

Slovenská spoločnosť pre techniku prostredia, členská organizácia ZSVTS
Stavebná fakulta STU Bratislava
Slovenská komora stavebných inžinierov



**19. VEDECKO-ODBORNÁ KONFERENCIA
SO ZAHRANIČNOU ÚČASŤOU**

OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE 2019

Zásobovanie teplom budov s nulovou potrebou energie

16. - 17. máj 2019
Hotel ATRIUM, Nový Smokovec

PRÍHOVOR



19. konferencia OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE 2019

Vážení priatelia a fanúšikovia OZE,

Prihováram sa Vám pri príležitosti 19. vedecko-odbornej konferencie so zahraničnou účasťou OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE 2019, na tému „Zásobovanie teplom budov s nulovou potrebou energie“.

Problematika nízkoteplotných systémov je v súčasnosti mimoriadne aktuálna tak pri vykurovaní budov, resp. ich chladení, rovnako aj pri príprave teplej vody, ohreve bazénov a v neposlednom rade tiež pre poľnohospodárske účely.

Uvedené smerovanie je zásadným koncepčným prístupom v tzv. energetike budov, kde sa v rámci Akčného plánu 20-20-20 v nadväznosti na Smernicu 2010/31/EÚ predpokladá, že po roku 2020 to budú práve budovy s takmer nulovou potrebou energie, ktoré vychádzajú z kvalitných tepelno-technických vlastností stavebných materiálov a konštrukcií budú využívať progresívne systémy techniky prostredia /vykurovanie, vetranie, klimatizácia, chladenie, osvetlenie.../, na báze obnoviteľných zdrojov energie lokalizovaných priamo v budove.

Tradičná konferencia OZE bude pozostávať z 5 monotematických sekcií, zameraných na jednotlivé druhy OZE (solárna energia, geotermálna energia, biomasa, tepelné čerpadlá), ako aj legislatívne aspekty súvisiace s uplatňovaním OZE pri tvorbe energetických koncepcií miest i regiónov.

Konferencia sa uskutoční 16. - 17. mája 2019 v Novom Smokovci vo Vysokých Tatrách v hoteli Átrium.

Dúfame, že týmto oslovíme architektov, projektantov, výrobcov zariadení a technológií, ale aj energetikov, ochranárov, prevádzkovateľov, v neposlednom rade energetických auditorov, odborne spôsobilé osoby pre energetickú certifikáciu, ako i zástupcov štátnej správy, vedy, výskumu a školstva.

Tešíme sa na príjemné chvíle s Vami,

prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
odborný garant

I. SEKCIA

LEGISLATÍVA PRE OZE

vedie: doc. Ing. Otília Lulkovičová, PhD.

- ❖ *Dušan Petráš*
- ❖ *Matej Veverka*
- ❖ *Martin Šimko, Michal Krajčík,
Peter Šimko, Daniel Kalús*

ZÁSOBOVANIE TEPLOM BUDOV S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE

prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
Stavebná fakulta STU Bratislava
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: dusan.petras@stuba.sk

1. ÚVOD

Budovy s takmer nulovou potrebou energie predstavujú úplne nový fenomén pri návrhu, realizácii a prevádzke budov v zmysle akčného plánu EÚ 20/20/20, s časovým horizontom práve roku 2020. Jedná sa nielen o samotné budovy s takmer nulovou potrebou energie, ale najmä o filozofiu trvalej udržateľnosti architektúry a výstavby s celkovým zámerom v budúcnosti navrhovať, realizovať a prevádzkovať budovy, ktoré budú energeticky aktívne, ekologicky bezpečné a ekonomicky efektívne. Súčasne tieto budovy budú poskytovať pohodu a zdravie v ich vnútornom prostredí.

2. BUDOVY S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE – EPBD

Povinnosť budov s takmer nulovou potrebou energie vyplýva zo smernice Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EU o energetickej hospodárnosti budov (ďalej len „EPBD“) [1]. Podľa tejto smernice, všetky nové budovy v EÚ budú musieť mať do 31. decembra 2020 takmer nulovú spotrebu energie. Úlohu verejného sektora, ktorý bude lídrom v energetickej hospodárnosti, zdôraznia znížené limity na získanie certifikátu pre verejné budovy a skoršie termíny, do ktorých by takéto budovy mali mať takmer nulovú potrebu energie (v roku 2018).

2.1 Definícia budovy s takmer nulovou potrebou energie- REHVA

Podľa Kurnitski a kol. [2] je budova s takmer nulovou potrebou energie taká budova, ktorá má potrebu primárnej energie 0 kWh/(m² rok). Obyčajne je to budova pripojená k energetickým sieťam, s veľmi vysokou energetickou úrovňou energetickej hospodárnosti. Budova s takmer nulovou potrebou energie má vyváženú spotrebu primárnej energie, takže primárna energia dodávaná do elektrickej siete alebo inej energetickej siete sa rovná primárnej energii dodanej do budovy z týchto energetických sietí. Ročná energetická bilancia 0 kWh/(m² rok) primárnej energie obvykle vedie k situácii, keď podstatné množstvo energie vyrobenej priamo na mieste je dodávané do siete. Preto budova s takmer nulovou potrebou energie vyrába energiu keď sú na to vhodné podmienky a spotrebúva dodanú energiu po zvyšok času.

2.2 Definícia budovy s takmer nulovou potrebou energie v SR

V roku 2012 bol prijatý nový zákon č. 300/2012 Z.z. [4], ktorý mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z. z. Nový zákon 300/2012 Z.z. a definuje budovu s takmer nulovou potrebou energie ako budovu s veľmi vysokou energetickou hospodárnosťou. Takmer nulové alebo veľmi malé množstvo energie potrebné na užívanie takej budovy musí byť zabezpečené efektívnou tepelnou ochranou a vo vysokej miere energiou dodanou z obnoviteľných zdrojov nachádzajúcich sa v budove alebo v jej blízkosti.

Podľa vykonávacej vyhlášky č. **364/2012 Z.z.** (k zákonu č. 555/2005 Z.z.) je ukazovateľom minimálnej energetickej hospodárnosti budovy **primárna energia**[4]. **Dodaná energia** sa určuje podľa **jednotlivých energetických nosičov**, ktorými sa cez systémovú hranicu zásobujú technické zariadenia na uspokojenie potrieb energie v budove, t. j. na vykurovanie, prípravu teplej vody, vetranie, chladenie a osvetlenie.

Minimálnou požiadavkou na energetickú hospodárnosť nových budov postavených po **31. decembri 2015** je horná hranica energetickej **triedy A1** pre globálny ukazovateľ. Pre nové budovy vo vlastníctve orgánov verejnej správy postavené po 31. decembri 2018 a pre všetky ostatné nové budovy postavené po 31. decembri 2020 je minimálnou požiadavkou pre globálny ukazovateľ horná hranica energetickej **triedy A0**.

2.3 Vykonávanie zákona o energetickej náročnosti budov v SR

Horná hranica energetickej triedy B pre všetky ukazovatele určuje nízkoenergetickú úroveň výstavby, horná hranica energetickej triedy A pre jednotlivé ukazovatele a súčasne horná hranica energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ určujú ultranízkoenergetickú úroveň výstavby. Horná hranica energetickej triedy A0 pre globálny ukazovateľ určuje úroveň výstavby budov s takmer nulovou potrebou energie.

Minimálnou požiadavkou na energetickú hospodárnosť nových budov postavených po 31. decembri 2015 je horná hranica energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ; významne obnovovaná budova musí túto požiadavku splniť, ak je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné. Pre nové budovy vo vlastníctve orgánov verejnej správy postavené po 31. decembri 2018 a pre všetky ostatné nové budovy postavené po 31. decembri 2020 je minimálnou požiadavkou pre globálny ukazovateľ horná hranica energetickej triedy A0.

2.4 Národný plán slovenskej republiky

Povinnosť pripraviť národný plán vyplýva pre členský štát EÚ zo smernice, konkrétne z čl. 9, podľa ktorého majú byť [7]:

- a) po 31.12.2020 všetky nové budovy budovami s takmer nulovou potrebou energie a
- b) po 31.12.2018 nové budovy, v ktorých sídlia a ktoré vlastní orgány verejnej moci, budovami s takmer nulovou potrebou energie.

Priebežné ciele sú stanovené v troch časových etapách nasledovne [6]:

- a) nízkoenergetická úroveň výstavby pre nové aj obnovované budovy od 1.1.2013 daná hornou hranicou energetickej triedy B pre jednotlivé kategórie budov;
- b) ultranízkoenergetická úroveň výstavby pre všetky nové budovy od 1.1.2016, daná hornou hranicou triedy A, pre obnovované budovy za predpokladu splnenia podmienok potrebnej úrovne nákladovej optimálnosti;

c) energetická úroveň budov s takmer nulovou potrebou energie pre nové budovy, ktoré užívajú a vlastní orgány verejnej moci od 1.1.2019 a všetky nové budovy od 1.1.2021. Je daná vo vyhláške hornou hranicou energetickej triedou A0 pre globálny ukazovateľ. Pri obnovovaných budovách sa táto hranica energetickej úrovne požaduje len vtedy, ak je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné.

3. BUDOVA S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE

Budova s takmer nulovou potrebou energie musí spĺňať viaceré požiadavky, tak na tepelnú ochranu ako i na technické systémy. **Potreba energie na vykurovanie** takéhoto domu je až o 90% nižšia v porovnaní so štandardným budovami a predstavuje približne **1,5 m³ zemného plynu**(resp. 1,5 kg oleja) na štvorcový meter obytnej plochy za rok.

Základné kritériá kladené sú:

- Potreba energie na vykurovania za rok je maximálne 5 kWh/m²
- Kompaktnosť budovy – konštrukcia bez, resp. s minimálnymi tepelnými mostmi
- Vzduchotesnosť a ochrana proti vlhkosti.

Tab. 1 Škála energetických tried globálneho ukazovateľa – primárna energia v kWh/(m².a)

Globálny ukazovateľ - primárna energia	Kategórie budov	Triedy energetickej hospodárnosti budovy							
		A0	A1	B	C	D	E	F	G
Globálny ukazovateľ - primárna energia	rodinné domy	≤ 54	55-108	109-216	161-324	325-432	433-540	541-648	> 648
	bytové domy	≤ 32	33-63	64-126	127-189	190-252	253-315	316-378	> 378
	administratívne budovy	≤ 60	61-120	121-240	241-360	361-480	481-600	601-720	> 720
	budovy škôl a školských zariadení	≤ 34	35-68	69-136	137-204	205-272	273-340	341-408	> 408
	budovy nemocníc	≤ 96	97-192	193-384	385-576	577-769	770-961	962-1153	> 1153
	budovy hotelov a reštaurácií	≤ 82	83-164	165-328	329-492	493-656	657-820	821-984	> 984
	športové haly a iné budovy určené na šport	≤ 38	39-76	77-152	153-258	259-304	305-380	381-456	> 456
	budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	≤ 85	86-170	171-340	341-510	511-680	681-850	851-1020	> 1020

Globálnym, alebo **hlavným hodnotiacim ukazovateľom** energetickej hospodárnosti budovy je **primárna energia**, ktorá sa určí **vynásobením potreby energií**(vykurovania a prípravy teplej vody) **faktormi primárnej energie**, ktoré sú určené pre jednotlivé energetické nosiče.

V novele vykonávacej vyhlášky č. **324/2016 Z.z.** [8] došlo, okrem iného, k zmene **hodnôt faktorov primárnej energie** pre jednotlivé energetické nosiče vrátane zemného plynu (tab. č.2).

Pôvodná hodnota faktora primárnej energie pre zemný plyn, ktorá má „hodnotiť“ energetickú náročnosť dopravy zemného plynu nezodpovedala jej reálnej hodnote. Hodnota **f_p= 1,36** bola stanovená vyššie aká je reálna. Nový faktor primárnej energie bol určený na hodnotu **f_p= 1,10**. Legislatívno-technická **energetická náročnosť** dopravy plynu ku konečnému miestu spotreby predstavuje **max. hodnotu 2,60%** zo skutočného množstva dopraveného plynu¹. Prevádzkovatelia plynárenskej dopravnej infraštruktúry z tohto dôvodu

vynakladajú maximálne úsilie na to, aby energetická náročnosť dopravy zemného plynu bola čo najnižšia [9].

Tab. č. 2 – Porovnanie faktorov primárnej energie **po** a **pred** novelou vyhlášky 364/2012 Z.z.

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Merná jednotka (m. j.)	Výhrevnosť kWh/m. j.	transformácie a distribúcie energie	Faktor	
					emisie CO ₂ K kg/kWh	primárnej energie f_{Pnren}
Zemný plyn	štandardný kotol – starý	m ³	9,59	0,83 – 0,89	0,220 (0,277)	1,1 (1,36)
	štandardný kotol – nový	m ³	9,59	0,89 – 0,90	0,220 (0,277)	1,1 (1,36)
	nízkoteplotný kotol	m ³	9,59	0,90 – 0,93	0,220 (0,277)	1,1 (1,36)
	kondenzačný kotol	m ³	9,59	0,97 – 1,05	0,220 (0,277)	1,1 (1,36)
	kombinovaná výroba	m ³	9,59	0,85	0,220 (0,277)	1,1 (1,36)

V nasledujúcej tabuľke č. 3 je prehľad vybraných transformačných a prepočítavacích faktorov vzhľadom na energetický nosič. Je vidieť, že škála faktorov primárnej energie je veľmi rozsiahla.

Tab. 3 Vybrané transformačné a prepočítavacie faktory

Energetický nosič	Spôsob transformácie	Faktor		
		transformácie a distribúcie energie	emisie CO ₂ kg/kWh	primárnej energie f_p
Zemný plyn	Štandardný kotol	0,89 – 0,90	0,220	1,1
	Kondenzačný kotol	0,97 – 1,05	0,220	1,1
Čierne uhlie	Kotol na uhlie	0,69 – 0,78	0,360	1,1
Kusové drevo	Kotol na biomasu	0,7	0,020	0,10
Zemný plyn	Diaľkové vykurovanie	0,84	0,220	1,3
Čierne uhlie	Centralizované zásobovanie	0,80	0,360	1,3
El. energia	Vykurovanie	0,99	0,167	2,2
	TČ vzduch-voda/radiátory	2,6	0,167	2,2
	TČ vzduch-voda/sálavý systém	2,9	0,167	2,2
	TČ zem-voda/radiátory	2,9	0,167	2,2
	TČ zem-voda/sálavý systém	3,4	0,167	2,2
	fotovoltaika	1,00	0,00	0,00

4. ZÁVER

Z predmetného príspevku je zrejmé, že napriek aktuálnosti problematiky domov s takmer nulovou spotrebou energie sa ciele i očakávania čiastočne líšia. Na jednej strane je to nevyhnutnosť minimalizácie spotreby primárnych zdrojov energie využívaných na prevádzku budov, na strane druhej optimalizácia investičných vstupov na zabezpečenie tepelnej ochrany budov, zníženia tepelných strát pri výrobe, akumulácii, distribúcii a odovzdávaní tepla/ elektrickej energie. V každom prípade by však výsledkom mala byť budova, ktorého spotreba energie bude v prvom rade zabezpečená z obnoviteľných zdrojov tepla, v najlepšom prípade inštalovaných priamo v dome, resp. v jeho blízkom okolí.

Podakovanie

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantu VEGA 1/0807/17, VEGA 1/0847/18 a KEGA 044STU-4/18.

Literatúra

- [1] Directive 2010/31/EU of the European Parliament and of the Council of 19 May 2010 on the energy performance of buildings (recast).
- [2] Kurnitski, J., Allard, F., Braham, D., Goeders, G., Heiselberg, P., Jagemar, L., Kosonen, R., Lebrun, J., Mazzarella, L., Railio, J., Seppänen, O., Schmidt, M. and Virta M. (2011) How to define nearly net zero energy buildings nZEB – REHVA proposal for uniformed national implementation of EPBD recast, The REHVA European HVAC Journal, 48 (3), 6-12.
- [3] Zákon č. 555 z 8. novembra 2005 o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- [4] Zákon č. 300 z 18. septembra 2012, 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
- [5] Vyhláška č. 364 z 12. novembra 2012, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [6] STN 73 0540-2 (2012) Tepelná ochrana budov. Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Časť 2: Funkčné požiadavky
- [7] Černák, J. (2013) Národný plán zameraný na zvyšovanie počtu budov s takmer nulovou potrebou energie. In: Konferencia Vykurovanie 2013, Stará Ľubovňa.
- [8] Vyhláška č. 324 z 7. decembra 2016, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- [9] Petráš, D. – Illith, R.: Energetická hospodárnosť a zemný plyn. SlovGas. X.2016, 9-13s.

PODPORA VYUŽÍVANIA OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV V DOMÁCNOSTIACH

Ing. Matej Veverka

Slovenská inovačná a energetická
agentúra

Pracovisko Banská Bystrica

Rudlovská cesta 53

974 28 Banská Bystrica

e-mail: matej.veverka@siea.gov.sk

Abstrakt

Slovenská republika sa zaviazala v roku 2020 pokryť 14% z hrubej konečnej energetickej spotreby z obnoviteľných zdrojov energie. Okrem spoločného cieľa boli ustanovené aj špecifické ciele pre spotrebu tepla a chladu a spotrebu elektriny. V roku 2020 by sme mali 14,6% hrubej konečnej spotreby tepla a chladu a 24,0% hrubej konečnej spotreby elektriny zabezpečovať využívaním obnoviteľných zdrojov energie. Na plnenie týchto cieľov navrhla SR viaceré podporné mechanizmy. Jedným z nich je aj podpora malých zariadení na využívanie OZE, ktoré budú užívať domácnosti. Aplikuje sa národným projektom Slovenskej inovačnej a energetickej agentúry a financovaná je z Európskeho fondu regionálneho rozvoja a štátneho rozpočtu SR prostredníctvom operačného programu Kvalita životného prostredia. V rámci národného projektu sa podmienky poskytnutia príspevku môžu pre jednotlivé kolá upraviť podľa vopred určených kritérií. Aktuálne informácie je potrebné overiť si na webovom sídle zelenadomacnostiam.sk.

