nezmyselnému zvyšovaniu investičných nákladov na nesprávnych častiach budovy a zníženiu prevádzkových nákladov ako aj skvalitnenie vnútorného prostredia budovy.

Literatúra

[1] SZÉKYOVÁ, M.; FERSTL, K.; NOVÝ R. Větráni a klimatizace. Bratislava : Jaga, 2006. 150-290s. ISBN 80-8076-037-3

[2] *OLESEN B., PETRÁŠ D., BABIAK J.: Low temperature heating and hight temperature cooling: Rehva guidebook No. 7 Forssan: Rehva 2007, ISBN 29600468-6-2*

[3] PETRÁŠ, D. Technika tvorby a ochrany vnútorného prostredia budov a jeho hodnotenie. In HORVÁT, M. *TOP 2012. Technika ochrany prostredia : Medzinárodná konferencia. Zborník prednášok. Častá - Papiernička, SR, 26.-28.6.2012.* Bratislava: STU v Bratislave, 2012, s. 100-140. ISBN 978-80-227-3723-4

[4] STN EN 15 251 - Vstupné parametre vnútorného prostredia na návrh a hodnotenie energetickej hospodárnosti budov zamerané na kvalitu vnútorného vzduchu, tepelné prostredie, osvetlenie a hluk

ENERGY CONSUMPTION AND LABELLING OF THE SMART BUILDINGS

Zoltan Magyar, PhD. dr. habil.
Faculty of Architecture
Department of Building Energetics and Service
Budapest University of Technology and Economics
Műegyetem rkp. 3.
H-1111 Budapest, Hungary
e-mail: magyar@egt.bme.hu

Abstrakt
The paper demonstrates the different definitions of smart buildings. The available labelling systems were studied that how they include the rating of smart buildings. The investigation covers inter alia LEED, BREEAM and WELL labelling systems. A new assessment method the Smart Readiness Indicator (SRI) is also shown in the paper.
Key words: smart building; smart readiness indicator; labelling; revised EPBD.

1. DEFINITION OF SMART BUILDING

Intelligent Buildings have been researched and developed over the last three decades, but in more recent literature, roadmaps and industrial reports the term “smart” has started to be quoted more regularly. This seems to be the case in all aspects of the built environment sector; smart sensors, smart materials and smart meters within buildings are seen to be the latest, most advanced technologies in our efforts to develop high-performing buildings. [1] The revised Energy Performance of Buildings Directive (EPBD) was published in the Official Journal of the European Union in 19 June 2018, and entered into force 20 days after publication. The transition period for the Member States to implement the revised EPBD is 20 months. Two of the main objectives of the revised EPBD are: to encourage the use of information and communication technology (ICT) and smart technologies to ensure buildings operate efficiently; to introduce a “smart readiness indicator” which will measure the buildings’ capacity to use new technologies and electronic systems to adapt to the needs of the consumer, optimise its operation and interact with the grid. According to the revised EPBD the Commission shall adopt a delegated act by establishing an optional common Union scheme for rating the smart readiness of buildings by 31 December 2019. [2] This optional common Union scheme for rating the smart readiness of buildings shall establish the definition of the smart readiness indicator and establish a methodology by which it is to be calculated. In Annex IA of the revised EPBD a common general framework for rating the smart readiness

of buildings is shown. The SRI methodology shall take into account features such as smart meters, building automation and control systems, self-regulating devices for the regulation of indoor air temperature, built-in home appliances, recharging points for electric vehicles, energy storage and detailed functionalities and the interoperability of those features, as well as benefits for the indoor climate condition, energy efficiency, performance levels and enabled flexibility. The SRI methodology shall rely on three key functionalities relating to the building and its technical building systems:

- the ability to maintain energy performance and operation of the building through the adaptation of energy consumption for example through use of energy from renewable sources;
- the ability to adapt its operation mode in response to the needs of the occupant while paying due attention to the availability of user-friendliness, maintaining healthy indoor climate conditions and the ability to report on energy use; and
- the flexibility of a building's overall electricity demand, including its ability to enable participation in active and passive as well as implicit and explicit demand response, in relation to the grid, for example through flexibility and load shifting capacities [2].

The upcoming act will establish the definition of smart building. Currently, the definition of smart building can be determined only indirectly from the revised EPBD, which is the following from this paper's author point of view: Smart building is such a building, which adapt the operation to the needs of the occupants (e.g. control of HVAC and lighting systems), and to the grid (e.g. demand response, smart meter), and use information and communication technologies and electronic systems (e.g. building management system accessible via the internet).

Building management system may cover the following areas and functions:

- Optimized control of heating, cooling and ventilation systems
- Operation of shutters in accordance with heating and cooling systems
- Control of the lighting system
- Control of electric network in the buildings (e.g. controlled sockets)
- Monitoring energy consumption and production
- Monitoring IAQ parameters (temperature, humidity, TVOC, etc.)
- Smart meter and demand response for public utility signal by load shedding or shifting
- Monitoring water consumption
- Water leak indication
- Control of automatic irrigation system
- Security system (e.g. intrusion detection system, fire protection system)
- Convenient functions (e.g. sound system, voice control, switching with movements)
- Communication functions (e.g. WIFI, network devices)
- Remote control

Other definitions for smart building and smart building technology can be found in the literature and in publications. In 2015, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) published a handbook, which title is "Smart Building Systems". Referring to this handbook the smart building has building components that exhibit characteristics analogous to human intelligence. These characteristics include drawing conclusions from data or analyses of data rather than simply generating more data, interpreting information or data to reach new conclusions, and making decisions and/or taking action autonomously without being explicitly instructed or programmed to take the specific action.

2. LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) is launched in 2000, and it is a widely used green building rating system. LEED is available for different building types, community and home project types. LEED is developed by the U.S. Green Building Council (USGBC), therefore the certification is based on American standards and related requirements, but alternative (e.g. European) standards can also be used to promote compliance. The LEED Green Building Assessment System classifies different requirements into five environmental categories. There are mandatory parts of the certification, which are required and there is no point for fulfilling them and there are voluntary parts with a total of 110 points available. The levels of certification are certified (40-49 points), silver (50-59 points), gold (60-79 points) and platinum (80+) certification levels.

2.1 Smart grid approach

LEED certification is not available especially for smart buildings, however LEED v4 – the newest version of LEED – includes the smart grid approach, that rewards projects for participating in demand response (DR) programs. Although project gains only 2 or 3 points for participating in demand response programs, it is a good initiative, which supports creating buildings able to interact with the grid, which is an important capability of smart buildings. LEED v4 new requirement is to design building and equipment for participation in demand response programs through load shedding or shifting. If DR program is available, the project has to participate in and the system has to be designed with the capability for real-time, fully- or semi-automated DR based on external initiation by a DR Program Provider. If demand response program is not available, the project has to provide infrastructure to take advantage of future demand response programs or dynamic, real-time pricing programs. Project has to install interval recording meters with communications and ability for the building automation system to accept an external price or control signal. Project also has to develop a comprehensive plan for shedding at least 10% of building estimated peak electricity demand. Only for existing buildings there is another case for fulfil the LEED demand response requirement, which is permanent load shifting. It means installing a system which permanently transfers electricity demand from peak hours to off-peak hours as defined by the local utility provider. [3]

2.2 Certification sub-categories regarding smart buildings

In the LEED certification process there are a number of other sub-categories, which are in relation with smart buildings. From these requirements the learning controls for thermal comfort (1 point in the LEED certification) and the advanced energy metering (1 point for new buildings, 2 points for existing buildings) can be highlighted.

Learning control for thermal comfort means an automated and learning heating and cooling system, which applies usage and control data to optimize thermal comfort for the users and have the capacity to control heating and cooling at the zone level. The learning heating and cooling control has to provide usage feedback about the actual thermal comfort trends in the workspace or residence. Feedback may be real time or through regular reporting mechanisms, but must be communicated at least on a monthly basis.

The intent of the advanced energy metering is to support energy management and identify opportunities for additional energy savings by tracking building-level and system-level energy use. Beside the whole-building energy meters additional meters have to be installed for any

individual energy end uses that represent 10% or more of the total annual consumption of the building. The advanced energy metering must have the following characteristics:

- Meters must be permanently installed, record at intervals of one hour or less, and transmit data to a remote location.
- Electricity meters must record both consumption and demand. Whole-building electricity meters should record the power factor, if appropriate.
- The data collection system must use a local area network, building automation system, wireless network, or comparable communication infrastructure.
- The system must be capable of storing all meter data for at least 36 months.
- The data must be remotely accessible.
- All meters in the system must be capable of reporting hourly, daily, monthly, and annual energy use.

The existing buildings have historical energy consumption data, therefore the following additional requirements regarding the performance have to be also completed:

- Program the facility's energy management system to set an alarm whenever the energy consumption and peak demand rise above the anticipated amount by more than 5%. The anticipated consumption and peak should be determined by analyzing historical facility performance and weather and operating conditions and should be set on at least monthly, preferably daily.
- Demand measurements must be taken in time increments no longer than the increments used for utility billing or in one-hour increments, whichever is less time.
- On at least a monthly basis, report the facility's utility peak demand and total consumption and compare it with the data for the previous month and the same month from the previous year. [3]

3. BREEAM

BREEAM is an international scheme that provides certification of the sustainability performance of individual buildings, communities and infrastructure projects. BREEAM measures the sustainable value in 10 categories, such as energy, health and wellbeing, water, etc. Each category is sub-divided into a range of assessment issues, each with its own aim, target and benchmarks. When a target or benchmark is reached, as determined by the BREEAM assessor, the development or the asset scores the given points.

3.1 Certification sub-categories regarding smart buildings

Similar to LEED there is not available certification process especially for smart buildings, however the strict requirements of energy monitoring and CO_2 monitoring can be related to smart buildings.

Concerning the energy consumption monitoring for new construction of non-residential buildings the aim is to encourage the installation of energy sub-metering that facilitates the monitoring of operational energy consumption. One credit can be gained for sub-metering of major energy-consuming systems. The following is requirement to demonstrate compliance [4]:

- Energy metering systems are installed that enable at least 90% of the estimated annual energy consumption of each fuel to be assigned to the various end-use categories of energy-consuming systems. (Where a given end-use account for less than 10% of the total annual energy consumption for a given fuel-type, it is not necessary for this end-use to be sub-metered.)
- The energy-consuming systems in buildings with a gross internal area greater than 1000 m^2 are metered using an appropriate energy monitoring and management system.
- The systems in smaller buildings are metered either with an energy monitoring and management system or with separate accessible energy sub-meters with pulsed or other open protocol communication outputs, to enable future connection to an energy monitoring and management system.
- The end energy-consuming uses are identifiable to the building users, for example through labelling or data outputs.

One credit can be gained for sub-metering of high energy load and tenancy areas, which means sub-metering per tenant units, or in single occupancy buildings sub-metering per floor, or in high-rise buildings sub-metering each of the risers on each floor.