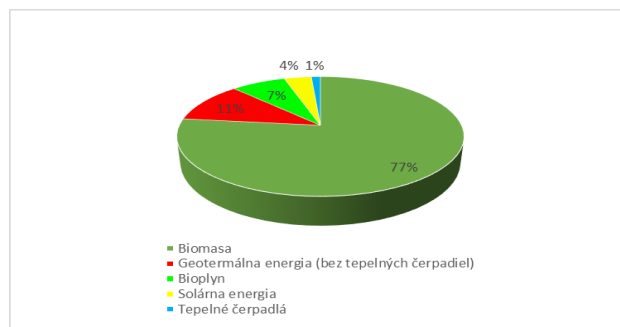
1. ÚVOD

Slovenská republika sa zaviazala v roku 2020 pokryť 14% z hrubej konečnej energetickej spotreby z obnoviteľných zdrojov energie (OZE). Špecifický cieľ pre spotrebu tepla a chladu je 14,6% z hrubej konečnej spotreby tepla a chladu, špecifický cieľ pre spotrebu elektriny ja 24,0%. Keďže pre podporu zariadení na výrobu tepla alebo chladu nie je všeobecne záväznými právnymi predpismi zabezpečená prevádzková pomoc ako je to v prípade výroby elektriny zákonom č. 309/2009 Z. z., sú podporné mechanizmy, aplikované v SR, zamerané na poskytnutie tzv. investičnej pomoci a to buď formou poskytnutia nenávratného finančného príspevku alebo prostredníctvom finančných nástrojov ako napr. zvýhodnené úvery, štátne záruky a pod.

1.1 Ciele SR pri výrobe tepla a chladu z OZE

Podľa Národného akčného plánu pre energiu z obnoviteľných zdrojov (NP-OZE) [1] by sa na plnení národného cieľa pri výrobe tepla a chladu mala najviac využívať biomasa. Jej podiel by mal v roku 2020 dosiahnuť až 77%. Spaľovanie biomasy má na jednej strane pozitívny dopad

na znižovanie emisií skleníkových plynov, ale na druhej strane negatívne vplýva na znečistenie ovzdušia emisiami znečisťujúcich látok. Preto je nevyhnutné, na využívanie biomasy inštalovať nízko emisné zariadenia s vysokou účinnosťou premeny chemicky viazanej energie v palive na teplo. Z pohľadu ochrany ovzdušia je však dôležité hľadať aj iné efektívne riešenia, ako využívať OZE a nezvyšovať zaťaženie ovzdušia emisiami znečisťujúcich látok a to napr. výrobou tepla zo slnečnej energie, geotermálnej energie a z energie okolitého prostredia (aerotermálnej, hydrotermálnej a geotermálnej energie) využívaním tepelných čerpadiel.



Obr. 1 Percentuálny podiel jednotlivých zdrojov energie pri výrobe tepla a chladu z OZE v roku 2020

Napriek tomu, že podiel slnečnej energie na výrobe tepla a množstvo tepla vyrobené tepelnými čerpadlami majú najnižšie plánované podiely na plnení cieľa v roku 2020, ide o zariadenia, ktoré neprispievajú k zvyšovaniu emisií znečisťujúcich látok do ovzdušia v mieste ich prevádzky. Výnimkou sú len tepelné čerpadlá, poháňané spaľovacím motorom, ktoré sú na našom trhu v porovnaní s elektrickými tepelnými čerpadlami takmer neznáme.

1.2 Operačný program Kvalita životného prostredia

Operačný program Kvalita životného prostredia (OP KŽP) je vo štvrtej prioritnej osi zameraný na energeticky efektívne nízkouhlíkové hospodárstvo vo všetkých sektoroch. Prvá investičná priorita tejto osi „Podpora výroby a distribúcie energie z obnoviteľných zdrojov“ je určená práve na využívanie OZE a to realizáciou niektorej z nasledujúcich aktivít:

- výstavba zariadení využívajúcich biomasu prostredníctvom rekonštrukcie a modernizácie existujúcich energetických zariadení,
- výstavba zariadení na výrobu biometánu, využitie vodnej energie, aerotermálnej, hydrotermálnej alebo geotermálnej energie, ...
- inštalácia malých zariadení na využívanie OZE,
- inštalácia malých zariadení na využívanie OZE v Bratislavskom samosprávnom kraji.

Riadiacim orgánom OP KŽP je Ministerstvo životného prostredia SR a sprostredkovateľským orgánom prioritnej osi č. 4 je Slovenská inovačná a energetická agentúra (SIEA).

Prijímateľom pomoci pre inštaláciu malých zariadení na využívanie OZE môže byť SIEA a podnikateľské subjekty. Na tieto aktivity je celkovo plánovaných viac ako 115 mil. euro, z toho zhruba 2,6 mil. euro pre Bratislavský samosprávny kraj.

Prvá výzva, ktorú SIEA vyhlásila, bola výzva na podanie národného projektu „Zelená domácnostiam“, ktorý schválil v apríli 2015 Monitorovací výbor OP KŽP spolu s ostatnými národnými projektmi.

Aktuálne je spustené pokračovanie národného projektu „Zelená domácnostiam II“.

2. NÁRODNÝ PROJEKT „Zelená domácnostiam II“

Projekt „Zelená domácnostiam II“ je druhou etapou podpory zameranej na využívanie malých obnoviteľných zdrojov v rodinných a bytových domoch, ktorý realizuje SIEA s celkovým rozpočtom 48 mil. euro do konca roku 2023. V pilotnom projekte Zelená domácnostiam bolo k dispozícii 45 mil. euro. Počas trvania projektu SIEA poskytne domácnostiam v rodinných a bytových domoch prostredníctvom oprávnených zhotoviteľov príspevky na inštaláciu malých zariadení na využívanie OZE a to zariadení na výrobu elektriny ako aj zariadení na výrobu tepla.

2.1 Základné zásady projektu

V OP KŽP sú uvedené hlavné zásady pre podporu malých zariadení na využívanie OZE v domácnostiach.

Malým zariadením na výrobu elektriny je zariadenie s celkovým inštalovaným elektrickým výkonom do 10 kW. Príspevok je možné poskytnúť na fotovoltické panely a veterné turbíny. Pri výrobe tepla je malým zariadením zariadenie, ktoré pokrýva spotrebu energie v budove. Na výrobu tepla je možné poskytnúť príspevok na slnečné kolektory, kotly na biomasu a tepelné čerpadlá.

K najdôležitejším patria podmienky, ktoré sa vzťahujú na kotly na biomasu a to najmä, že podporu na kotly na spaľovanie biomasy bude možné využiť len v lokalitách, kde nie je možnosť pripojenia rodinného domu k systému centralizovaného zásobovania teplom a kotlom na biomasu sa nahradí kotol na tuhé fosílné palivá. Pri kotloch na biomasu sa bude okrem energetickej účinnosti prihliadať aj na to, aby zariadenia spĺňali emisné limity v súlade s požiadavkami na ekodizajn kotlov na tuhé palivo uvedenými v nariadení Komisie 2015/1189.

Podrobnosti o projekte sú uvedené vo Všeobecných podmienkach na podporu využitia obnoviteľných zdrojov energie v domácnostiach, ktoré sú zverejňované na webovom sídle zelenadomacnostiam.sk.

2.2 Čo sme dosiahli a ako ďalej

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

slnéčné kolektory pre 6 973 domácností, podporených bolo tiež viac ako 5 242 tepelných čerpadiel, 3 673 fotovoltických systémov a 2 613 kotlov na biomasu.

V práve bežiacom projekte „Zelená domácnostiam II“ bolo vyhlásených už 6 kôl na jednotlivé druhy zariadení. Priebeh vyhlasovaných kôl, ako aj suma alokovaných prostriedkov na jednotlivé kolá je zverejnený na webovom sídle zelenadomacnostiam.sk.

3. ZÁVER

SIEA naďalej registruje záujem domácností o poukážky vyšší ako je alokácia jednotlivých kôl na vydávanie poukážok. Vo všetkých kolách sa plánované finančné prostriedky rýchlo rezervovali, výnimkou bolo samostatné kolo na podporu kotlov na biomasu, ktoré bolo uzavreté po 24 hodinách. Záujem domácností o obnoviteľné zdroje energie je vysoký, dopyt prekračoval možnosti SIEA vydávať poukážky. Počas 4 rokov trvania projektu je badať citeľný prechod domácností na nízko teplotné zdroje vykurovania, čo je dôkazom rastúcej úrovne nových stavieb rodinných domov ako aj rekonštruovaných rodinných domov.

Počet nevyužitých poukážok od začiatku projektu klesá, stále je však na úrovni cca 15%.

Vzhľadom na zistené skutočnosti SIEA skrátila termíny uplatnenia a preplatenia poukážok, rovnako skrátené boli aj intervaly medzi jednotlivými kolami, čo urýchlilo celkové čerpanie projektu.

Informácie uvedené v tomto príspevku nemusia byť aktuálne pri vyhlásení ďalšieho kola na vydávanie poukážok a preto je nevyhnutné, oboznámiť sa s aktuálnymi podmienkami, ktoré sú zverejňované na webovom sídle zelenadomacnostiam.sk.

Literatúra

- [1] Národný akčný plán pre energiu z obnoviteľných zdrojov, Ministerstvo hospodárstva SR, 2010
- [2] Operačný program Kvalita životného prostredia, Ministerstvo životného prostredia SR, 2014
- [3] Všeobecné podmienky na podporu využitia obnoviteľných zdrojov energie v domácnostiach, Slovenská inovačná a energetická agentúra, 2015/2016/2017/2018/2019
- [4] NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2015/1189 z 28. apríla 2015, ktorým sa vykonáva smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/125/ES, pokiaľ ide o požiadavky na ekodizajn kotlov na tuhé palivo

VYUŽÍVANIE OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV ENERGIE PRI PREVÁDZKE 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

Abstrakt

Problematika energetickej efektívnosti nízkoenergetických systémov na báze obnoviteľných zdrojov energie (OZE) pre budovy s takmer nulovou potrebou energie je jednou z najaktuálnejších úloh súčasného obdobia v celosvetovom meradle. Súčasne je nevyhnutná integrácia obnoviteľných zdrojov energie do technických systémov nových i existujúcich budov. Toto je možné dosiahnuť pomocou nízkoexergetických sálavých vykurovacích systémov. Tento dokument skúma možnosti aktívnej kontroly prechodu tepla izolačnými panelmi v stenách prevádzkovaných ako SV alebo TB za predpokladu využívania odpadového tepla z bazénov (napr. termálne kúpaliská), ktoré predstavuje alternatívny zdroj tepla.

1. ÚVOD

Budovy spotrebúvajú viac ako 40 % primárnych zdrojov energie a súčasne, podiel využívania OZE je nízky. Výstavba budov s takmer nulovou potrebou energie sa stáva novým trendom pre členské štáty Európskej Únie. Aby bolo možné takúto úroveň výstavby dosiahnuť, treba adaptovať technické systémy budov a ich riadenia tak, aby sa optimalizovala spotreba energie. Súčasne je nevyhnutná integrácia obnoviteľných zdrojov energie do technických systémov nových i existujúcich budov. Toto je možné dosiahnuť pomocou nízkoexergetických sálavých vykurovacích systémov. Vďaka ich väčšej ploche je teplota týchto systémov blízka teplote vzduchu v priestore, a preto sú veľmi vhodné na kombináciu s nízkotepelnými obnoviteľnými zdrojmi energie na vykurovanie, resp. vysokotepelnými zdrojmi energie na chladenie. Takýmito obnoviteľnými zdrojmi sú slnečná energia, geotermálna energia, či energia okolitého prostredia – tepelné čerpadlá.

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. 3. 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.

2. VYUŽÍVANIE GEOTERMÁLNYCH VÔD NA SLOVENSKU

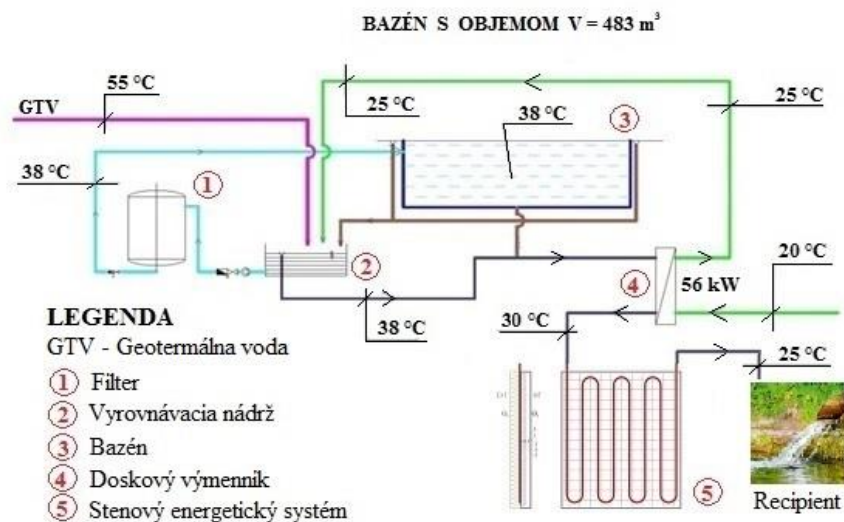
V SR je tepelno-energetický potenciál geotermálnych vôd stanovený na 5 538 MW tepelného výkonu. Geotermálne vody na území SR majú nižšiu teplotu 45 až 130 °C, preto sú vhodné iba na vykurovanie. Geotermálne vody sa využívajú v 36 lokalitách a ich celkový využívaný inštalovaný výkon predstavuje asi 131 MW tepelného výkonu. K hlavnej nevýhode patrí vysoká mineralizácia (zanášanie potrubí) a nemožnosť vypúšťať ochladenú vodu do tokov pre ich oteplenie – tu je možným riešením vrátenie druhým vrtom naspäť. Vo vykurovaní budov, čo si vyžaduje teploty geotermálnych vôd v intervale 50 – 100 °C, v špeciálnych prípadoch to môže byť aj 40 °C teplá voda; tepelné čerpadlá rozširujú tento spôsob využitia geotermálnych vôd až do teploty 4 °C. V súčasnosti sa na Slovensku využíva geotermálna energia hlavne na rekreačné účely (68,7 %), vykurovanie skleníkov (11,5 %), vykurovanie budov (17,0 %), rybné hospodárstvo (1,7 %), tepelné čerpadlá (1,1 %) [93]

2.1 Využívanie geotermálnych vôd na vykurovanie budov

Na báze geotermálnych vrtov FGG2 a FGG3 bolo v Galante naprojektované geotermálne vykurovanie. Celkový výdatnosť žriedla je 50 l/s a teplota vody dosahuje cca 78 °C. Žriedla sú využívané sezónne a pri ich využívaní sa používa raz jeden a raz druhý vrt. Geotermálna energia poskytuje teplo pre 1 236 bytov v mestskej časti Sever, v komplexe budov regionálnej nemocnice a Domove pre mentálne postihnutých. Mesto Galanta je situované v južnej časti Slovenska, v Gabčíkovskom geotermálnom systéme, ktorý je centrom Dunajskej oblasti. Geotermálna voda v čiernohorských a Panónskych pieskoch sa nachádza v hĺbke 900 – 3 000 m. Teplota geotermálnej vody je v rozsahu 40 – 90 °C a výdatnosť zdroja je 7 -20 l/s. Geotermálne vody tejto oblasti sú vyžívané pre rekreačné účely – kúpaliská a taktiež v poľnohospodárskom sektore pre vykurovanie skleníkov, menej pre energetické účely [15].

2.2 Využívanie odpadovej vody pri prevádzke panelov na reguláciu prechodu tepla

Filozofiu prevádzky panelov na reguláciu prechodu tepla s využívaním alternatívnych zdrojov energie je vidieť na obr. 1 [15].



Obr. 1 Využitie odpadovej vody pri prevádzke panelov na reguláciu prechodu tepla [15]

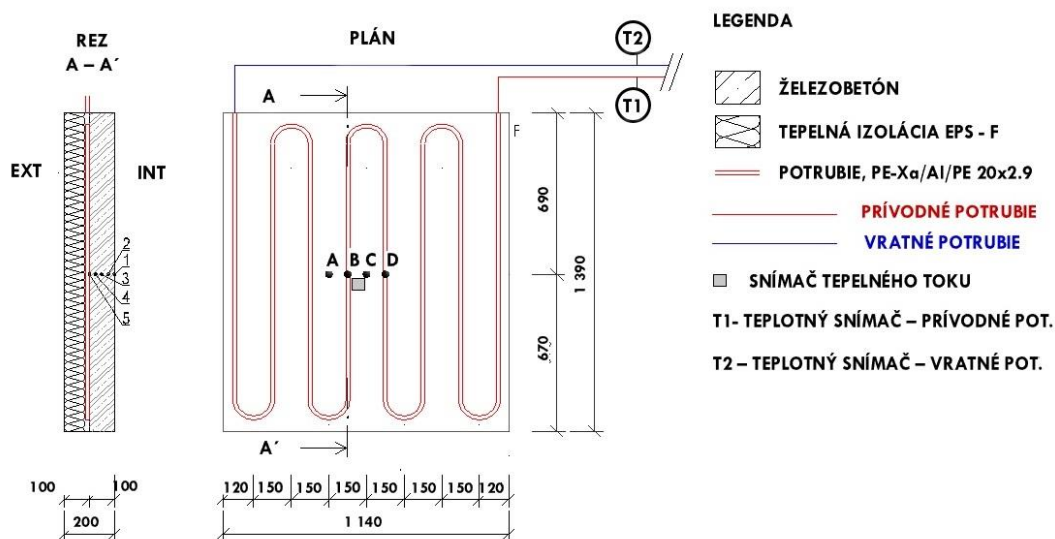
Experimentálna časť príspevku je založená na filozofii využívania odpadovej vody z bazénov (nielen z geotermálnych zdrojov) pri prevádzke panelu na reguláciu prechodu tepla. Jednou z možností ako využiť odpadovú vodu z geotermálnych kúpalísk, ktorá dosahuje teplotu okolo 38°C , je možnosť využívať ju na vykurovanie obytných budov s panelmi na reguláciu prechodu tepla. Prostredníctvom výmenníka tepla s výkonom 56 kW je možné zredukovať teplotu na prívodnom potrubí pre panel na reguláciu prechodu tepla z 38°C na 30°C .