For residential buildings the aim is to recognise and encourage monitoring of energy consumption through the use of energy display devices. One credit is gained if the current electricity or primary fuel consumption data are displayed to occupants through a compliant energy display device, and two credits are gained if both of them are displayed. The compliant energy displays at least the following [4]:

- Local time
- Current (real time) energy consumption (kilowatts and kilowatt hours)
- Current (real time) estimated emissions (g/kg CO_2)
- Current (real time) tariff
- Current (real time) cost (per hour)
- Visual presentation of data (i.e. non-numeric) to allow consumers to easily identify high and low levels of usage
- Historical consumption data so that consumers can compare their current and previous usage in a meaningful way. This should include cumulative consumption data in all of the following forms: day, week or month billing period. The data must be stored internally for a minimum of two years or be connected to a separate device with automatic upload from the energy display device.

In the IAQ category the project gains one point for demand-controlled ventilation:

- In mechanically ventilated buildings or spaces: sensors are linked to the mechanical ventilation system and provide demand-controlled ventilation to the space.
- In naturally ventilated buildings or spaces: sensors either have the ability to alert the building owner or manager when CO_2 levels exceed the recommended set point, or are linked to controls with the ability to adjust the quantity of fresh air, i.e. automatic opening windows or roof vents.

4. WELL

The WELL Building Standard (WELL) is from the United States and is one of the latest international certification systems, as it was launched in 2014. WELL differs from LEED and BREEAM certification systems, because the emphasis is placed on the design and evaluation of healthy and liveable interiors. WELL certification measures the design and operation of healthy indoor spaces for commercial buildings, for commercial kitchen places and for dwellings. In the certification process 100 points can be gained, plus 10 innovation points. The levels of certification are silver (50-59 points), gold (60-79 points) and platinum (80+ points) certification levels.

4.1 Certification sub-categories regarding smart buildings

WELL focuses on well-being and healthy design and operations, therefore there is not available certification process especially for smart buildings, however two requirements – thermal comfort monitoring; air quality monitoring and awareness – refer to smart buildings' features.

Concerning thermal comfort monitoring, it requires projects to monitor thermal comfort parameters using sensors in their buildings that can be used as feedback for building managers and users to take appropriate actions. Project has to monitor dry-bulb temperature, relative humidity, air speed and mean radiant temperature in regularly occupied areas within the building. Dry-bulb temperature and relative humidity have to be measured per 10 minutes or less, air speed and mean radiant temperature have to be measured per 3 months or less. Real-time display of dry-bulb temperature and relative humidity has to be made available to occupants. [5]

Concerning air quality monitoring, measurements and real-time display are required within a regularly occupied or common space in the building at least four of the following [6]:

1. $PM_{2.5}$ or PM_{10} (accuracy 2 µg/m³ or finer).
2. Carbon dioxide (accuracy 25 ppm or finer).
3. Carbon monoxide (accuracy 1 ppm or finer).
4. Ozone (accuracy 5 ppb or finer).
5. Nitrogen dioxide (accuracy 5 ppb or finer).
6. Total VOCs (accuracy 10 µg/m³ or finer).
7. Formaldehyde (accuracy 5 ppb or finer).

5. SRI

'Smart Readiness Indicator for Buildings' is a recent study, which was carried out by a consortium of VITO, Waide Strategic Efficiency, Ecofys and OFFIS. The study was ordered by the European Commission, Directorate-General for Energy. The preparatory study provides technical support to the Directorate-General for Energy of the European Commission in order to feed the negotiations and decision process regarding potentially setting up a Smart Readiness Indicator for Buildings. Such a 'Smart Readiness Indicator' (SRI) can give recognition for smart building technologies and functionalities, which enhance the energy efficiency and other pertinent performance characteristics of the building stock. The final report of the 'Smart Readiness Indicator for Buildings' study was finalized in August 2018.

The main objective of the study was to develop a harmonized SRI calculation methodology based on a multi-criteria assessment. The proposed SRI methodology is a qualitative labelling scheme. The SRI assessment procedure is based on a catalogue of the smart ready services, which are present in a building and an evaluation of the functionalities they can offer. Each of the services can be implemented with various degrees of "smartness" (referred to as "functionality levels"). The services present in a building cover multiple domains (e.g. heating, lighting, electric vehicle charging, etc.) and can also result various impacts (energy savings, comfort improvements, flexibility towards the energy grid, etc.). The multitude of domains and impact categories results a multi-criteria assessment method, which is proposed for calculating the smart readiness indicator for buildings. [7]

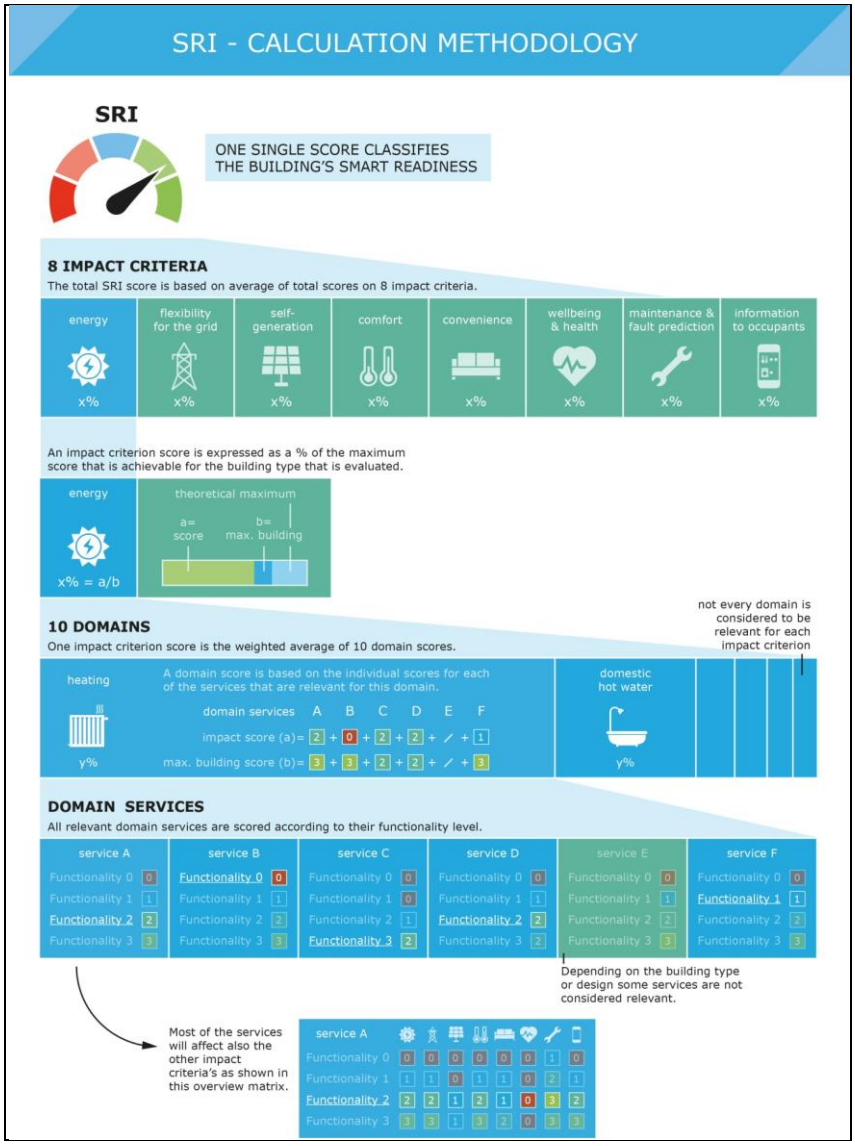


Figure 1 Overview of the SRI methodological framework
(source: Verbeke S., Waide P., Bettgenhäuser K., Uslar M.; Bogaert S. et al., Support for setting up a Smart Readiness Indicator for buildings and related impact assessment, Final report, 2018)

In the study a catalogue of smart ready services is developed, including 112 services. In the catalogue, services are structured within 10 domains:

1. Heating
2. Cooling
3. Domestic hot water

4. Controlled ventilation
5. Lighting
6. Dynamic building envelope
7. On-site renewable energy generation
8. Demand Side management
9. Electric vehicle charging
10. Monitoring and control

For some of the services listed in the full-service catalogue, relevant standards and methodological frameworks are currently lacking, therefore a reduced set of 52 actionable smart ready services can be used currently. For each of these services several functionality levels are defined. A higher functionality level means "smarter" implementation of the service, which generally provides more beneficial impacts to building users or to the grid compared to services implemented at a lower functionality level. The number of functionality levels varies from service to service, the maximum level can be as low as 2 or as high as 5. The functionality levels are expressed as ordinal numbers (level 0, level 1, level 2, etc.), implying that ranks cannot be readily compared quantitatively from one service to another.

A smart ready service can provide several impacts to the users and to the energy grid. In the study, eight impact categories have been considered:

1. Energy savings on site
   This impact category refers to the impacts of the smart ready services on energy saving capabilities. It is not the whole energy performance of buildings that is considered, but only the contribution made to this by smart ready technologies, e.g. energy savings resulting from better control of room temperature settings.

2. Flexibility for grid and storage
   This impact category refers to the impacts of services on the energy flexibility potential of the building.

3. Self-generation
   This impact category refers to the impacts of services on the amount and share of renewable energy generation by on-site assets and the control of self-consumption or storage of generated energy.

4. Comfort
   This impact category refers to the impacts of services on occupants comfort. Comfort refers to conscious and unconscious perception of the physical environment, including thermal comfort, acoustic comfort and visual performance (e.g. provision of sufficient lighting levels without glare).

5. Convenience
   This impact category refers to the impacts of services on convenience for occupants, i.e. the extent to which services "make the life easier" for the occupant, e.g. by requiring less manual interactions to control technical building systems.

6. Well-being and health
   This impact category refers to the impacts of services on the well-being and health of occupants. For instance smarter controls can deliver an improved indoor air quality compared to traditional controls, thus raising occupants' well-being, with a commensurate impact on their health.

7. Maintenance and fault prediction, detection and diagnosis
   Automated fault detection and diagnosis has the potential to significantly improve maintenance and operation of technical building systems. It also has potential impacts on the energy performance of the technical building systems by detecting and diagnosing inefficient operation.

8. Information to occupants
   This impact category refers to the impacts of services on the provision of information on building operation to occupants.

The score calculating starts with the assessment of individual smart ready services. Services available in the building are inspected and their functionality level is determined. For each service, this leads to an impact score in each of the abovementioned eight impact criteria. The provisional impacts in the current catalogue are based on expert assessment and, where possible, on applicable standards.

After these individual services impact scores are known, an aggregated impact score is calculated for each of the 10 smart-ready domains. This domain impact score is calculated as the ratio (expressed as a percentage) between individual scores of the domains' services and theoretical maximum individual scores.

For each impact criterion, a total impact score is then calculated as a weighted sum of the domain impact scores. In this calculation, the weight of a given domain will depend on its relative importance for the considered impact. For instance, the weight of the "heating" domain impact score will be higher than the weight of the "domestic hot water" domain impact score in the calculation of the "energy savings" total impact score.