3. EXPERIMENTÁLNE MERANIA TEPELNE AKTÍVNEJ STENY

Experimentálne merania sa vykonali na tepelne izolovanom betónovom fragmente, ktorý predstavoval vonkajšiu stenu, napríklad dom.

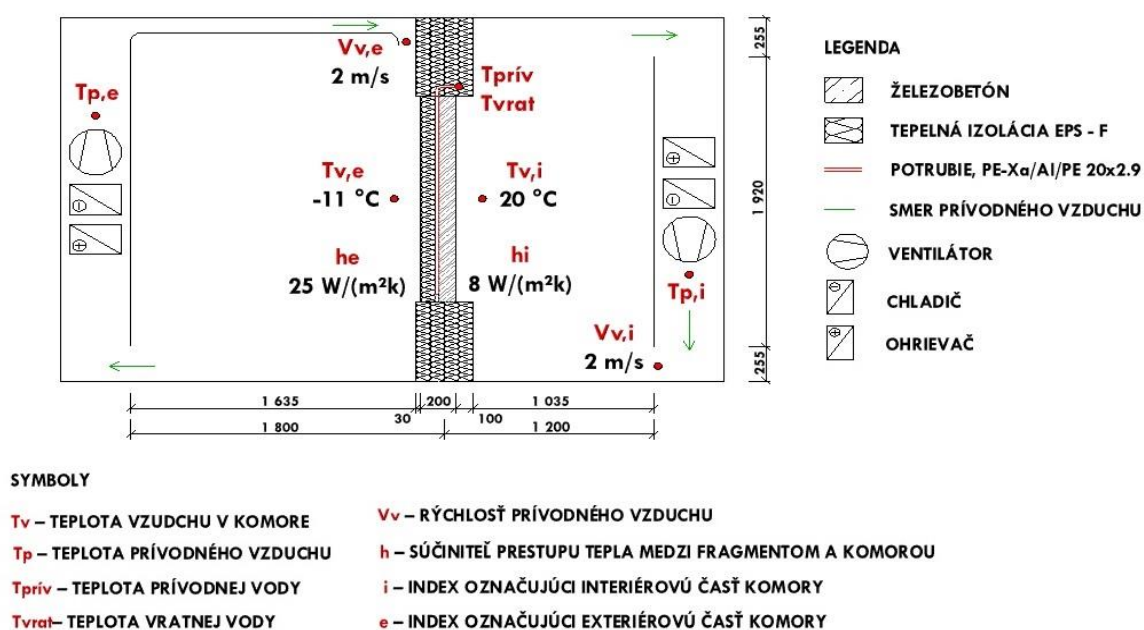
3.1 Experimentálny návrh

Rozmery experimentálneho fragmentu steny boli 1140 mm x 1360 mm ako je znázornené na obr. 3. Fragment steny bol umiestnený medzi dvoma klimatickými komorami s riadenou teplotou vzduchu a vlhkosťou: jedna komora simulovala vnútorné prostredie, zatiaľ čo druhá simulovala vonkajšie klimatické podmienky. Počas pokusov bola požadovaná teplota vzduchu v oboch klimatických komorách dosiahnutá ventilátorom ako je vidieť na obr. 2. Súčinitele prestupu tepla boli preto vyššie ako tie, ktoré zodpovedajú prirodzenej cirkulácii vzduchu.



Obr. 3 Panel na reguláciu prechodu tepla s umiestnením teplotných snímačov [1].

Tepelne aktívny prvok bol reprezentovaný 20-mm rúrkami vyrobenými z plasthliníka, ktoré boli lisované do kanálov a frézované v penovom polystyréne, ako sa navrhuje v patente [2]. Vypočítaný súčiniteľ prechodu tepla (U_{steny}) bol $0,35 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. V tejto štúdii sa neposudzovali slnečné žiarenie, vietor a dážď. S ohľadom na nízku hladinu slnečného žiarenia v zime a dostatočnú hrúbku izolácie sa predpokladalo, že ignorovanie spomenutých klimatických podmienok má len malý vplyv na uplatniteľnosť výsledkov. Teplota železobetónu bola monitorovaná PT100 platínovej odolnosti teplomerov umiestnených na vybrané body pozdĺž panelu (obr. 3, body A, B, C, D) v niekoľkých hĺbkach (obr. 3, body 1 až 5), spolu s teplotami privádzanej vody a vratnej vody. Tepelný tok bol monitorovaný termopílnym snímačom pre štúdie radiačného a konvektívneho tepelného toku s úrovňou presnosti premennej v rozmedzí $\pm 5\%$ nameranej hodnoty. Senzor bol umiestnený pod povrchom v strede fragmentu podľa odporúčania [14] (obr. 3) [1].



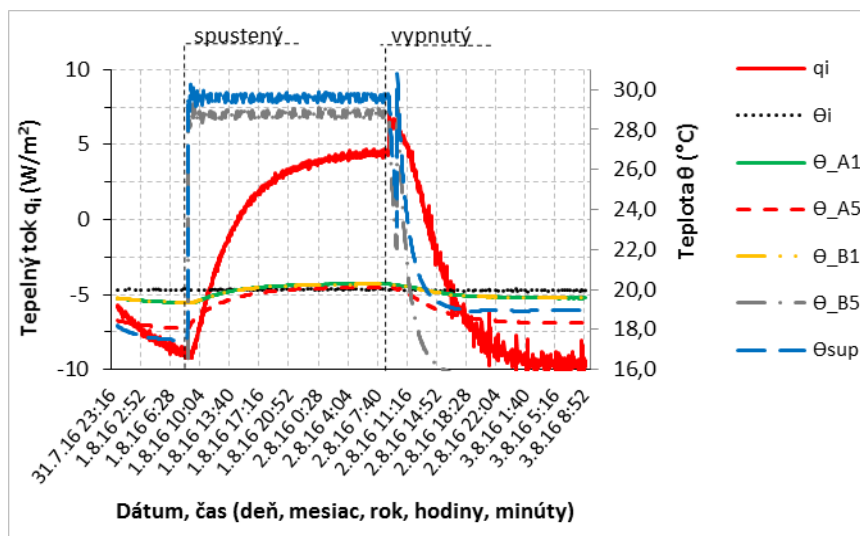
Obr. 2 Rez experimentálnou klimatickou komorou s rozmiestnením snímačov [1]

3.2 Výsledky experimentálnych meraní

Jeden experiment bol vykonaný pre panel na reguláciu prechodu tepla vo funkcii tepelnej bariéry (TB) v dizajne okolitých podmienkach, a dva pokusy boli vykonané pre panel vo funkcii stenového vykurovania (SV) [1].

3.2.1 Vykurovanie priestorov pri maximálnej vonkajšej teplote vzduchu

Toto meranie sa podieľa na fungovaní fragmentu steny ako SV pri okrajových podmienkach ($\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\theta_v = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) pri maximálnej výpočtovej vonkajšej teplote vzduchu v zimnom období ($\theta_e = -11\text{ }^{\circ}\text{C}$) [1].

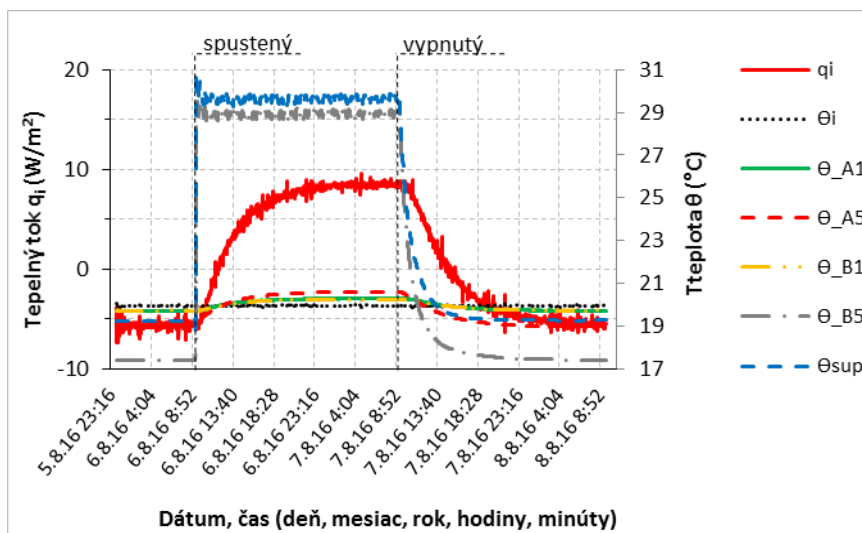


Obr. 4 Tepelný tok a teploty tepelne aktívnej steny prevádzkovej ako SV ($\theta_e = -11\text{ }^{\circ}\text{C}$) [1]

Stenový vykurovací systém bol zapnutý do okamihu dosiahnutia rovnovážneho stavu, systém bol vypnutý krátko potom, čo tepelný tok dosiahol konštantnú hodnotu asi $4,5\text{ W/m}^2$ (obr. 4). Časová konštanta vyjadrená ako čas pre tepelný tok, ktorý dosiahne 63,2% jeho konečnej hodnoty, predstavovala asi štyri hodiny. Na obr. 4 body A5 a B5 predstavujú kontakt medzi potrubím a železobetónovým jadrom a bod B1 predstavuje vnútorný povrch steny. Súčiniteľ prestupu tepla medzi sálavým povrchom a priestorom (h) je pravdepodobne vyšší ako $8\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ uvedený v [13] z dôvodu cirkulácie vzduchu v experimentálnej komore (obr. 2). Vzhľadom na veľmi malý rozdiel medzi teplotou vykurovacieho povrchu a teplotou vzduchu v miestnosti ($\Delta\theta$) je neistota v h vysoká a jeho skutočná hodnota sa odhaduje v intervale $18,2 \pm 9\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$. Merania tepelného toku sa vykonali aj pri teplote zásobnej vody $35\text{ }^{\circ}\text{C}$, pričom výsledný tepelný tok je 13 W/m^2 , čo prekračuje pôvodnú hodnotu o 8 W/m^2 [1].

3.2.2 Vykurovanie priestorov pri priemernej vonkajšej teplote vzduchu

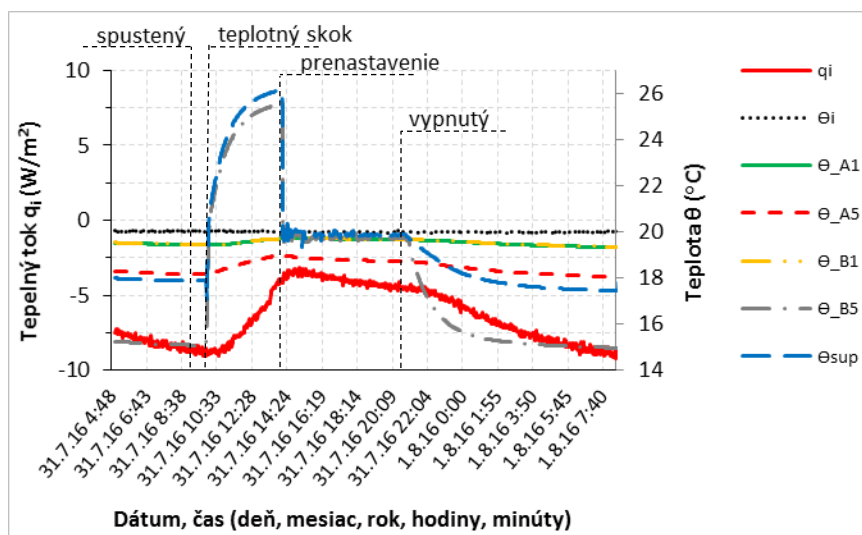
V následnom meraní bol fragment steny prevádzkovaný ako SV pri okrajových podmienkach ($\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\theta_v = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$) pri priemernej výpočtovej vonkajšej teplote vzduchu v zimnom období $4,2\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vykurovací systém bol zapnutý 6. augusta v čase 9,00 hod a vypnutý po asi 24 hodinách, kedy bol tepelný tok v rovnovážnom stave (obr. 5). Nameraný tepelný tok bol $8,5\text{ W/m}^2$ a časová konštanta vypočítaná z postupne sa zvyšujúcej krivky tepelného toku bola asi štyri hodiny. Skutočná hodnota h sa odhaduje na interval $29,5 \pm 13\text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ [1].



Obr. 5 Tepelný tok a teploty tepelne aktívnej steny prevádzkovej ako SV ($\vartheta_e = 4,2 \text{ }^{\circ}\text{C}$) [1]

3.2.3 Tepelná bariéra pri maximálnej vonkajšej teplote vzduchu

Obr. 6 predstavuje tepelný tok a súvisiace teploty pre fragment steny prevádzkovaného ako TB pri okrajových podmienkach ($\theta_i = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$, $\theta_v = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$) v podmienkach projektovania okolia ($\theta_e = -11 \text{ }^{\circ}\text{C}$). Krátko potom, čo okrajové podmienky dosiahli rovnovážny stav a TB bola zapnutá, došlo k posunu v dodávke tepla v dôsledku krátkej vzdialenosti zo zdroja tepla do fragmentu steny. Po vykonaní opatrení na obnovenie rovnováhy bola teplota zásobovania vodou stabilizovaná pri teplote $20 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Na základe trendu v obr. 6 sa odhaduje, že tepelný tok v rovnovážnom stave má hodnotu veľmi blízku -5 W/m^2 [1].



Obr. 6 Tepelný tok a teploty tepelne aktívnej steny prevádzkovej ako TB ($\vartheta_e = -11 \text{ }^{\circ}\text{C}$) [1]

3. NUMERICKÁ SIMULÁCIA TEPELNE AKTÍVNEJ STENY

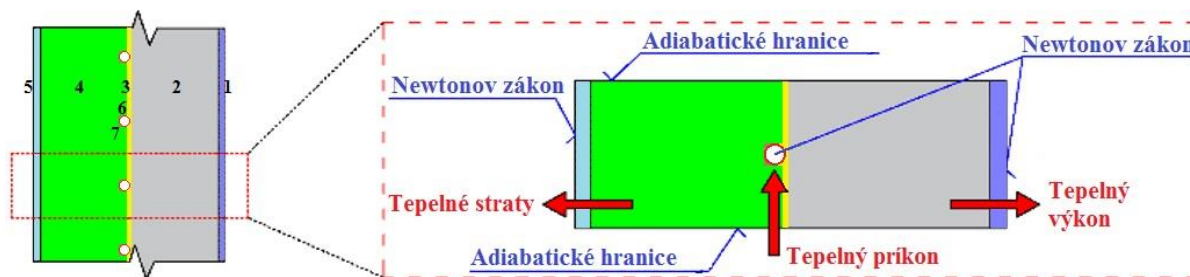
Výpočet týkajúci sa rozdielu v tepelnom vedení konštrukciou s rôznym uložením potrubia bol vypočítaný stacionárnou a číselnou simuláciou pomocou softvéru CalA 3,0 [3, 4, 5], ktorý bol overený v súlade s normou EN ISO 10211 [1, 12].

3.1 Princíp výpočtu

CalA 3,0 softvér bol primárne vyvinutý tak, aby simuloval stacionárny a dynamický 2D prenos tepla vedením [1]:

$$\frac{\partial}{\partial x} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial x} \right) + \frac{\partial}{\partial y} \left(\lambda \frac{\partial T}{\partial y} \right) + S = \rho \cdot c \cdot \frac{\partial T}{\partial \tau} \quad (1)$$

kde T je teplota (K); S je interný zdroj tepla (W/m³); τ je čas (y); λ je tepelná vodivosť (W/(m. K)); ρ je objemová hmotnosť (kg/m³); a c je merná tepelná kapacita pri konštantnom tlaku (J/kg. K)) [1, 4].



Obr. 7 Okrajové podmienky definujúce špecifický tepelný tok na povrchu steny a model fragmentu steny používaný v numerických simuláciách [1, 4].

Obr. 7 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. 7 sú uvedené v tab. 1 [1].

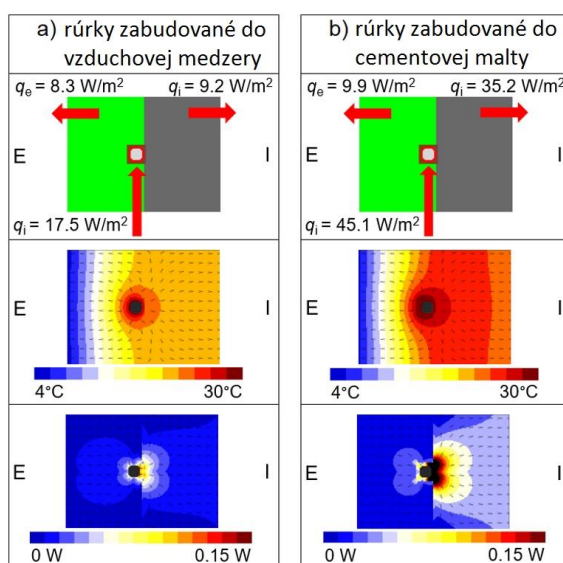
Tab. 1 Tepelno-fyzikálne charakteristiky simulovanej steny [1]

Č.	Materiál	Hrúbka	Objemová hmotnosť	Tepelná vodivosť	merná tepelná kapacita
		d m	ρ _w kg/m ³	λ W/(m.K)	c J/(kg.K)
1	Vnúťorná omietka	0.01	1600	0.88	840
2	Železobetón	0.1 - 0.2	2400	1.58	1020
3	Lepiaci 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

Súčiniteľ prestupu tepla pre povrch vody na potrubie bol stanovený na $1\,218\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$. Celkový súčiniteľ prestupu tepla h (kombinovaná konvekcia a sálanie) medzi sálavým povrchom a vnútorným priestorom je $8\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ pre vyhrievanú stenu [10]. Vonkajší konvektívny súčiniteľ prestupu tepla je $25\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, čo zodpovedá rýchlosti vetra cca 5 m/s vypočítaného podľa zjednodušenej metódy v norme EN ISO 6946 [11]. Rýchlosť vetra predstavuje svetlo až jemný vánok na stupnici Beaufort [12]. Pri izolovaných budovách by takáto rýchlosť vetra mala mať malý alebo žiadny vplyv na koeficient prenosu tepla na vnútornom povrchu [1, 13].

3.2 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 $25\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ na oboch stranách steny.



Obr. 8 Tepelný tok a distribúcia tepla pre sálavú stenu s rúrami vloženými do a) vzduchovej medzery a do b) lepiacej malty. Okrajové podmienky: $\vartheta_e = 4.1\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\vartheta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\vartheta_v = 29.7\text{ }^{\circ}\text{C}$, $h = 25\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ [1, 4]

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 $0.12\text{ (m}^2\cdot\text{K)}/\text{W}$ 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 $0.003\text{ (m}^2\cdot\text{K)}/\text{W}$ vložení potrubia do tepelne vodivého materiálu, ako je napríklad lepiaca malta (obr. 8b), za predpokladu, že tepelná vodivosť je $1.0\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ pre železobetón a $0.8\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ pre lepiacu maltu [1]. Číselné simulácie pre tú istú stenu s rúrami vloženými do lepiacej malty preukazujú využiteľnú tepelnú kapacitu $24.9\text{ W}/\text{m}^2$ a tepelnú stratu $16.6\text{ W}/\text{m}^2$ pri okrajových podmienkach ($\vartheta_e = -11\text{ }^{\circ}\text{C}$) a súčiniteľ prestupu tepla $8\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ medzi stenou a miestnosťou a $25\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ medzi stenou a exteriérom [1].

4. DISKUSIA

Akumulačná kapacita, ktorá je vyjadrená ako časová konštanta, môže byť v rozmedzí od 2,5 do takmer 8 hodín pre systém s rúrkami vloženými do masívneho betónového jadra [16]. Časová konštanta skúmaného stenového energetického systému, ktorá sa vypočíta pomocou ukazovateľa tepelného toku ako je znázornené na *obr. 4 a 5*, je mierne nad 4 hodiny, čo predstavuje tepelne aktívne betónové jadro (TABS) [1].

5. ZÁVER

Skúmala sa tepelne aktívna stena s rúrkami usporiadanými vo vyfrézovaných kanáloch v tepelnej izolácii. Tento systém môže byť inštalovaný v nových aj existujúcich budovách vo forme prefabrikovaných izolačných dosiek pripevnených na fasádu. Aktívnou kontrolou teploty vody je možné strieďať 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. 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 kanáloch a vložené do tepelne vodivého materiálu. Navrhuje sa, aby budúci výskum preskúmal možnosť (1) uskutočniteľnosti navrhovaného riešenia v komplexnom stavebnom systéme v porovnaní s inými izolačnými metódami; (2) strieďanie prevádzky systému medzi TB a SH v závislosti od aktuálnych prevádzkových podmienok, konfigurácie systému a dostupnosti zdrojov energie; (3) naniesenie izolačných dosiek na steny s nízkou kapacitou akumulácie tepla; a (4) vloženie rúrok do iných izolačných materiálov akým je expandovaný polystyrén z dôvodu ich požiarnej odolnosti a ich potenciálnych ekologických a iných výhod. [1].

PodĎakovanie

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 "AdMaSÚP – 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 Kowalczyk Z. *Thermal Barrier as a technique of indirect heating and cooling for residential buildings*. Energy Build. 2011; 43: 823-837.
- [7] Olesen B.W. *Using building mass to heat and cool*. ASHRAE Journal 2012; February: 44-52.
- [8] 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.
- [9] EN ISO 10211:2007. *Thermal bridges in building construction. Heat flows and surface temperatures. Detailed calculations*.
- [10] 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*.
- [11] EN ISO 6946:2007. *Building components and building elements. Thermal resistance and thermal transmittance. Calculation method*.
- [12] Met Office. *Beaufort wind force scale*, (accessed 25 August 2017). <http://www.metoffice.gov.uk/guide/weather/marine/beaufort-scale>
- [13] 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.
- [14] Lakatos Á. *Comprehensive thermal transmittance investigations carried out on opaque aerogel insulation blanket*. Mater. Struct. 2017; 50(2): 1-12.
- [15] Takács J. *Metodika hodnotenia prevádzky termálnych kúpalísk*. Príspevok v zborníku zo 16. Vedecko-odbornej konferencie „Obnoviteľné zdroje energie“ - Štrbské Pleso, SR, 17. - 18. 5. 2016. 1. vyd. Bratislava : SSTP, 2016, CD-ROM, s. 77-82. ISBN 978-80-89216-91-8.
- [16] Ning B, Schiavon S and Bauman F. *A classification scheme for radiant systems based on thermal time constant*. In: International Conference on Building Energy and Environment (COBEE) (ed. Y Sun et al.), Tianjin, China, 12-15 July 2015.

II. SEKCIA

SOLÁRNA ENERGIA

vedie: Ing. Lukáš Skalík, PhD.

- ❖ *Lukáš Skalík, Ingrida Skalíková*
- ❖ *Daniel Kalús, Matej Kubica*
- ❖ *Daniel Lako*

STAV VYUŽÍVANIA SLNEČNÝCH ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV NA SLOVENSKU A PLÁNY DO BUDÚCNA

Ing. Lukáš Skalík, PhD.

STU Stavebná fakulta,
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/m², 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 plány využívania OZE do rokov 2020, 2030 a 2050.

2. ENERGIA PRE VYUŽÍVANIE SLNEČNÝCH ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV NA SLOVENSKU

V našich zemepisných podmienkach je celková doba slnečného svitu bez oblačnosti zhruba 1200 – 2000 hodín ročne, v závislosti od výskytu hmiel a inverznej oblačnosti.

Najväčší podiel pri získavaní energie slnečnými kolektormi má priame a difúzne žiarenie. Zatiaľ čo difúzne žiarenie predstavuje v lete 10 – 50 % globálneho žiarenia, jeho podiel v zime je v dôsledku oblačného počasia podstatne vyšší, vďaka čomu dosahuje asi 60 % v celoročnom priemere. Solárny systém pracuje aj vtedy, keď je obloha zatiahnutá – využíva difúzne a odrazené žiarenie.

Intenzita slnečného žiarenia sa počas roka mení. Maximum slnečného žiarenia na Slovensku zaznamenávame v júli, minimum na prelome decembra a januára. Energiu slnka možno reálne využívať 7 až 9 mesiacov v roku na ohrev vody, v jarňých a jesenných mesiacoch aj na prikurovanie. Počas dňa najviac žiarenia dopadá na zem napoludnie, kedy je poloha slnka na oblohe najvyššia a cesta prechádzajúceho slnečného žiarenia cez atmosféru najkratšia.

2.1 Legislatívne podmienky pre OZE na Slovensku

Cieľom energetickej politiky SR v dlhodobom horizonte je:

1. zabezpečiť taký objem výroby elektriny, ktorý pokryje dopyt na ekonomicky efektívnom princípe,
2. zabezpečiť s maximálnou efektívnosťou bezpečnú a spoľahlivú dodávku všetkých foriem energie v požadovanom množstve a kvalite, znižovať podiel hrubej domácej spotreby energie na hrubom domácom produkte
3. znižovanie energetickej náročnosti.

Pre dosiahnutie cieľov energetickej politiky sa stanovujú tieto základné priority:

1. nahradiť odstavované výrobné zariadenia výroby elektriny tak, aby sa touto náhradou zabezpečila výroba takého množstva elektriny, ktorá primárne pokryje domáci dopyt na strane spotreby,
2. prijať opatrenia zamerané na úsporu energie a na zvyšovanie energetickej efektívnosti na ekonomicky efektívnom princípe,
3. znižovať závislosť dodávok energie z rizikových oblastí – diverzifikácia získavania zdrojov energií ako aj dopravných ciest,
4. využívať domáce primárne energetické zdroje na výrobu elektriny a tepla na ekonomicky efektívnom princípe,
5. zvýšiť využívanie kombinovanej výroby elektriny a tepla
6. využívať jadrovú energetiku ako diverzifikovanú, ekonomicky efektívnu a primerane environmentálne akceptovateľnú možnosť výroby elektriny,
7. zabezpečiť jadrovú bezpečnosť prevádzky jadrových elektrární,
8. zvyšovať podiel obnoviteľných zdrojov energie na výrobe elektriny a tepla s cieľom vytvoriť primerané doplnkové zdroje potrebné na krytie domáceho dopytu,
9. dobudovať sústavu a siete tak, aby boli schopné zabezpečiť bezpečný a spoľahlivý prenos, prepravu a distribúciu elektriny a plynu,
10. vybudovať nové spojovacie vedenia s cieľom zlepšiť prepojenie na vnútorný trh EÚ ako aj trh tretích krajín,
11. podporovať využívanie alternatívnych palív v doprave.

2.2 Dotácie na OZE 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 štvrtroku 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]

2.3 Dotácie na slnečné kolektory v roku 2019

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 zateplovanie alebo výmena okien) a následnej inštalácie zariadení na využívanie OZE.

OPRÁVNENÉ VÝDAVKY NA INŠTALÁCIU SLNEČNÝCH KOLEKTOROV

- 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, teplotonosná kvapalina, solárne rozvody, riadiaca jednotka);
- montážny materiál potrebný na zapojenie solárneho systému;
- montážne práce;
- skúšky a revízie potrebné na uvedenie zariadenia do prevádzky.

SADZBY A MAXIMÁLNE VÝŠKY PODPORY HODNOTY POUKÁŽKY

- Hodnota poukážky je závislá do výkonu zariadenia a splnenia podmienok uprednostnenia tak, ako sú definované vo Všeobecných podmienkach v článku E.
- Domácnosť v rodinnom dome deklaruje splnenie podmienok uprednostnenia čestným vyhlásením pri podaní žiadosti o vydanie poukážky. Pri bytových domoch, kde je povinnou prílohou k žiadosti o preplatenie energetický audit, musí konštatovať splnenie podmienok energetický audítor. Overenie splnenia podmienky je predmetom kontroly zo strany SIEA.
- Základná sadzba pri slnečných kolektoroch pre rodinný dom je 400 €/kW inštalovaného výkonu slnečných kolektorov, maximálna výška podpory je 1 400 € na inštaláciu.
- Sadzba pri slnečných kolektoroch pre bytový dom je 400 €/kW inštalovaného výkonu slnečných kolektorov v bytovom dome; maximálna výška podpory je v rozsahu najviac 1 kW inštalovaného výkonu kolektorov na každý byt v bytovom dome [3]

Tab. 1 Sadzby príspevku na slnečné kolektory [3]

Druh nehnuteľnosti / zariadenie	Sadzby a maximálne hodnoty príspevku pri uplatnení uprednostnenia v zmysle článku E. odsek 5., Všeobecných podmienok					
slnečný kolektor v rodinnom dome	bez uprednostnenia		a) realizované opatrenia alebo b) v oblasti nie je CZT +10%		a) realizované opatrenia a zároveň b) v oblasti nie je CZT +25%	
	sadzba €/kW	max. príspevok	sadzba €/kW	max. príspevok	sadzba €/kW	max. príspevok
	400 €/kW	1 400 €	440 €/kW	1 540 €	500 €/kW	1 750 €
slnečný kolektor v bytovom dome	bez uprednostnenia		b) v oblasti nie je CZT +10%			
	sadzba €/kW	max. príspevok	sadzba €/kW	max. príspevok		
	400 €/kW	podľa počtu bytov	440 €/kW	podľa počtu bytov		

3. VYUŽÍVANIE OZE EÚ A NA SLOVENSKU

Podiel energie z obnoviteľných zdrojov sa v EÚ za posledné roky prudko zvýšil. Presnejšie: podiel energie z obnoviteľných zdrojov na hrubej konečnej energetickej spotrebe sa v posledných rokoch takmer zdvojnásobil, a to z približne 8,5 % v roku 2004 na 17,0 % v roku 2016.

Tomuto pozitívnemu vývoju pomohli právne záväzné ciele týkajúce sa zvýšenia podielu energie z obnoviteľných zdrojov stanovené v smernici 2009/28/ES o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie. Európska únia ako celok je na ceste k dosiahnutiu cieľov stanovených do roku 2020, niektoré členské štáty však budú musieť vynakladať zvýšené úsilie, aby si splnili povinnosti súvisiace s dvoma hlavnými cieľmi: celkový podiel

energie z obnoviteľných zdrojov na hrubej konečnej energetickej spotrebe (pozri obrázok 1) a konkrétny podiel energie z obnoviteľných zdrojov v doprave (pozri obrázok 2).

Primárna výroba energie z obnoviteľných zdrojov v EÚ-28 v roku 2016 dosiahla 211 miliónov ton ropného ekvivalentu (toe). Množstvo energie z obnoviteľných zdrojov vyrobené v EÚ-28 sa v rokoch 2006 až 2016 zvýšilo spolu o 66,6 %, čo zodpovedá priemernému zvýšeniu o 5,3 % ročne.

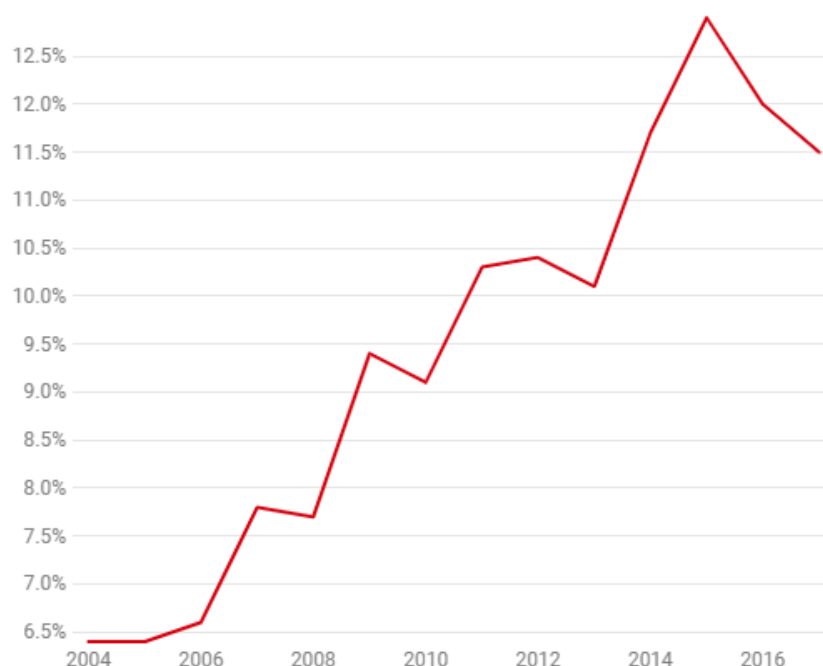
Najvýznamnejším zdrojom energie z obnoviteľných zdrojov v EÚ-28 bolo drevo a ďalšie tuhé biopalivá, ako aj obnoviteľný odpad, ktoré v roku 2016 tvorili 49,4 % primárnej výroby energie z obnoviteľných zdrojov (pozri obrázok 3). Druhým najvýznamnejším zdrojom, ktorý prispel do energetickej mixu energie z obnoviteľných zdrojov, bola vodná energia (14,3 % celkového objemu) a tretím veterná energia (12,4 %). Úroveň ich výroby síce zostala pomerne nízka, zvlášť rýchlo sa však zvýšil podiel veternej a slnečnej energie, pričom slnečná energia dosiahla 6,3 % podiel na energii z obnoviteľných zdrojov vyrobenej v EÚ-28 v roku 2016 a geotermálna energia 3,2 % podiel na celkovej výrobe energie z obnoviteľných zdrojov. Podiel výroby energie z prílivu, vln a oceánov je v súčasnosti veľmi nízky a tieto technológie sa využívajú predovšetkým vo Francúzsku a v Spojenom kráľovstve.

V roku 2016 tvorili obnoviteľné zdroje energie 13,2 % z hrubej domácej spotreby energie v EÚ-28. Najväčší podiel na mixe obnoviteľných zdrojov energie majú naďalej drevo a ostatné druhy tuhej biomasy. Už v roku 1990 dosiahol podiel vodnej energie a dreva spolu 91,5 %. Miera zvyšovania podielu týchto zdrojov sa odvtedy v porovnaní s ostatnými zdrojmi spomalila. V roku 2016 sa spoločný podiel vodnej energie a dreva znížil na 59,3 %. Grafický vývoj hrubej domácej spotreby energie z obnoviteľných zdrojov je znázornený na obrázku 4 (výroba elektriny tu nie je normalizovaná).

Podiel hrubej domácej spotreby energie, ktorá pochádzala z obnoviteľných zdrojov (pozri tabuľku 1), bol pomerne vysoký v Dánsku (28,7 %), Rakúsku (29,6 %) a vo Fínsku (30,7 %) a predstavoval viac ako jednu tretinu v Lotyšsku (37,2 %) a vo Švédsku (37,1 %), ako aj na Islande (82,7 %).

Podiel obnoviteľných zdrojov energie na hrubej domácej spotrebe by sa nemal zamieňať s podielom obnoviteľných zdrojov energie na hrubej konečnej energetickej spotrebe (pričom hrubá konečná energetická spotreba je oficiálny ukazovateľ monitorovania cieľa do roku 2020 stanoveného v smernici 2009/28/ES o podpore využívania energie z obnoviteľných zdrojov energie).

Celkový podiel OZE vzrástol z rovných 17 % v roku 2016 na 17,5 % v roku 2017, čísla sa však naprieč EÚ vyvíjali rôzne. Jedenásť štátov už svoje ciele do roku 2020 naplnilo. S podielom 54,5 % vedie rebríček štátov podľa využívania OZE v roku 2017 Švédsko, ďalej nasleduje Fínsko (41 %), Lotyšsko (39 %), Dánsko (35,8 %) a Rakúsko (32,6 %). Na opačnom konci štatistiky sú s najnižším registrovaným podielom OZE Luxembursko (6,4 %), Holandsko (6,6 %) a Malta (7,2 %). Na Slovensku podiel zelenej energie na koncovej spotrebe na rozdiel od väčšiny krajín medziročne klesol. Podobne ako v roku 2016. Kým v roku 2015 pokrývali OZE 12,9 % koncovej spotreby energií, v roku 2016 to bolo rovných 12 %. O rok neskôr už len 11,5 %. Ako ukazuje obr. 1, od priemeru EÚ sa tak Slovensko vzdialilo na päť percentuálnych bodov. Od nášho cieľa pre rok 2020 (14 %) nás delí 3,5 %.



Obr. 1 Podiel energie z OZE na koncovej spotrebe energie na Slovensku (2004-2017) [4]

4. ZÁVER

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.