The SRI score is then derived as a weighted sum of the 8 total impact scores. In real buildings some of the services or even some of the domains are not relevant, therefore the theoretical maximum impact score is not simply the sum of all of the impacts of the 52 services, but only the relevant of them for the given building. It means the amount of services to be inspected as part of an SRI assessment will be much lower than the 52 smart ready services listed in the smart ready services catalogue. [7]

6. CONCLUSION

The widely used LEED and BREEAM certification systems have a comprehensive assessment process focusing on sustainability, while WELL measures the healthy and well-being aspects of buildings. These certification systems do not provide assessment process especially for smart buildings, however several sub-criteria are features of smart-buildings. We can stress out the smart grid approach of LEED, which put the participation in demand response programs in the fore-ground. Furthermore, learning control for thermal comfort – which applies usage and control data to optimize thermal comfort – is also important feature of smart buildings and it also appears during the LEED certification. Energy metering and energy monitoring is essential to assess and improve the energy performance of buildings, therefore LEED and BREEAM reward projects, where additional meters are installed for energy end uses. In WELL certification, points can be gained both for monitoring thermal comfort and air quality parameters.

The revised EPBD introduced the “smart readiness indicator” and a common general framework for rating the smart readiness of buildings is shown. However the definition of the smart readiness indicator and the methodology by which it is to be calculated and also the common Union scheme for SRI will be defined in later act.

A recent study “Smart Readiness Indicator for Buildings” was carried out by a consortium of VITO, Waide Strategic Efficiency, Ecofys and OFFIS. The preparatory study developed a qualitative, multi-criteria labelling scheme for calculating SRI. The assessment is based on a catalogue of smart ready services. The services present in a building cover multiple domains (e.g. heating, lighting, electric vehicle charging, etc.) and can result several impacts (energy savings, comfort improvements, flexibility towards the energy grid, etc.). The multitude of domains and impact categories results a multi-criteria assessment method, which is proposed for calculating the smart readiness indicator for buildings. The developed SRI labelling methodology is based on the features of the services and express useful information on many aspects of smart buildings, however it has not provide quantitative values yet, such as load shifting capacity, which is a key function of smart buildings concerning the demand response.

It has to be stressed out that beyond the scope of the “Smart Readiness Indicator for Buildings” preparatory study, the process for defining the SRI will further develop in the coming months under the supervision of the Commission services. To support this work, additional technical studies are planned and consultation with stakeholders will continue to be an essential part of the process towards the establishment of the SRI. [7]

References

[1] A.H. Buckman, M. Mayfield, Stephen B.M. Beck, "What is a Smart Building?", Smart and Sustainable Built Environment, Vol. 3 (2014), Issue: 2, pp.92-109

[2] Directive (EU) 2018/844 of the European Parliament and of the council, 2018

[3] U.S Green Building Council, LEED v4 for Building Design and Construction, 2018

[4] BRE Global Ltd., BREEAM International New Construction 2016, 2016

[5] https://v2.wellcertified.com/v2.1/en/air

[6] https://v2.wellcertified.com/v2.1/en/thermal%20comfort

[7] Verbeke S., Waide P., Bettgenhäuser K., Uslar M.; Bogaert S. et al., Support for setting up a Smart Readiness Indicator for buildings and related impact assessment, Final report, 2018

OBSAH

I. sekcia: ENERGETICKÁ LEGISLATÍVA

Milan Dubnička
KĽÚČOVÉ ÚLOHY NÁVRHU NOVÉHO ZÁKONA O TEPELNEJ ENERGETIKE 7

Miloš Grajcar
NOVELA ZÁKONA č. 414/2012 Z. z. O OBCHODOVANÍ S EMISNÝMI KVÓTAMI A SEKUNDÁRNA LEGISLATÍVA EÚ K REVIDOVANEJ SMERNICI o EU ETS 11

Miroslav Mariaš
NOVÉ POŽIADAVKY NA TEPLO A CHLAD V NOVELE SMERNICE O ENERGETICKEJ EFEKTÍVNOSTI 19

Stanislav Janiš
VYKUROVANIE VO SVETLE „ENERGETICKÉHO A KLIMATICKÉHO BALÍKA EURÓPSKEJ KOMISIE“ 25

Juraj Novák
DOPAD EURÓPSKEJ A NÁRODNEJ LEGISLATÍVY NA VYKUROVANIE Z POHĽADU OZE 29

Kvetoslava Šoltésová
ODBORNE O ENERGII – NÁRODNÝ PROJEKT SIEA 33

Ján Klepáč
AKÁ JE BUDÚCNOSŤ ZEMNÉHO PLYNU NA ZELENOM SLOVENSKU 37

II. sekcia: ENERGETICKÁ HOSPODÁRNOSŤ BUDOV

Peter Gergely
PODPORA ZATEPĽOVANIA RODINNÝCH DOMOV 45

Eva Marsová
DRUHÁ GENERÁCIA EURÓPSKYCH NORIEM NA EHB 49

Jana Bendžalová, Simon Ligier, Johann Zirngibl
HODINOVÝ KROK NA URČENIE REÁLNEJ ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI V PROCESE OBNOVY NA ÚROVEŇ BUDOV S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE 63

Radovan Illith
POROVNANIE EKONOMICKEJ VÝHODNOSTI ZDROJOV TEPLA PRE INDIVIDUÁLNU A BYTOVÚ VÝSTAVBU
Hodnota za peniaze 69

Ivan Chmúrny
VPLYV ZVYŠOVANIA TEPELNOIZOLAČNÝCH VLASTNOSTÍ STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ NA TEPELNÚ BILANCIU BUDOV 73

Peter Buday, Rastislav Ingeli
ANALÝZA VPLYVU VYKUROVANIA KRBOVÝM TELESOM NA ENERGETICKÚ HOSPODÁRNOSŤ RODINNÉHO DOMU 77

Jaromír Plch, Daniel Fülle
VYUŽITIE GEOLOGICKÝCH ŠTRUKTÚR NA INOVATÍVNE ZÁSOBOVANIE TEPLOM 81