Podakovanie

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>
- [4] https://ec.europa.eu/eurostat/statistics=Renewable_energy_statistics/sk

VYUŽÍVANIE OZE V ENERGETICKY AKTÍVNYCH BUDOVÁCH

doc. Ing. Daniel Kalús, PhD.,
Ing. Matej Kubica
Stavebná fakulta, Katedra TZB
STU v Bratislave
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: daniel.kalus@stuba.sk

Abstrakt

Na území Slovenskej republiky môžeme v súčasnosti vidieť veľkú nevôľu na strane investorov a projektantov vo využívaní obnoviteľných zdrojov energií, ktorá však, podľa prieskumov, bude postupne ustupovať a vytvorí tak priestor pre vyvíjané zariadenie. V príspevku je spracovaný možný spôsob smerovania vývoja kompaktných energetických zariadení s využitím obnoviteľných zdrojov tepla v energeticky aktívnych budovách, schémy zapojenia, spôsob merania a regulácie. Jednou zo zaujímavých novinek bude diagnostika výkonov celého systému napojeného na kompaktné energetické zariadenia čo prinesie väčšiu presnosť pri riadení, ale aj možnosť integrovať vynález do už existujúcich sústav vykurovania.

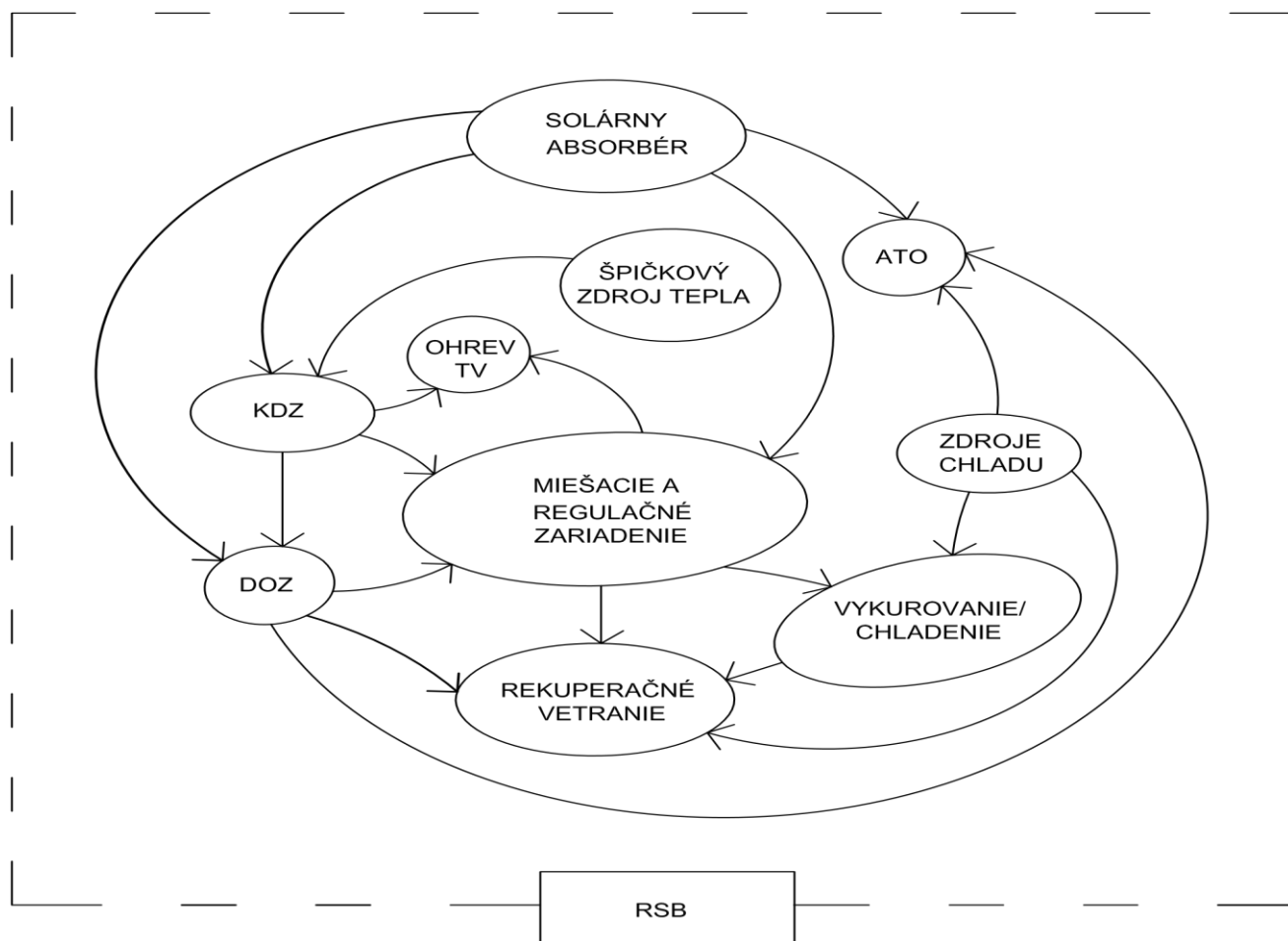
1. ÚVOD

V súčasnosti je snahou znižovať prevádzkové a investičné náklady na minimum s využitím obnoviteľných zdrojov energie. Energeticky efektívne budovy už nepotrebnú tradičné systémy vykurovania, ale čoraz viac sa využívajú na vykurovanie a chladenie veľkoplošné stavebné konštrukcie s využitím OZE. Do popredia sa dostávajú netradičné energetické systémy, ktoré sa navrhujú ako súčasť konštrukcie a tým sa podieľajú na tvorbe stavby už od samotného návrhu. Príspevok je zameraný na zhodnotenie potenciálu budúceho využitia kompaktných energetických zariadení, na jeho samotný vývoj a meranie. Celkové usporiadanie kompaktných energetických zariadení z bežne používaných komponentov pridáva nové možnosti ich využitiu, a to diagnostiky vykurovacej sústavy v rekonštrukciách a budovách s neúplným projektom skutkového stavu.

2. KOMPAKTNÉ ENERGETICKÉ ZARIADENIE PRE VYUŽÍVANIE OZE V ENERGETICKY AKTÍVNYCH BUDOVÁCH

Na základe úžitkového vzoru č. 5749 Spôsob prevádzky kombinovaného stavebno-energetického systému budov a zariadenie zapísanom v Banskej Bystrici v apríli 2011 sa podarilo zostrojiť funkčné laboratórium a sériu matematicko-fyzikálnych modelov kompaktných energetických zariadení pre využívanie OZE v energeticky aktívnych budovách, [2]. Podstata spôsobu prevádzky kombinovaného stavebno-energetického systému budov na základe výmeny a/alebo premeny energie podľa vynálezu spočíva v tom, že komplexná tvorba vnútorného prostredia budov s ohľadom na sezónne alebo okamžité požiadavky sa

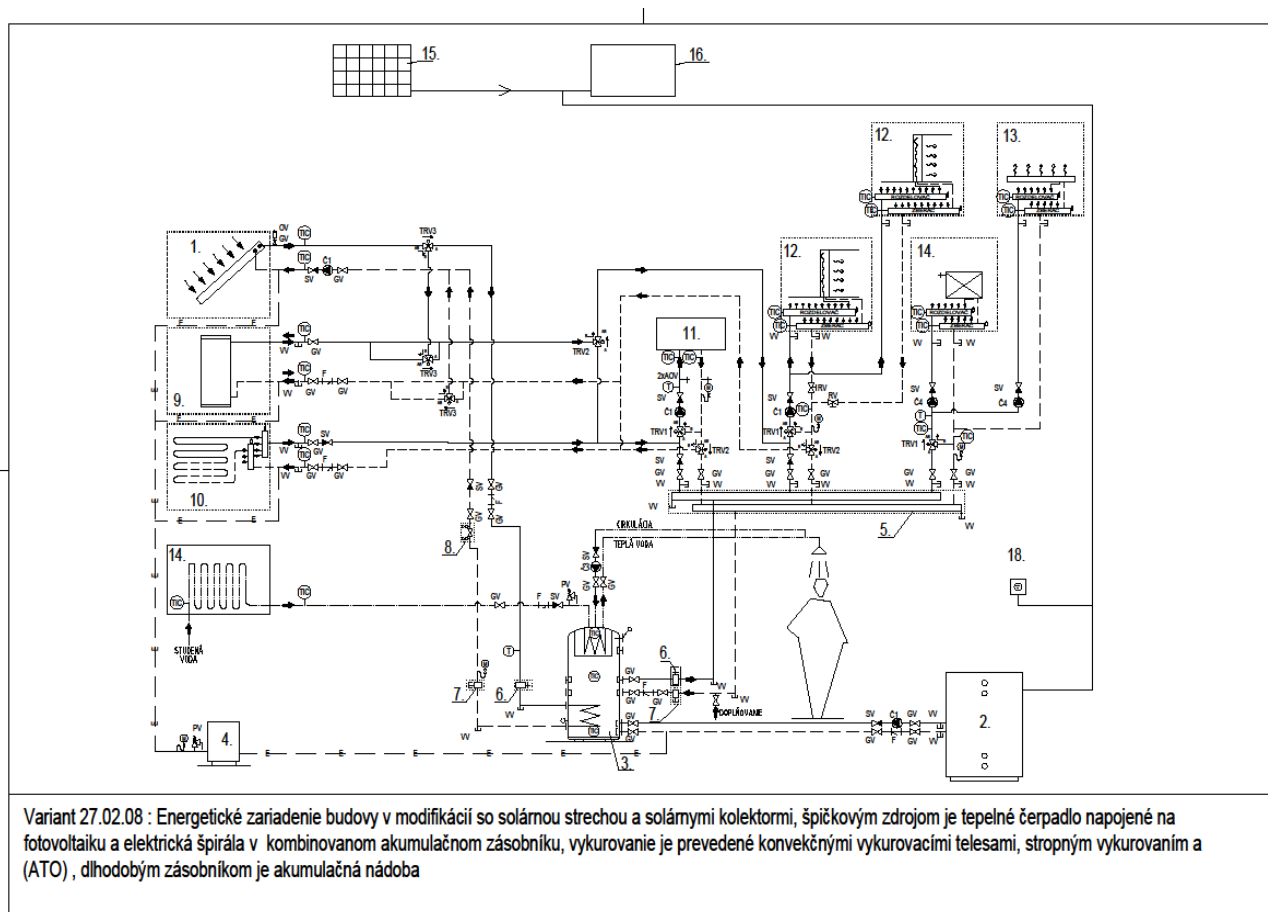
uskutočňuje akoukoľvek kombináciou riadenej absorpcie tepla, výroby tepla, chladu, akumulácie tepla, aktívnej tepelnej ochrany, nízko-teplotného, teplovzdušného vykurovania, chladenia, vetrania, ohrevu, predohrevu vody, využívania tepla z odpadovej teplej vody, využitia odpadového tepla z výrobných a technologických procesov pomocou riadiaceho systému budovy, ktorý aktívne upravuje teplotu teplotonosnej látky pomocou špičkového zdroja tepla špičkového zdroja chladu a pomocou krátkodobého zásobníka tepla a krátkodobého zásobníka chladu, [2].



Obr. 1 Principiálna schéma zapojenia kombinovaného stavebno-energ. systému [2]

3. MATEMATICKO – FYZIKÁLNE MODEL Y

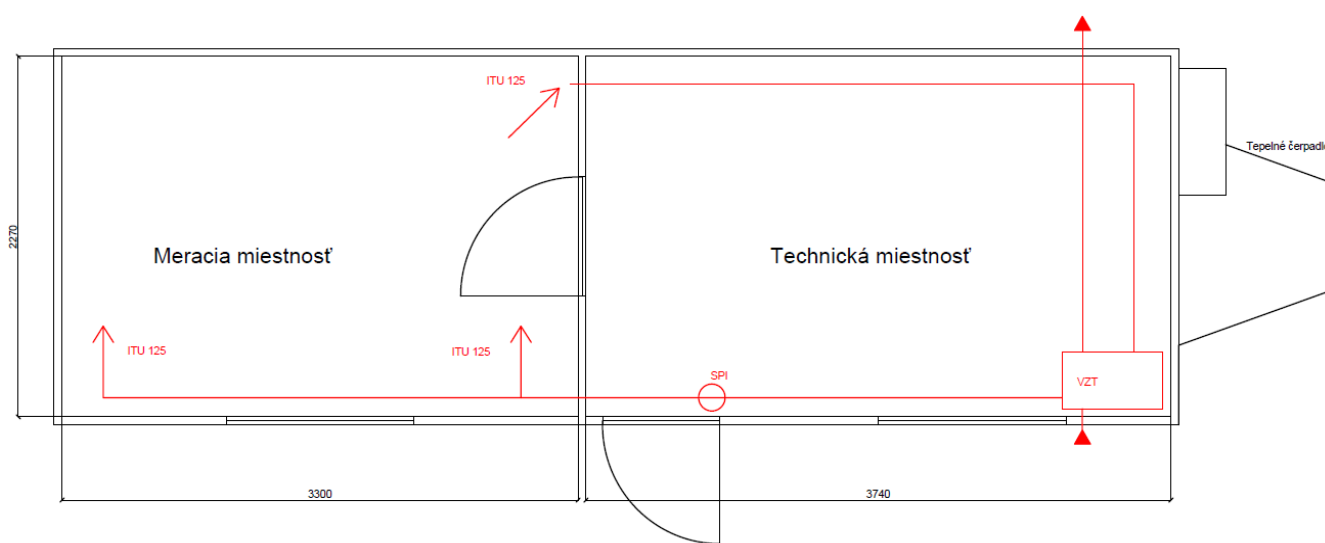
Na základe úžitkového vzoru č. 5749 boli vytvorené matematicko-fyzikálne modely kompaktných energetických zariadení pre využívanie OZE v energeticky aktívnych budovách, pri ktorých skúmame optimálne poradie zapojenia akumulácie a výroby tepla kombináciou viacerých zdrojov energie. Takisto skúmame optimálne výkony a veľkosti týchto zariadení. Pri tvorbe matematicko-fyzikálnych modelov sme dosiahli cez 50 000 variantov zapojení a to iba so zariadeniami ponúkaných na slovenskom a rakúskom trhu. Z variant zapojení sme si pre samotný výskum a vývoj vybrali tie, ktoré sú v súčasnosti najpoužívanéjšie pri individuálnej bytovej zástavbe. Jeden z možných variantov je zobrazený na obr.2. Matematicko- fyzikálne modely obsahujú alternatívny zdroj energie (solárny ohrev vody, FV články a iné), špičkový zdroj (tepelné čerpadlo, kotol na elektrickú energiu, kotol na biomasu, kogeneračnú jednotku), dva krátkodobé zásobníky, zásobník na teplú vodu s vlastným ohrevom, jednotku na spätné získavanie tepla, chladiaci okruh.



Obr. 2 Matematicko-fyzikálny model – variant 27.02.08 [2]

4. EXPERIMENTÁLNE MERANIA

Experimentálne meranie prebiehali v mobilnom laboratóriu. Na základe experimentálnych meraní sa optimalizovalo mobilné laboratórium a zapojenie budúceho kompaktného energetického zariadenia pre využívanie OZE v energeticky aktívnych budovách.



Obr. 3 Pôdorysná schéma mobilného laboratória [2]

4.1 Mobilné laboratórium

Pre zostrojenie mobilného laboratória, obr.3 a obr.4, sa využili principiálne schémy a matematicko-fyzikálne modely. Po oprave chýb z projekcie sa začali merania a optimalizácia zariadení pre využívanie OZE v energeticky aktívnych budovách. V laboratóriu sú inštalované vákuové solárne kolektory, fotovoltaické panely, tepelné čerpadlo vzduch-voda s možnosťou výroby tepla alebo chladu a ventilačná jednotka so spätným získavaním tepla a zásobník TV s elektrickým ohrevom.



Obr. 4 Mobilné laboratórium pohľad na solárne termické a fotovoltaické panely [Kubica]

Obvodové steny sú zostrojené z tehly Heluz 80, izolované kontaktným zatepľovacím systémom hrúbky 50 mm s integrovaným potrubím určeným na vykurovanie a ďalšou vrstvou izolácie hrúbky 50 mm – **aktívna tepelná ochrana**.

Aktívna tepelná ochrana, inak známa ako termoblokácia, využíva teplotnosnú látku s nízkymi teplotami medzi 18°C až 25°C. Princípom je zmenšenie, zastavenie alebo obrátenie tepelného toku z interiéru do exteriéru v zime a naopak v lete. Systém aktívnej tepelnej ochrany zvyšuje využiteľnosť solárnych kolektorov.



Obr. 5 Meteorologická stanica [Kubica]

Laboratórium je mobilné s možnosťou pripojenia sa na diaľku, čo dovoľuje vykonávať merania z ktoréhokoľvek miesta na území Slovenskej Republiky, ale aj v zahraničí. Umiestnenie musí brať ohľad na požiadavky kladené meteorologickou stanicou umiestnenou na streche laboratória, obr.5. Meteorologickou stanicou Oregon Scientific WMR-928 meriame pre našu potrebu vonkajšiu teplotu θ_e v °C, orientáciu a intenzitu prúdenia vetrov v m/s. Merania musia prebiehať kontinuálne počas celého roka, aby sa zistilo množstvo akumulovanej energie v dlhodobom zásobníku a množstvo energie, ktoré sme schopný využiť.

Na každom prívodnom a vratnom potrubí sekundárnych okruhov sú umiestnené príložné snímače teploty Honeywell C7041 Electronic Temperature Sensors s meracím rozsahom -40 až 120°C, obr.6. Na dlhodobom zásobníku tepla s objemom 300 l meriame totožnými kontaktnými snímačmi teplotu v polohách vrch, stred, spodok. Na krátkodobom zásobníku tepla s objemom 100 l meriame teplotu v polohe vrch, stred. Zásobník TV má snímanú teplotu v polohe stred.



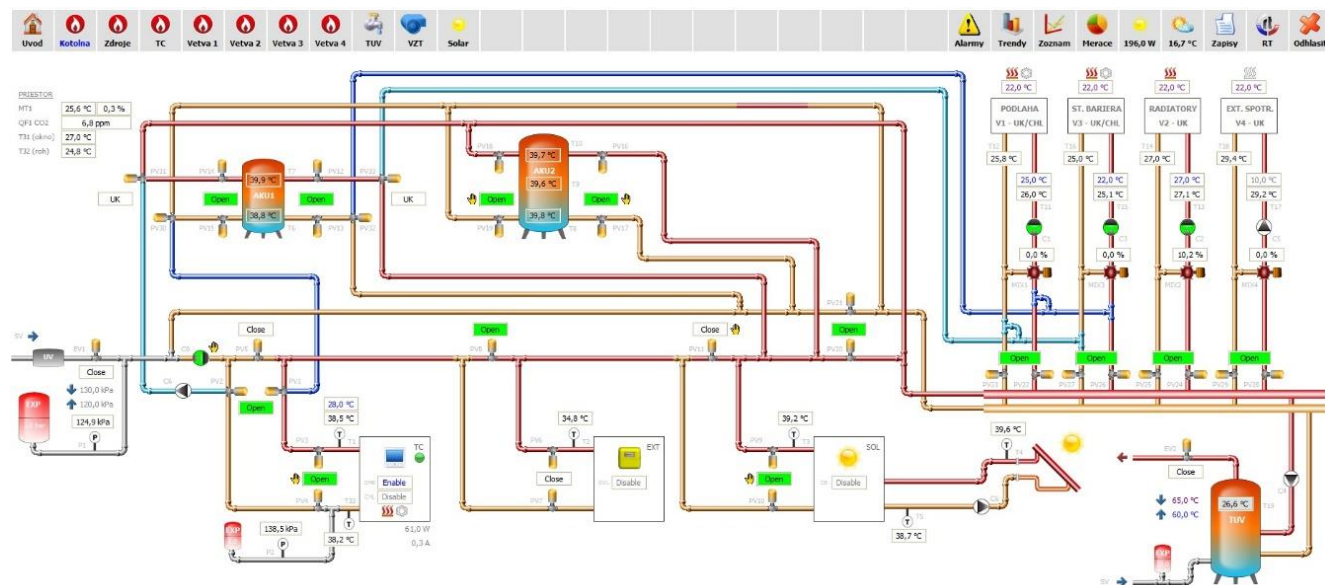
Obr. 6 Vetvy sekundárnych okruhov zľava podlahové vykurovanie, aktívna tepelná ochrana, konvekčné doskové vykurovacie teleso, exteriérový spotrebič, TV [Kubica]

Systém je možné doplniť ďalšími snímačmi teploty na doplnkových zdrojoch. Riadiaci modul tepelného čerpadla sníma všetky veličiny a spolupracuje s modulom kompaktného zariadenia. Všetky výstupné informácie je možné spracovať matematickým konfigurátorom firmy Microsoft.

Vzdialený prístup umožňuje sledovať a nastavovať skutočné a požadované veličiny podľa potrieb vykonávaných meraní. Softvér zaznamenáva merané stavy veličín v päť minútových intervaloch. Softvér vie vytvoriť rôzne časové grafy s priebehom teplôt, vlhkosti, spotreby prípadne stavu nabitia akumulátorov. V prípade potreby vieme všetky hodnoty exportovať do iného výpočtového programu, obr.7.

Hlavnými meranými veličinami boli : stav nabitia batérií v percentách, elektrický prúd do spotrebičov meraný v Ampéroch, výkon do spotrebičov meraný vo Wattoch, elektrický prúd z fotovoltiky meraný v Ampéroch, príkon z fotovoltiky meraný vo Wattoch, elektrická energia získaná z fotovoltiky meraná kilowatthodinách, výstup teploty z tepelného čerpadla meraný

v stupňoch Celzia a výstup teploty zo solárnych kolektorov meraný v stupňoch Celzia. Ďalšími sledovanými hodnotami boli teploty na vykurovacích vetvách a zásobníkoch vody.



Obr. 7 Vizualizácia mobilného laboratória v softvéri [Kubica]

5. ZÁVER

Výskum a vývoj kompaktného energetického zariadenia je priamou reakciou na súčasnú politiku Európskej únie v znižovaní energetickej náročnosti budov, vo využívaní OZE a efektívnemu využívaniu energií v energeticky aktívnych budovách. Kompaktné energetické zariadenie bude spĺňať súčasné a budúce požiadavky na dodávku energie pre rodinné a malé bytové domy vyplývajúce zo Smernice Európskeho parlamentu a Rady 2010/31/EU zo dňa 19. mája 2010 o energetickej náročnosti budov, ktorá nahradila predošlú legislatívu z roku 2002 so všetkými neskôr prijatými zmenami.

Podakovanie

Tento príspevok vznikol vďaka podpore Ministerstva školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky v rámci grantu KEGA 044STU-4/2018.

Literatúra

- [1] Preklad európskeho patentového spisu EP 2 572 057 B1. Tepelno-izolačný panel pre systémy s aktívnym riadením prechodu tepla. Pôvodca: doc. Ing. Daniel Kalús, PhD. Dátum vydania európskeho patentového spisu: 15.10.2014. Dátum sprístupnenia prekladu patentového spisu verejnosti: 2.10.2015. Vydal: Úrad priemyselného vlastníctva Slovenskej republiky, Banská Bystrica, 2015, číslo dokumentu E 18881.
- [2] Kalús, D. - Osvedčenie o zápise úžitkového vzoru č. 5749 Spôsob prevádzky kombinovaného stavebno-energetického systému budov a zariadenie, Banská Bystrica, apríl 2011.

NOVÉ SYSTÉMY LOGITEX PRE NULOVÉ DOMY

Ing. Daniel Lako

LOGITEX, s.r.o.

Športovcov 884/4

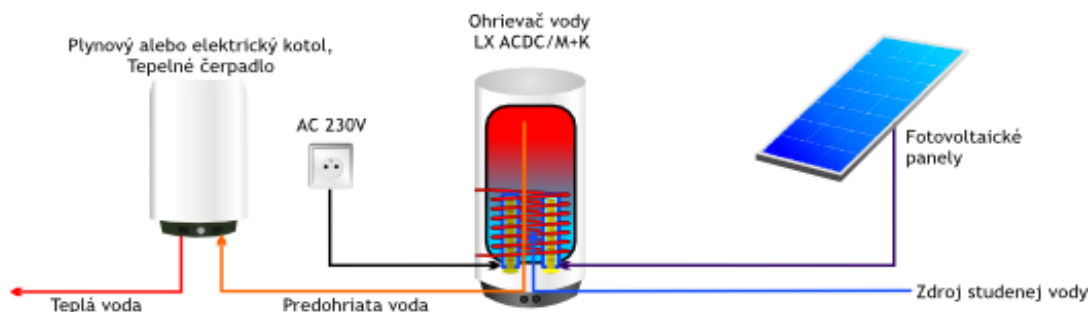
020 01 Púchov

e-mail: lako@logitex.sk

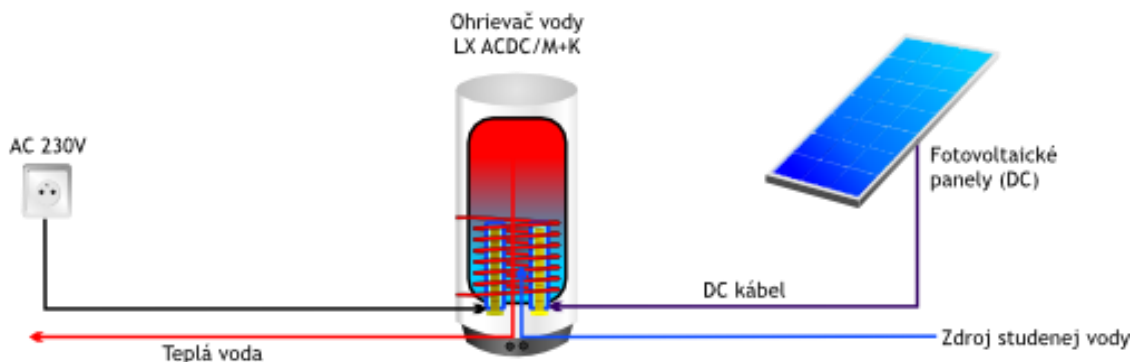
LOGITEX

Nové systémy LOGITEX pre nulové domy

V roku 2008 sme si dali otázku: kde sa dá okrem batérií elektrická energia z fotovoltaiiky ešte uskladniť? No predsa do vody. Do nádoby ohrievača vody. Touto cestou sme sa vydali a dosiahli sme cieľ. Vyrábame ohrievače vody, ktoré na ohrev používajú elektrickú energiu z fotovoltaiických panelov (Obr. 1 – 3).



Obr. 1



Obr. 2

Typy ohrievačov vody LX ACDC/M+K (KW)

Typ ohrievača	Prúd pre ohrev	Tepelné straty kwh/24h	Objem (l)	Hmotnosť (kg)	Výška x Priemer (mm)	Výkonová rada	Výkon AC špirály kW
LX ACDC/M+K 100	AC+DC	0,88	100	46/62	961 x 524	A, B, C	2
LX ACDC/M+K 125	AC+DC	1,09	125	52/68	1 126 x 524	A, B, C	2
LX ACDC/M+K 160	AC+DC	1,39	160	62/78	1 315 x 524	A, B, C	2
LX ACDC/M+K 200	AC+DC	1,40	200	80/96	1 375 x 584	A, B, C	2
LX ACDC/M+K KW 200	AC+DC	1,40	200	80/96	1 375 x 584	A, B, C	2

Výkonnostná rada: A = 1,1 kW B = 1,6 kW C = 2,3 kW, Elektrické krytie: IP 45

Všetky typy ohrievačov vody LX ACDC/M+K a M+KW majú zabudovanú univerzálnu špirálu pre jednosmerný prúd z panelov. Na univerzálnu špirálu možno pripojiť fotovoltaický zdroj 1,1 kW (130 V DC) alebo 1,6 kW (190 V DC), alebo 2,3 kW (260 V DC).

LOGITEX® HYBRIDNÉ OHRIEVAČE VODY

OHREV VODY A KÚRENIE










OHREV VODY

POMOCOU FOTOVOLTAICKÝCH PANELOV

ZÁVESNÉ OHRIEVAČE VODY LX ACDC/M+K(W)

Typ ohrievača	Fotovoltaický zdroj
LX ACDC/M+K 100 L	1 - 2 kW
LX ACDC/M+K 125 L	
LX ACDC/M+K 160 L	
LX ACDC/M+K 200 L	
LX ACDC/M+K KW 200 L	

STACIONÁRNE ZÁSOBNIKY VODY S, NTR, NTRR

Typ ohrievača	Fotovoltaický zdroj
LX OK(E) 200 L	1 - 6 kW
LX OK(E) 250 L	
LX OK(E) 300 L	
LX OK(E) 400 L	
LX OK(E) 500 L	

STACIONÁRNE AKUMULAČNÉ NÁDRŽE VODY

Typ ohrievača	Fotovoltaický zdroj
LX NAD, NADO 300 L	1 - 18 kW
LX NAD, NADO 400 L	
LX NAD, NADO 500 L	
LX NAD, NADO 750 L	
LX NAD, NADO 1000 L	

1,0 kW (120V DC)



1,5 kW (180V DC)

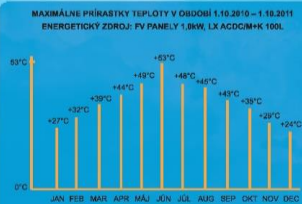


2,0 kW (240V DC)



MAXIMÁLNE PRÍRASTKY TEPLÔTY V OBDOBÍ 1.10.2010 - 1.10.2011

ENERGETICKÝ ZDROJ: FV PANELE 1,0kW, LX ACDC/M+K 100L



MAXIMÁLNA HODNOTA OHREMU VODY V MESAČI JÚN (22.06.2011) - 53°C

ENERGETICKÝ ZDROJ: FV PANELE 1,0kW, LX ACDC/M+K 100L



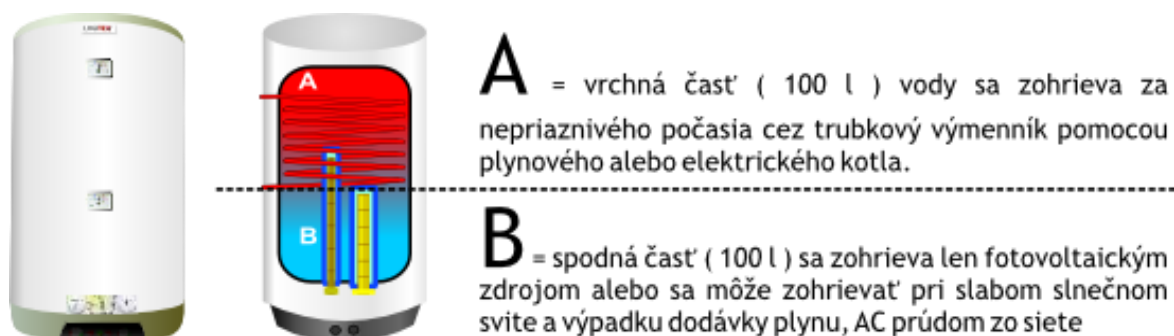
MAXIMÁLNY TEPELNÝ PRÍRÁSTOK ZA 1 HODINU

Objem zásobníka	1,0 kWh	1,5 kWh	2,0 kWh
100 l	8,8 °C	13,2 °C	17,6 °C
125 l	7,3 °C	11,0 °C	14,7 °C
160 l	5,8 °C	8,8 °C	11,7 °C
200 l	4,4 °C	6,6 °C	8,8 °C



Obr. 3

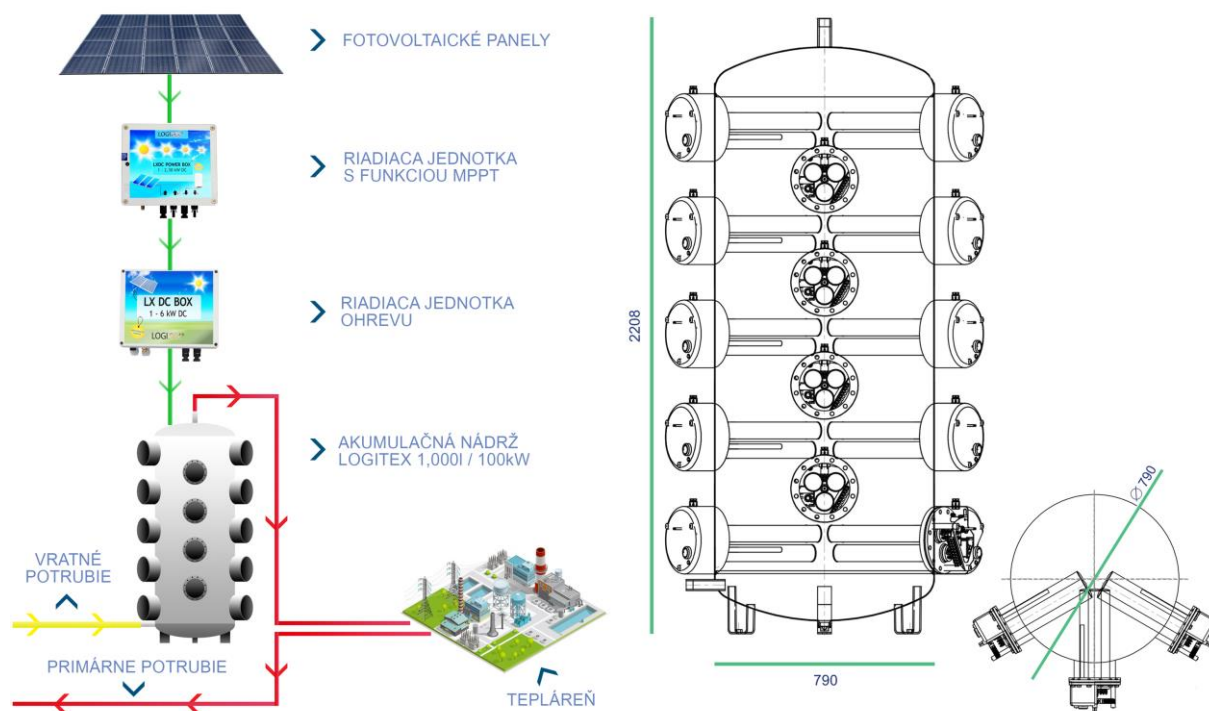
Naším patentovaným riešením je regulácia tepelných ochranných prvkov i napriek tomu, že vyrobený jednosmerný prúd je priamo napojený na výhrevnú špirálu. Jednoduché a účinné. Také zadanie sme si dali a tak fungujú aj naše ohrievače vody. Zo sériovou výrobou sme začali v roku 2010. V roku 2012 sme pripravili nové modelové rady „M“ a „M+K“. Začiatkom roka 2013 sme uviedli na trh nový model LX ACDC/M + KW 200 L. Je to špeciálny zásobník pre plynové a elektrické kotle. Dá sa použiť aj ako ekologický elektrický kotol pre kvapalné podlahové kúrenie v pasívnych domoch (Obr. 4).