III. sekcia: ZDROJE TEPLA

Josef Renč, Igor Slavkov
MOŽNOSTI PŘEMĚNY ELEKTRICKÉ ENERGIE NA TEPLO A JEHO AKUMULACE VYSOKONAPĚŤOVÝMI ELEKTRODOVÝMI KOTLY 89

Jozef Jandačka, Juraj Trnka, Michal Holubčík, Nikola Kantová
VPLYV KONŠTRUKCIE HORÁKA NA SPAĽOVANIE PELIET 95

Stanislav Žiaran, Ondrej Chlebo
VPLYV NESTACIONÁRNEHO PRÚDENIA SPALÍN KOTLA NA DYNAMIKU RECIRKULAČNÉHO VENTILÁTORA 99

Kamila Víchová
MODERNIZÁCIA A EFEKTÍVNOSŤ ZDROJOV TEPLA V PESTOVATEĽSKÝCH PÁLENICIACH 105

Matej Kerestúr
MOŽNOSŤ ZÍSKANIA PROSTRIEDKOV Z FONDOV EÚ PRE SUBJEKTY ÚSTREDNEJ SPRÁVY A ÚZEMNEJ SAMOSPRÁVY S CIEĽOM REDUKCIE EMISIÍ ZNEČISŤUJÚCICH LÁTOK DO OVZDUŠIA, S VYUŽITÍM SMART PRVKOV INTELIGENTNÉHO VYKUROVANIA 109

Jan Kouba
PLYNOVÝ KONDENZAČNÝ KOTOL, KTORÝ VYPLŇUJE MEDZERU NA TRHU 115

Robert Štefanec
MODERNÉ FLEXILNÉ RIEŠENIE REKONŠTRUKCIE TEPELNÉHO HOSPODÁRSTVA V PRIEMYSELNOM AREÁLI 121

Milan Malcho, Stanislav Gavlas, Richard Lenhard, Katarína Kaduchová, David Hečko
PROBLEMATIKA NÁVRHOV SYSTÉMOV NA SPÄTNÉ ZÍSKAVANIE TEPLA 125

IV. sekcia: KOGENERAČNÉ ZDROJE ENERGIE

Jozef Šoltés
NOVÉ EMISNÉ LIMITY A PREVÁDZKA KOGENERAČNÝCH JEDNOTIEK 133

Miroslav Rimár, Milan Abraham, Marcel Fedák, Andrii Kulikov, Jakub Váhovský
METÓDY ZVYŠOVANIA ÚČINNOSTI ENERGETICKÝCH ZARIADENÍ NA BÁZE KOGENERÁCIE 137

Marcel Hrobárik
MODERNIZÁCIA TEPLÁRNE V ŽILINE – ZMENA MÉDIA Z PARNÉHO NA HORÚCOVODNÉ A NOVÝ ZDROJ 141

Radovan Illith, Viera Hricová
POHON OBEHOVÝCH ČERPADIEL A ELEKTRICKÉHO OHREVU V OSTROVNEJ PREVÁDZKE KVET 145

Peter Ďurčanský
APLIKÁCIA NUMERICKÝCH METÓD PRI URČOVANÍ VÝKONOVÝCH PARAMETROV KOGENERAČNEJ JEDNOTKY 151

František Urban, František Ridzoň, Peter Mlynár
OPTIMALIZÁCIA PREVÁDZKY TEPLÁRNE 155

Marek Patsch, Peter Ďurčanský, Jozef Jandačka
CELOROČNÁ PREVÁDZKA MIKROKOGENERAČNEJ JEDNOTKY S PALIVOVÝMI ČLÁNKAMI V RODINNOM DOME 161

V. sekcia: SÚSTAVY CZT A OST

Ján Sadlek
AKUMULÁCIA TEPLA V SYSTÉMOCH CZT 167

Svatoslav Ježek
VYUŽITÍ BIOPLYNU V CENTRÁLNÍM ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM OBCE KLADRUBY U RADNIC 179

László Garbai, Andor Jasper, Jenő Kontra
TÁVHŐRENDSZEREK STATIKUS ÉS DINAMIKUS SZABÁLYOZÁSÁNAK ÚJ ELVEI
NOVÉ POHĽADY NA STATICKÉ A DYMNAMICKÉ REGULÁCIE SÚSTAV ZÁSOBOVANIA TEPLOM 183

Miroslav Havrlent
TECHNICKÉ RIEŠENIA PRE DOSIAHNUTIE ÚČINNÉHO CZT V JESTVUJÚCICH SÚSTAVÁCH 189

Ján Takács, Soňa Gažíková
NASLEDOVANIA HODNÝ PRÍKLAD RIEŠENIA GEOTERMÁLNEHO ENERGETICKÉHO SYSTÉMU PRE ZÁSOBOVANIE TEPLOM MESTA VEĽKÝ MEDER 193

Jenő Kontra, László Garbai
GEOTERMÁLIS ENERGIA ÉS IPARI HŐ A TÁVFŰTÉSBEN
GEOTERMÁLNA ENERGIA A ODPADOVÉ TEPLO Z PRIEMYSLU V ZÁSOBOVANÍ TEPLOM 199

VI. sekcia: ZDROJE TEPLA NA BÁZE BIOMASY

Kamila Víchová, Jozef Baťala
VYUŽITIE DREVNÝCH PELIET NA VYKUROVANIE V KRBOCH 207

Ivan Ďuďák, Roman Bajtoš
SYSTÉM CZT ZALOŽENÝ NA VÝROBE TEPLA Z DREVNEJ BIOMASY A SOLÁRNYCH PANELOV V HNÚŠTI – päťročné skúsenosti, dosiahnuté výsledky a vízia ďalšieho zefektívnenia 209

Dušan Jeleň
LOKÁLNA VÝROBA ENERGIÍ 213

Róbert Procházka, Zdenek Donoval, Maroš Korenko
MOŽNOSTI RECYKLÁCIE VYBRANÝCH DRUHOV ODPADU
Analýza vybraných parametrov triedenia 215

Ján Gaduš, Tomáš Giertl
VÝROBA BIOPALÍV TERMOCHEMICKOU KONVERZIOU 225

Michal Holubčík, Jozef Jandačka, Nikola Kantová, Juraj Trnka
NEGATÍVA SPAĽOVANIA ALTERNATÍVNYCH PALÍV V KRBOVEJ VLOŽKE 229

Marek Baláš, Martin Lisý, Hana Lisá
VLASTNOSTI EMISÍ TZL PŘI TERMICKÉM ZPRACOVÁNÍ BIOMASY A BRO 233

Róbert Krakovik
PARNÁ KOTOLŇA Z BIOMASY 237

VII. sekcia: TEPELNÉ ČERPADLÁ

Belo Füri, Ingrida Skalíková
PREVÁDZKOVÉ PODMIENKY TEPELNÝCH ČERPADIEL PRI KOBD 245

Peter Tomlein
HODINOVÁ METÓDA PRI NÁVRHU TEPELNÝCH ČERPADIEL 249

Michal Masaryk, Peter Mlynár
TEPELNÉ ZISKY STRIECH - PROBLÉM ALEBO POTENCIÁL 255

Jozsef Nyers, Arpad Nyers, Laszlo Kajtar
PERCENTAGE IN COP OF HEAT EXCHANGER AND HEAT PUMPSINSYSTEMOF HEAT RECOVERY 259

Erich Draxler
LUFTWASSERWÄRMEPUMPE, WASSERSCHADEN AN DER ELEKTRONIK 267

Lukáš Živner
VYUŽITIE ENERGIE Z ODPADOVÉHO VZDUCHU PRE TEPELNÉ ČERPADLO 277

Ján Takács, Belo Füri
TRENDY V CHLADIACEJ TECHNIKE A V TECHNIKE TEPELNÝCH ČERPADIEL 283

VIII. sekcia: SLNEČNÁ ENERGIA

Lukáš Skalík, Ingrida Skalíková
PODPORA PRE VYUŽÍVANIE SLNEČNÝCH ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV 291

Daniel Kalús
APLIKÁCIA AKTÍVNEJ TEPELNEJ OCHRANY BUDOV (ATO) S VYUŽITÍM SOLÁRNEJ ENERGIE 295

Alper Uzun, Balázs Bokor, László Kajtár
OPTIMISATION OF TRANSPIRED SOLAR COLLECTOR SIZE FOR DIFFERENT EUROPEAN CLIMATES 301

Martin Lisý, David Jecha, Hana Lisá
SPALOVÁNÍ AGROPELET V LOKÁLNÍM TOPENIŠTI 307

Jaroslav Frantík, Jan Najser
VYUŽITÍ ODPADNÍHO TEPLA Z KOMPRESOROVNY PŘI ZÁSOBOVÁNÍ TEPLEM 311

IX. sekcia: MERANIE A ROZPOČÍTAVANIE TEPLA

Jozef Buzaši
NÁKLADY ZA DODÁVKU TEPLEJ VODY PRED A PO VÝMENE ROZVODOV 317

Miroslav Verčimák
SPRACOVANIE A ROZPOČÍTANIE NÁKLADOV PRI PREVÁDZKE CENTRÁLNEHO ZDROJA TEPLA V BUDOVE 323

Róbert Režo
INTELIGENTNÝ ODPOČET POMOCOU SYSTÉMU READy 329

Miroslav Kašák
HWAT systém - INOVACE V ROZVODECH TEPLÉ VODY V BUDOVÁCH 335

Taťjana Jánošková
ANALÝZA SPOTREBY STUDENEJ A TEPLEJ VODY V BYTOVÝCH DOMOCH 339

Jozef Habánek
VÝZNAM MERANIA A ROZPOČÍTAVANIA PRE OPTIMALIZÁCIU SPOTREBY TEPLA 345

X. sekcia: REGULÁCIA A RIADENIE VYKUROVACÍCH SÚSTAV

Daniela Koudelková
BEZPEČNOSTNÉ OBVODY V PLYNOVÝCH KOTOLNIACH 351

Jakub Oravec, Ondřej Šikula, Michal Krajčík, Martin Šimko
DYNAMIKA VEĽKOPLOŠNÝCH VYKUROVACÍCH PLÔCH 355

Marek Lehota
PRIEMYSELNÉ ARMATÚRY LDM
25 ROKOV NA SLOVENSKOM TRHU 361

Jana Mižáková, Jozef Mižák, Ján Piteľ
APLIKÁCIA PRINCÍPOV ŠTVRTEJ PRIEMYSELNEJ REVOLÚCIE
V RIADENÍ A MONITOROVANÍ ZDROJA TEPLA 365

Bohumil Slodičák
RIADENIE VYKUROVANIA V INTELIGENTNEJ DOMÁCNOSTI 369

Petr Vacek
NOVÁ ÉRA V TECHNOLOGII ČERPADEL 373

Mária Kurčová
SMART TECHNOLÓGIE VO VYKUROVACÍCH SYSTÉMOCH OBYTNÝCH BUDOV 377

XI. sekcia: HYDRAULICKÉ VYREGULOVANIE VYKUROVACÍCH SÚSTAV

Josef Jáchim, Radim Hečko
REGULACE OTOPNÉ SOUSTAVY U ZATEPLENÝCH DOMŮ
„Chci šetřit, ale zároveň mít teplý radiátor“ touha všech majitelů byt 383