Obr. 4

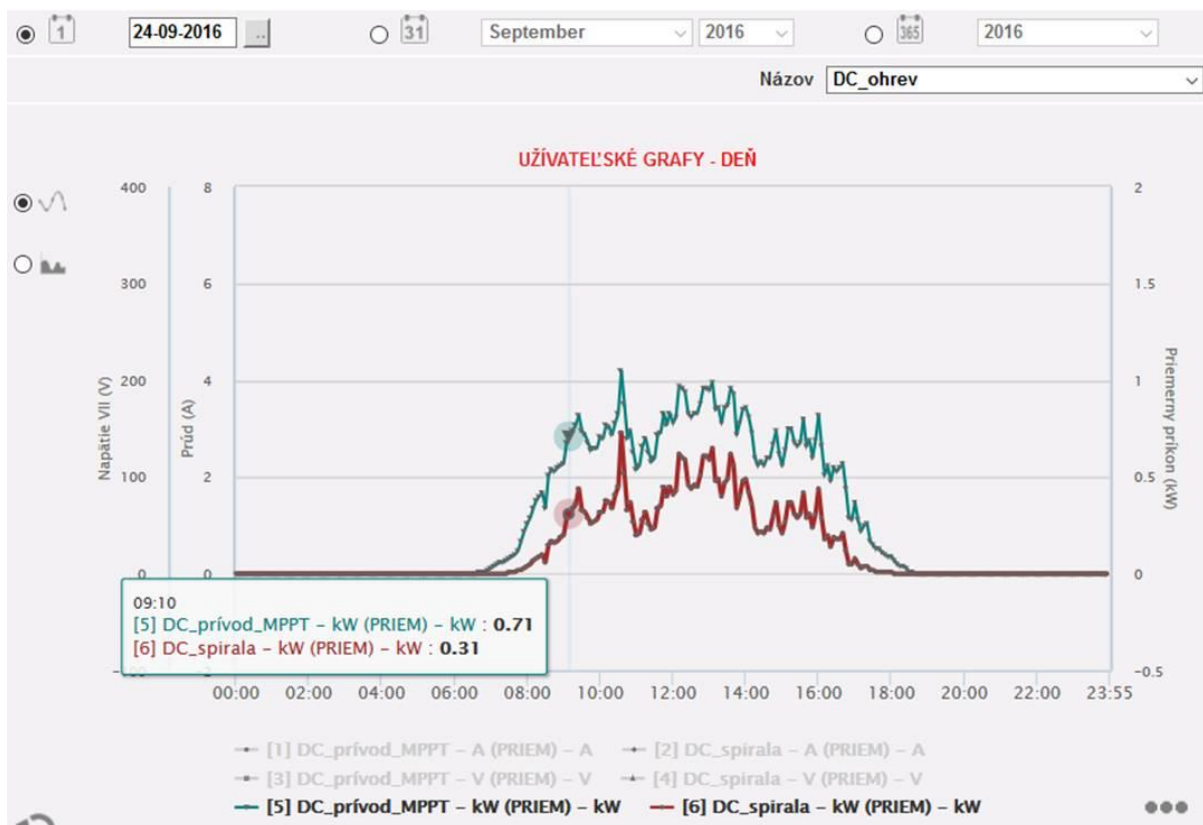
V druhom polroku 2013 sme začali na trh dodávať 300 L stacionárny zásobník s možnosťou pripojenia od 1-6 kW z fotovoltického zdroja. V prvom polroku 2014 sme rozšírili sortiment o stacionárne zásobníky s objemom do 2000L, s možnosťou pripojenia až 200kW DC z fotovoltického zdroja. Takéto veľké systémy sú určené hlavne pre teplárne (Obr. 5).

SCHÉMA ZAPOJENIA SYSTÉMU DO CZT



Obr. 5

V druhom polroku 2014 sme uviedli na trh fotovoltaické kúrenie. Začiatkom roka 2015 sme k závesným ohrievačom vody 100L až 200L pridali nové funkcie ako napríklad bezpotencionálne pripojenie a ON/OFF GRID. Od mája 2015 sme uviedli na trh v Európe vynikajúci technický doplnok k našim hybridným systémom. Je to MPPT regulátor s viacerými originálnymi funkciami LXDC POWER BOX 1-2,3 kW DC, ktorý výrazne zvyšuje výhrevný výkon z fotovoltaických panelov, čím výrazne zvyšujeme výkonnosť našich systémov a dokážeme posunúť hranicu využiteľnosti výroby elektriny z fotovoltaických panelov k 99 % čo patrí k najefektívnejšiemu využitiu ekologicky vyrobenej elektriny na svete. Obr. 6:



Obr. 6

V roku 2017 sme doplnili do našej zostavy nabíjač batérií, čím rozširujeme použitie nášho systému a okrem akumulácie elektriny vo forme tepla do zásobníka vody, umožníme akumulovať elektrinu aj do batérii. Obr. 7:



Obr. 7

V roku 2018 sme vyrobili prvú Hybridnú klimatizáciu LX 35 ktorá sa pripája k našej riadiacej jednotke LXDC BOX a prednostne spotrebováva jednosmerný prúd z fotovoltaických panelov pre výrobu tepla a chladu. Obr. 8 a 9:

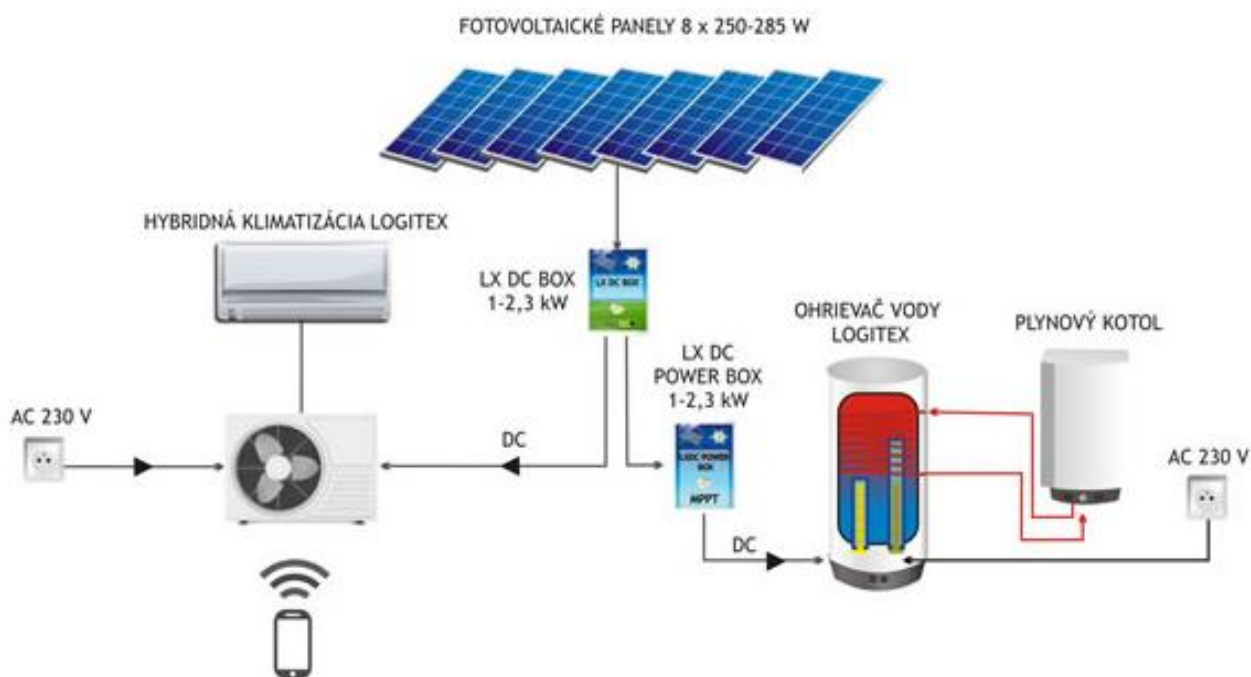


Obr. 8



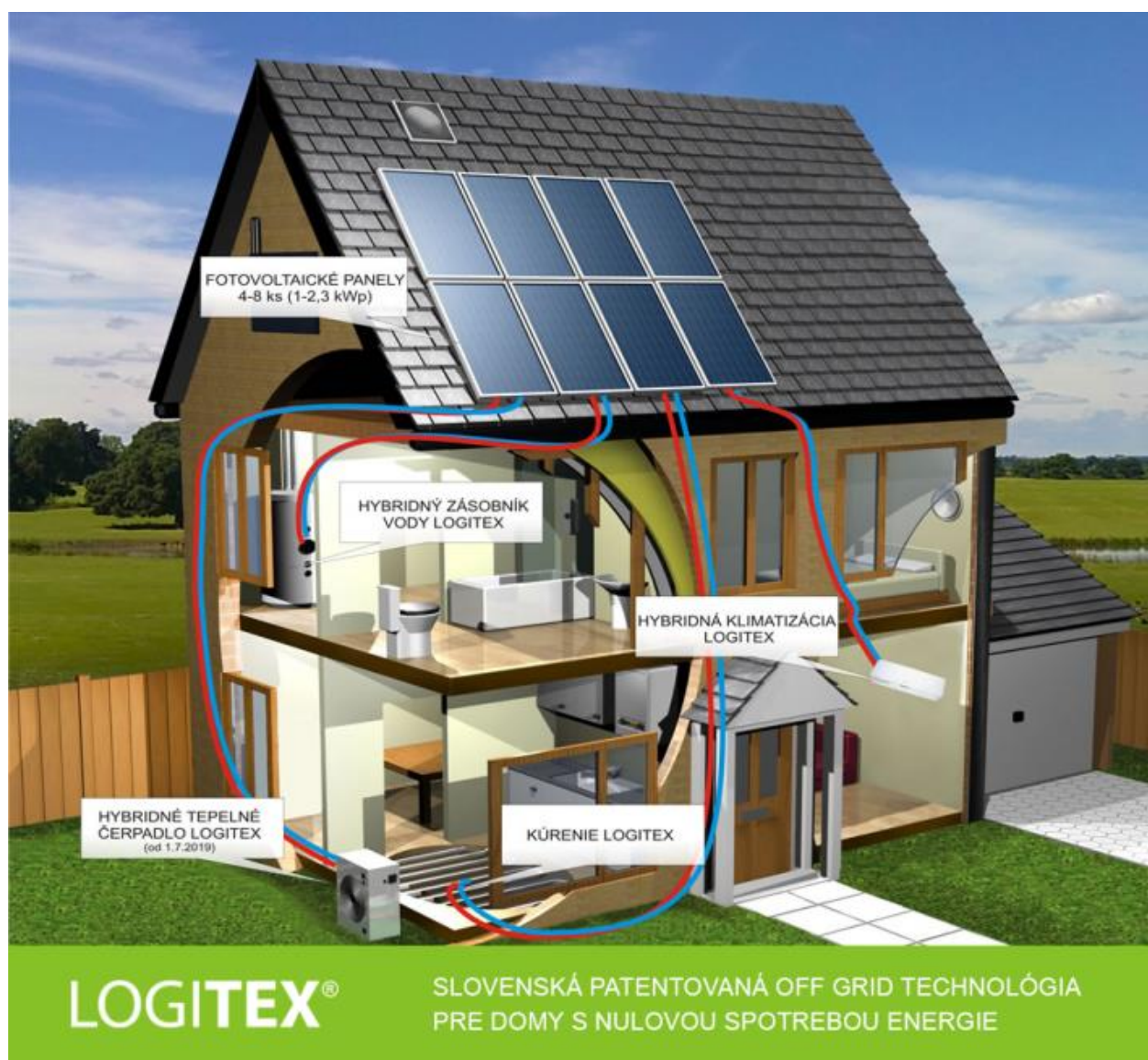
Obr. 9

V druhom polroku 2019 dáme na trh Hybridné tepelné čerpadlo ktoré rovnako ako naša klimatizácia znásobuje vyrobenú elektrinu z fotovoltaiky, čím sa výrazne skracuje investícia do našich zariadení. My nielen šetríme životné prostredie ale prinášame jednoduché a cenovo jvýchodnejšie riešenie pre splnenie energetických parametrov Nulových domov.



Obr. 10

Chceme, aby naše výrobky prinášali ľuďom úžitok a radosť. Chceme, aby mali dobrý pocit z toho, že prispievajú k ochrane životného prostredia. A chceme, aby sa pri doručení faktúry za elektrinu alebo plyn, objavili spokojné úsmevy na tvárach ľudí ktorí si zohrievajú vodu, kúria a chladia našimi výrobkami.



III. SEKCIA

GEOTERMÁLNA ENERGIA

vedie: prof. Ing. Ján Takács, PhD.

- ❖ *Ján Takács*
- ❖ *Jiří Hirš, Denis Miček, Igor Miček*
- ❖ *Ján Takács, Soňa Gažíková*
- ❖ *Ildikó Dobis*
- ❖ *Martin Kandráč*

VYUŽÍVANIE GEOTERMÁLNEJ ENERGIE V MESTE GALANTA

prof. Ing. Ján Takács, PhD.

Katedra TZB

Stavebná fakulta STU v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

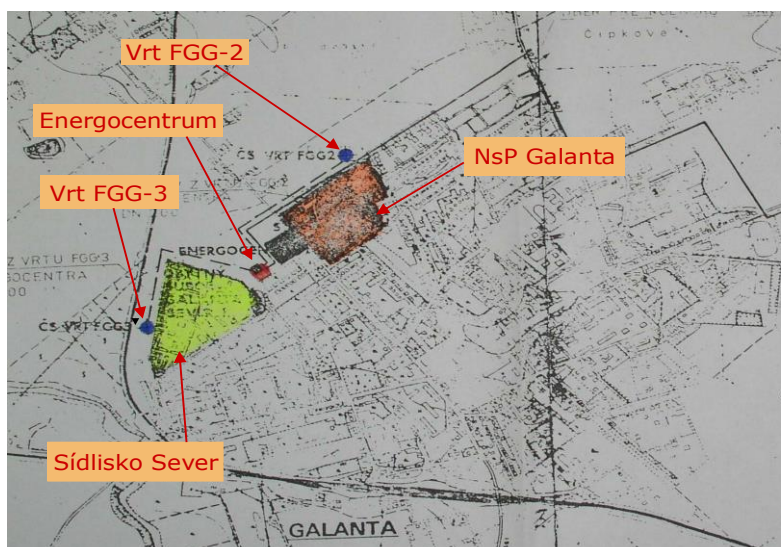
e-mail: jan.takacs@stuba.sk

Abstrakt

V meste Galanta sú dva aktívne geotermálne vrty, ktoré patria medzi vrty rezervoára Podunajskej panvy. Geotermálny vrt FGG-2 bol realizovaný v r. 1983 v rámci výskumného programu GÚDŠ. O rok neskôr /r. 1984/ z poverenia ZsKNV v rámci stavebného experimentu bol navrhnutý geotermálny vrt FGG-3. Tepelná energia geotermálnej vody (GTV) z vrtovej bola určená ako zdroj tepla pre 1236 bytov na sídlisku Galanta - Sever, NsP Galanta a pre objekty občianskej vybavenosti. Tento zámer toho času nebol realizovaný z dôvodu nedostatku financií. Po spoločenskej zmene sa vytvorili podmienky vrátiť sa k projektu na podnikateľskom základe. Vytvorila sa spoločnosť s ručením obmedzením Galantaterm, ktorá od roku 1996 s využitím geotermálnej energie (GE) zásobuje teplom a TV byty spolu s občianskou vybavenosťou sídliska Galanta–Sever a NsP Galanta.

1. SKLADBA GEOTERMÁLNEHO ENERGETICKÉHO SYSTÉMU

Primárnym zdrojom tepla pre potreby geotermálneho energetického systému (GES) je tepelná energia GTV z vrtovej FGG-2 a FGG-3. Situačná mapa GES je na obr.1. GE pokrýva potrebu tepla odberných objektov až do priemernej dennej vonkajšej teploty 2 °C.

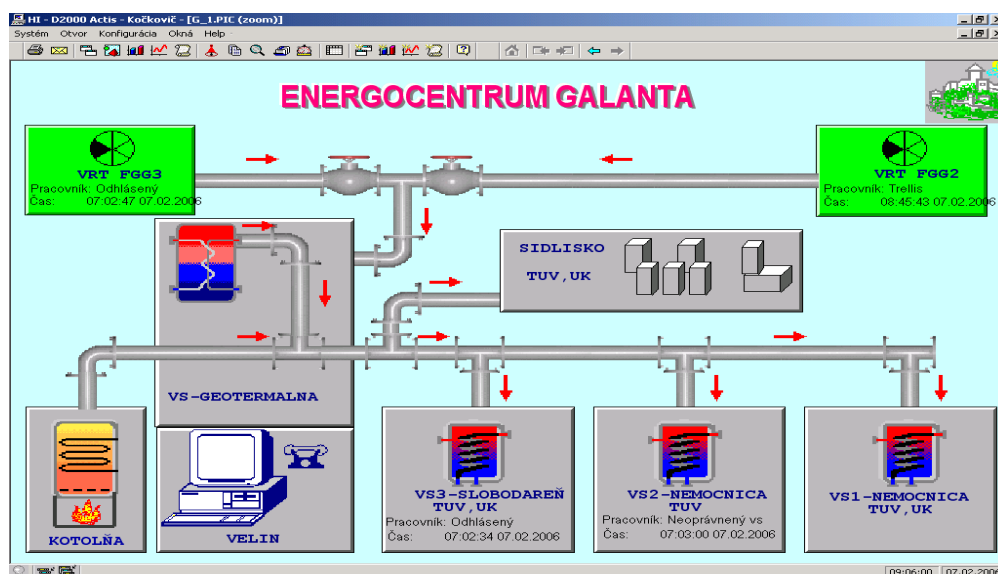


Obr. 1 Situačná mapa

Pri nižších teplotách je uvádzaný do prevádzky špičkový zdroj tepla na zemný plyn, ktorý potrebné množstvo energie doplní. Špičkový zdroj zároveň slúži ako záložný zdroj tepla pri prípadnej poruche vrtov.