Jozef Habánek
25 ROKOV HYDRAULICKÉHO VYREGULOVANIA NA SLOVENSKU 391

XII. sekcia: ENERGETICKÝ MANAŽMENT

Monika Rothová
GARANTOVANÉ ENERGETICKÉ SLUŽBY A ICH KVALITA 397

Matúš Škvarka
PRAKTICKÉ SKÚSENOSTI S ENERGETICKÝM MANAŽMENTOM MESTA TRNAVA 401

Jan Weyr
VYUŽITÍ VÍCEVRSTVÉ REFLEXNÍ IZOLACE PRO ÚSPORU ENERGIE:
in situ test a možnost zabudování v dřevostavbách 407

Veronika Gombošová
VYUŽITIE GARANTOVANEJ ENERGETICKEJ SLUŽBY PRI OBNOVE BUDOV – PRÍPADOVÁ ŠTÚDIA 415

Martin Kafka
MODERNIZÁCIA VONKAJŠIEHO OSVETLENIA V AREÁLI SLOVNAFT 421
Katarína Pauerová
VZDELÁVACÍ KURZ EUREM - MANAŽÉR PRE ENERGETIKU 425

Marian Rutšek
INFORMÁCIA O AKTIVITÁCH ASOCIÁCIE ENERGETICKÝCH INŽINIEROV (AEE - Association of Energy Engineers) 429

XIII. sekcia: PROGRESÍVNE VYKUROVACIE SÚSTAVY

Dušan Petráš
PROGRESÍVNE SMART TECHNOLÓGIE PRI ZÁSOBOVANÍ BUDOV TEPLOM 435

Imrich Sánka, Anna Predajnianska
MOŽNOSTI ZLEPŠENIA ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI RODINNÝCH DOMOV 439

Dávid Šoltýs
TERMOVÍZIA VYKUROVACÍCH SÚSTAV 447

Jana Bartošová Kmeťková, Dušan Petráš
TECHNICKO-EKONOMICKÉ POSÚDENIE ZÁSOBOVANIA TEPLOM BYTOVÝCH DOMOV 451

Martin Šimko, Michal Krajčík, Peter Šimko, Daniel Kalús
STENOVÉ VYKUROVANIE POMOCOU PANELOV NA REGULÁCIU PRECHODU TEPLA 457

Miroslav Krásny
NÍZKOKONŠTRUKČNÉ, FLEXIBILNÉ A ÚSPORNÉ TEPLOVODNÉ VYKUROVANIE PODLAHY so Schlüter®-BEKOTEC... 465

Ivan Stranovský
PROGRAM „ENERGETICKÁ EFEKTÍVNOSŤ, HOSPODÁRNOSŤ A ÚČINNOSŤ“ na Teplárni SLOVNAFT, a. s. 469

Matej Kubica, Daniel Kalús
ENERGETICKÉ ASPEKTY SÁLAVÉHO CHLADENIA A PROBLÉMOV S VYSUŠOVANÍM VZDUCHU V ADMINISTRÍVNEJ BUDOVE 473

Zoltan Magyar
ENERGY CONSUMPTION AND LABELLING OF THE SMART BUILDINGS 477

AUTOR	Kolektív
NÁZOV	**VYKUROVANIE 2019** 27. medzinárodná vedecko-odborná konferencia na tému: **Smart technológie a inovácie pri zásobovaní teplom**
ODBORNÝ GARANT	prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
RECENZENTI / PRÍPRAVNÝ VÝBOR	RNDr. Milan Dubnička, CSc. doc. Ing. Belo Füri, PhD. prof. Ing. Ivan Chmúrny, PhD. prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD. doc. Ing. Ľudovít Kolláth, CSc. doc. Ing. Michal Krajčík, PhD. Ing. Mária Kurčová, PhD. Ing. Lukáš Skalík, PhD. Ing. Tatjana Jánošková, PhD. prof. Ing. Ján Takács, PhD. prof. Ing. František Urban, CSc. Ing. František Vranay, PhD.
EDITOR	prof. Ing. Dušan Petráš, PhD. Mgr. Zuzana Švecová
VYDAVATEĽ	SSTP Bratislava
VYDANIE	prvé
NÁKLAD	100 ks
ROZSAH	495 strán
ČÍSLO AKCIE	1917

Redakčné a zostavovateľské práce boli realizované redakčným /prípravným/ recenzným výborom konferencie.

Cena zborníka bola stanovená na základe vykalkulovanej ceny, ktorá bola schválená prípravným výborom konferencie dňa 9.1.2019.

Zborník neprešiel jazykovou úpravou.

Kopírovanie alebo rozširovanie ktorejkoľvek časti zborníka sa povoľuje výhradne so súhlasom vydavateľa.

ISBN 978 – 80 – 89878 – 41 – 3
EAN 9788089878413

Generálni partneri:

brilon

Distribúcia SPP

LDM 25 ROKOV NA SLOVENSKU 1994-2019

VIESMANN

Hlavní partneri:

BOSCH Stvorené pre život

Buderus

Cetetherm

Decon technology

EKOPLUS

NES

NRG FLEX

SARMAT LT s.r.o.

SYSTHERM

VEOLIA

V.I.Trade

Výstavní partneri:

Danfoss

EG Expert

FENIX

Herz

HILTI

HYDROTUNEL BOJNICE

METECH

RACEN spol. s r.o.

REHAU Unlimited Polymer Solutions

Schlüter Systems

techem

wilo

INNOVATIONEN MIT PROFIL

waleon úprava vody

Vaillant

Reklamní partneri:

Mediálni partneri:

Spolupracujúce združenia a agentúry:

Odborné energetické poradenstvo:

„Žiť energiou“.

EURÓPSKA ÚNIA
Európsky fond regionálneho rozvoja