Základné časti energetického systému sú zobrazené na obr. 2, a tvoria ho:

- Primárny zdroj tepla - Vrtý FGG-2 a FGG-3
- Geotermálna odovzdávacia stanica tepla
- Špičkový -náhradný zdroj tepla
- Vykurovacia sústava sídliska Galanta - Sever
- Vykurovacia sústava v areáli NsP Galanta



Obr. 2 Základná schéma energetického systému

2. PRIMÁRNÝ ZDROJ TEPLA - VRTY FGG-2 a FGG-3

GTV sa ťaží hlbinným čerpadlom poháňaným elektromotorom, ktorý je vybavený frekvenčným meničom otáčok. V súčasnosti na čerpanie GTV vo vrte FGG-2 sa skúša ponorné čerpadlo typu E-TECH 6" HI-TEMP 90 C Franklin Electric. Parametre vrtov sú v tab.1

Tab.1. Charakteristické parametre geotermálnych vrtov

Vrt	Jednotka	FGG-2	FGG-3
Rok odvrtania	(m)	1982-1983	1984
Konečná hĺbka	(m)	2101	2102
Otvorený interval	(m)	1706-1932	1731-1999
Produkčné súvrstvie		Pieskovec	Pieskovec
Paženie /0-300/	(mm)	245	245
Teplota na ústí	(°C)	78	77
Výdatnosť voľným prelivom	(l/s)	20,0	25,0
Doporučená ťažba /r.1998/	(l/s)	15,8	18

Prevádzku riadi počítač a zabezpečuje, aby za každých podmienok z vrtov bolo odobraté len také množstvo GTV, koľko vykurovacia sústava práve vyžaduje. Po odplynení sa GTV

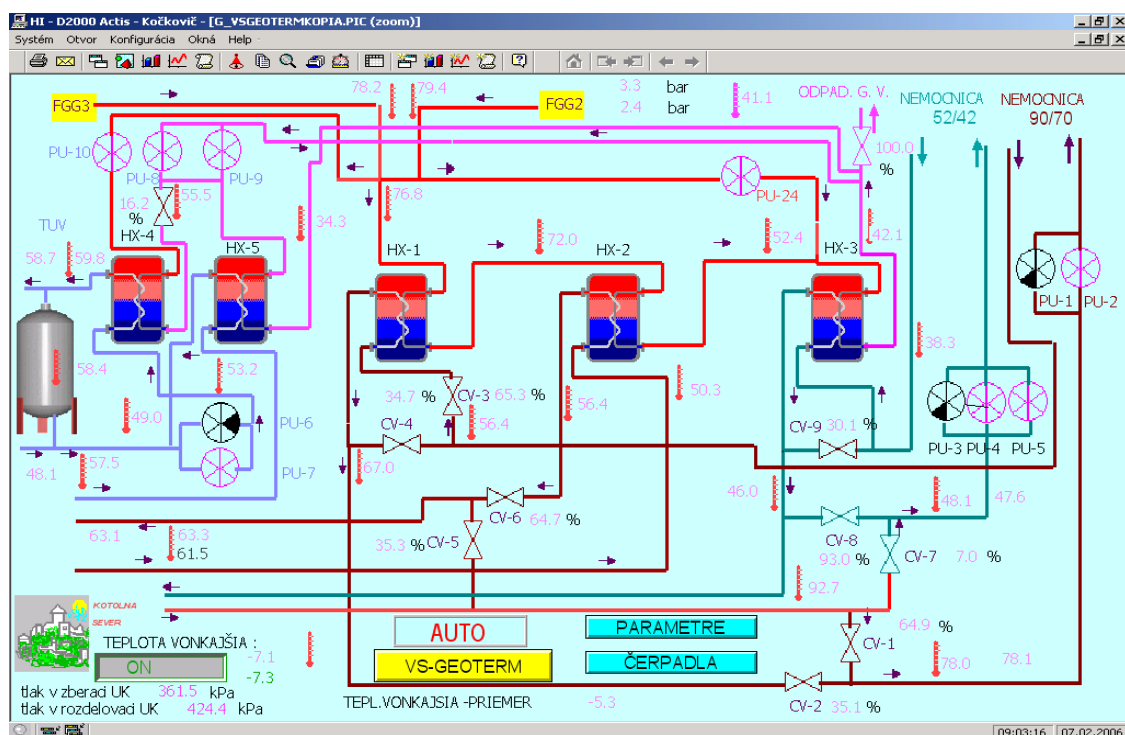
dopravuje do geotermálnej výmenníkovej stanice (GVS) predizolovaným oceľovým potrubím uloženým v bezkanálovom vyhotovení.

3. GEOTERMÁLNA VÝMENNÍKOVÁ STANICA TEPLA

GVS slúži ako základná stanica odovzdania tepelnej energie GTV do rozvodov sekundárneho okruhu. GTV čerpané z vrtov FGG-2 a FGG-3 sú privedené do zberača v GVS. Následne prechádzajú sústavu doskových výmenníkov, a postupne odovzdávajú tepelnú energiu do jednotlivých vykurovacích sústav sekundárneho okruhu. Účelom je dosiahnutie maximálneho vychladenia GTV pri minimálnom odbere z vrtov. Pri využívaní energie geotermálnej vody (EGTV) v zásade môžeme rozlíšiť dve hlavné časové obdobia - letnú a zimnú prevádzku. Na obr. 3 je zobrazená technologická schéma výmenníkovej stanice.

Využívanie EGTV v zimnom – vykurovacom období:

Na strane vykurovania sa aplikuje trojstupňový kaskádový spôsob využívania. GTV postupne prechádza výmenníkom tepla HX-1, HX-2 a HX-3 a cez výmenníky odovzdá tepelnú energiu do jednotlivých vykurovacích sústav. Na strane prípravy TV sa využíva dvojstupňový spôsob využívania GE. GTV postupne prechádza výmenníkom tepla HX-4 a HX-5.



Obr. 3 Technologická schéma geotermálnej výmenníkovej stanice

Vykurovací sústava je rozdelená na nasledujúce okruhy:

- Vykurovací okruh 90/70 °C – konvekčné (radiátorové) vykurovanie v areáli, NsP Galanta využívaný aj na prípravu TV vo výmenníkových staniciach VS1, VS2 a VS3. Celkový tepelný výkon je 3 060 kW, z toho cez výmenník HX-1 je dodaný výkon 1 800 kW GE. Systém pracuje celý rok a riadi výkon vrtov počas letnej prevádzky,

- Vykurovací okruh 72/52 °C – vykurovanie bytových domov na sídlisku Sever - celkový tepelný výkon 6 500 kW, z toho dodaný výkon GTV 4 000 kW cez výmenník HX-2. Systém pracuje cez vykurovacie obdobie a v tomto období riadi výkon vrtov,
- Vykurovací okruh 52/42 °C – sálavé stropné vykurovanie v nemocnici s poliklinikou. Celkový tepelný výkon okruhu je 2 740 kW, z toho výkon dodaný GTV 2 300 kW cez výmenník HX-3,
- Okruh pre prípravu TV na 55 °C – kombinovaný spôsob prípravy pre sídlisko Sever Galanta - predohrev vo výmenníku HX-4 s výkonom 810kW, dohrev vo výmenníku HX-5 1 550 kW a akumulácia v zásobníku s objemom 8 000 l. Príprava TV v energocentre je realizovaná výhradne GE.

Využívanie EGTV v letnom období:

Využívanie EGTV je zamerané na prípravu TV pre sídlisko Sever a NsP Galanta:

- Pre sídlisko sa využíva dvojstupňový spôsob využívania GE. V systéme sú osadené dva výmenníky. Výmenník HX-5 zabezpečuje predohrev privádzanej studenej vody. Výmenník HX-4 zabezpečuje dohrev TV,
- Pre nemocnicu s poliklinikou cez výmenník HX-1 je zabezpečená príprava TV. V letnom období je prietok GTV riadený podľa konštantnej teploty 60 °C vykurovacieho okruhu 90/70 °C, ktorým je vo výmenníkových staniciach VS1, VS2 a VS3 pripravovaná TV.

Pri daných teplotných spádoch jednotlivých vykurovacích sústav je zabezpečené vykurovanie z GTV až do priemernej dennej vonkajšej teploty 2 °C. Pri nedostatočnom výkone GVS do jednotlivých okruhov je primiešavaná vykurovací voda o teplote 110 °C privedená zo špičkovej plynovej kotolne. Množstvo odoberanej GTV ako i celá prevádzka je riadená počítačom, čo garantuje dodržiavanie potrebných parametrov teploty TV a dodržanie hodnôt vykurovania dané vykurovacou krivkou /ekvitermická regulácia/ pre rôzne teplotné spády.

4. ŠPIČKOVÝ - NÁHRADNÝ ZDROJ TEPLA

V kotolni sú osadené štyri teplovodné kotle na zemný plyn s tepelným výkonom 2x 2 500 kW a 2x3 900 kW pri teplotnom spáde 110/70 °C. Celkový inštalovaný tepelný výkon kotolne je 12 800 kW. Kotly na zemný plyn slúžia pri prevádzke s GTV na pokrytie chýbajúceho výkonu pri vonkajších teplotách 0 až + 2 °C. Nábeh kotlov je postupný, automaticky riadený počítačom. Špičkový zdroj a GVS sú vzájomne prepojené, tak aby za každého prevádzkového stavu (výpad vrtov) bola zabezpečená dodávka tepla pre odberné miesta.

5. VYKUROVACIA SÚSTAVA SÍDLISKA GALANTA - SEVER

Objekty na sídlisku Sever sú vykurované teplovodnou dvojrúrovou vykurovacou sústavou so spodným rozvodom a núteným obehom s teplotným spádom vykurovacej sústavy 72/52 °C. Maximálna potreba tepla na vykurovanie je 6 500 kW a na prípravu TV 2 360 kW. Vykurovací voda ako i TV je rozvádzaná po sídlisku v nepriehľadných teplovodných kanáloch.

6. VYKUROVACIA SÚSTAVA V AREÁLI NSP GALANTA

Potreby tepla pre NsP Galanta zabezpečujú nasledovné odberné miesta:

- Teplovodná dvojrúrovňová vykurovacia sústava so spodným rozvodom a núteným obehom teplotnosnej látky pri teplotnom spáde 90/70°C, potreba tepla predstavuje 1 540 kW.
- Veľkoplošná stropná sálavá vykurovacia sústava s núteným obehom teplotnosnej látky pri teplotnom spáde 52/42 °C, potreba tepla na sálavé vykurovanie je 2 740 kW,
- Príprava TV, potreba tepla je 1 520 kW.

7. ĎALŠIE VYUŽÍVANIE A ZNEŠKODNENIE GEOTERMÁLNEJ VODY

Mestské kúpalisko Galandia s.r.o. v Galante využíva zvyškovú tepelnú energiu GTV na ohrev vody v bazénoch, na prípravu TV a na vykurovanie objektov kúpaliska cez doskové výmenníky tepla a tepelné čerpadlá. Galandia je v súčasnosti mimo prevádzky z technických príčin. Tesne pred vyvedením do VD Kráľová zvyškovú teplotu geotermálnej vody využíva školiace stredisko Kaskády s.r.o.. Tepelne využité GTV sú vypúšťané pomocou výtlačného potrubia cez prečerpávaciu stanicu do recipientu Váh.

Literatúra

- [1] Takács. J., 1998 Štúdia súčasného využívania energie geotermálnych vôd v lokalite Galanta. Galantaterm, Galanta, 3.
- [2] PETRAŠ, D. a kol.: Obnoviteľné zdroje energie pre nízkotepelné systémy. JAGA, Bratislava 2009, 223 str., ISBN 978-80-8076-075-5
- [3] Interné prevádzkové predpisy a projektové dokumentácie spol. GALANTATERM s r.o.

ASPEKTY VYUŽÍVANIA PRÍRODNE LIEČIVEJ VODY AKO ZDROJA OBNOVITEĽNEJ ENERGIE

prof. Ing. Jiří Hirš, Csc.

Vysoké učení technické v Brně
Veveří 331/95, 602 00 Brno-střed
Česká republika
e-mail: hirs.j@fce.vutbr.cz

Ing. Igor Miček, PhD.

Slovenské Liečebné Kúpele Piešťany, a.s.
Winterova 1739/29, 921 01 Piešťany
Slovenská republika
e-mail: igor.micek@spapiestany.sk

Ing. Denis Miček

Vysoké učení technické v Brně
Veveří 331/95, 602 00 Brno-střed
Česká republika
e-mail: denis.micek@gmail.com

Abstrakt

Nízko uhlíková ekonómia Európskej Únie je dôležitou stratégiou znižovania množstva skleníkových plynov v zemskej atmosfére. Zvyšovanie využitia obnoviteľných zdrojov energie vedie k plneniu strategických cieľov pre roky 2020 a 2050. Príspevok analyzuje využitie prírodne liečivej vody o teplote 67 °C s pohľadu implementácie dostupných technológií do technologického procesu jej spracovania, kde hlavným prínosom predmetného riešenia je zvýšenie využiteľnosti obnoviteľného zdroja energie.

1. ÚVOD

Nízko uhlíková ekonómia patrí k jednému z najväčších cieľov Európskej Únie. Strategická mapa 2050 navrhuje znížiť tvorbu skleníkových plynov o 80% oproti roku 1990 zvýšením využiteľnosti obnoviteľných zdrojov energie, zapojením všetkých oblastí. Cieľom environmentálnej politiky Slovenskej republiky je v súlade so strategickými cieľmi Európskej Únie zvýšiť využívanie obnoviteľných zdrojov energie v pomere k hrubej ročnej spotrebe z 6,7 % v roku 2005 na 14% do roku 2020. Základným dokumentom vo vzťahu k dosiahnutiu tohto cieľu je Národný akčný plán pre energetiku z obnoviteľných zdrojov energie, ktorý vláda schválila 06.10.2010 uznesením vlády SR č. 677/2010. Vyplývajúci zo štatistických údajov, bola využiteľnosť geotermálnej energie v roku 2010 len 1 GWh, čo predstavuje 0,0012 % z celkovo využiteľnej energie.[1] [2] [3] [4]

2. PRÍRODNE LIEČIVÝ ZDROJ VODY

Prírodne liečivý zdroj vody je minerálna voda, ktorá bola uznaná Štátnou komisiou Ministerstva Zdravotníctva Slovenskej republiky ako prírodne liečiva voda na základe zákona 538/2005 Z.z. Z geologického prieskumu v roku 2011 vyplynul záver - Slovenská republika má veľký energetický a ekonomický potenciál v prírodne liečivej vode, ktorá sa nachádza po

celom území. Teoreticky využiteľný energetický potenciál je uvedený v Tabuľke 1., ktorá takisto zobrazuje energetický potenciál nevyužitých obnoviteľných zdrojov energie, ktoré by bolo možné využiť implementáciou vhodných technologických zariadení a postupov. Na základe výstupov je možné konštatovať pomer energetického potenciálu jednotlivých obnoviteľných zdrojov energie ku celkovému energetickému potenciálu a to biomasa (> 40 %), geotermálna energia (16,6 %), slnečná energia (13,7 %), odpadové hospodárstvo (9,3 %), biologické palivá (6,6 %) a veterná energia (1,6 %). [2] [5] [6]

Tab. 1 Technicky využiteľný potenciál obnoviteľných zdrojov energií

Názov obnoviteľného zdroja energie	Technický využiteľný potenciál		Súčasný využitie		Nevyužitý energetický potenciál	
	TJ/r	GWh/r	TJ/r	GWh/r	TJ/r	GWh/r
Geotermálna energia	22 680	6 300	1 224	240	24 456	5 960
Veterná energia	2 178	605	0	0	2 178	605
Slnečná energia	18 720	5 200	25	7	18 695	5 193
Malé vodné elektrárne	3 722	1 034	727	202	2 995	832
Biomasa	60 458	16 794	11 491	3 192	48 967	13 602
Odpadové hospodárstvo	12 726	3 535	4 504	1 251	8 222	2 284
Biologické palivá	9 000	2 500	1 188	330	7 812	2 170
Suma energií:	129 484	35 968	19 159	5 222	113 325	30 646
Vodné elektrárne	23 785	6 607	18 335	5 093	5 450	1 514
Suma energií	153 269	42 575	37 494	10 315	118 775	32 160

1.2 Prírodné liečivý zdroj vody v Slovenských Liečebných Kúpeľoch Piešťany a.s.

Zdroj prírodne liečivej vody sa nachádza z historického pohľadu na významných miestach Kúpeľného ostrova mesta Piešťany, kde boli z dlhodobého hľadiska pozorované jej liečivé účinky na pohybový aparát ľudského tela. Táto skutočnosť je zobrazená na Obrázku 2, ktorý je výsledkom geologického prieskumu. V rámci technologického procesu spracovania je voda z PLZ odoberaná zo troch vrtov (V1, V4a a V8) a studne (Adam Trajan), kde maximálne povolené množstvo odberu za sekundu, teplota prírodne liečivej vody a hĺbka vrtu sú uvedené v Tabuľke 2. [2] [5] [6]

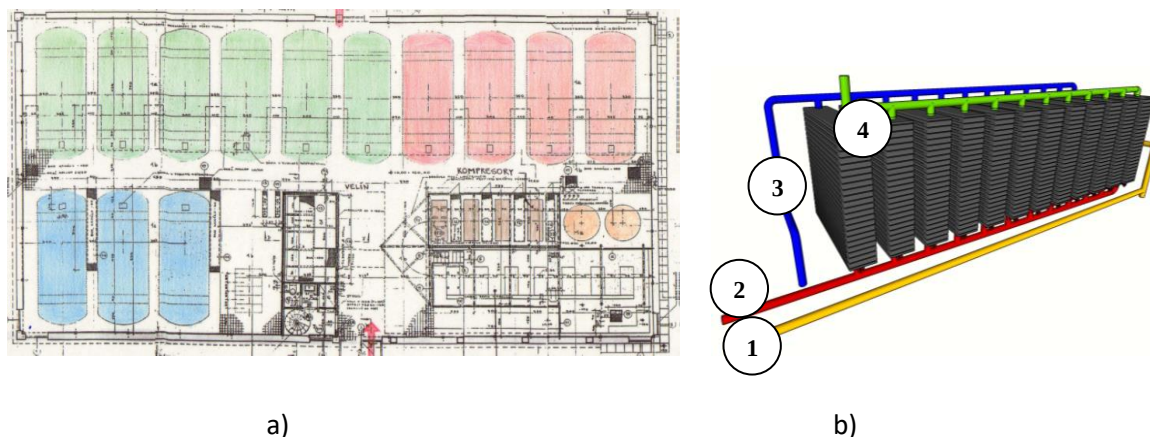
Tab. 2 Základné údaje o vrtoch a studni [7]

Zdroj PLZ		Maximálne povolené odberné množstvo (l/s)	Teplota prírodne liečivej vody (°C)	Hĺbka (m)
Vrty	VI	4,1	62,6 - 66,7	54,3
	V4a	8	61,1 - 66,5	54
	V8	6,2	62,2 - 67,0	55
Studňa	Adam Trajan	13,5	60,8 - 62,5	16

2. TECHNOLOGICKÝ PROCES SPRACOVANIA PRÍRODNE LIEČIVEJ VODY

Prírodne liečiva voda odoberaná z obnoviteľného zdroja energie o teplote 67 °C je nevhodná pre priame použitie v balneoterapeutických prevádzkach a z tohto titulu musí byť vhodným technologickým procesom schladená na optimálnu teplotu 24°C. Proces chladenia je zabezpečený grafitovým blokovým výmenníkom tepla KOROBN, nachádzajúcim sa v akumulačnej stanici na Kúpeľnom ostrove – Obrázok 3, kde v červenom krúžku sa nachádza

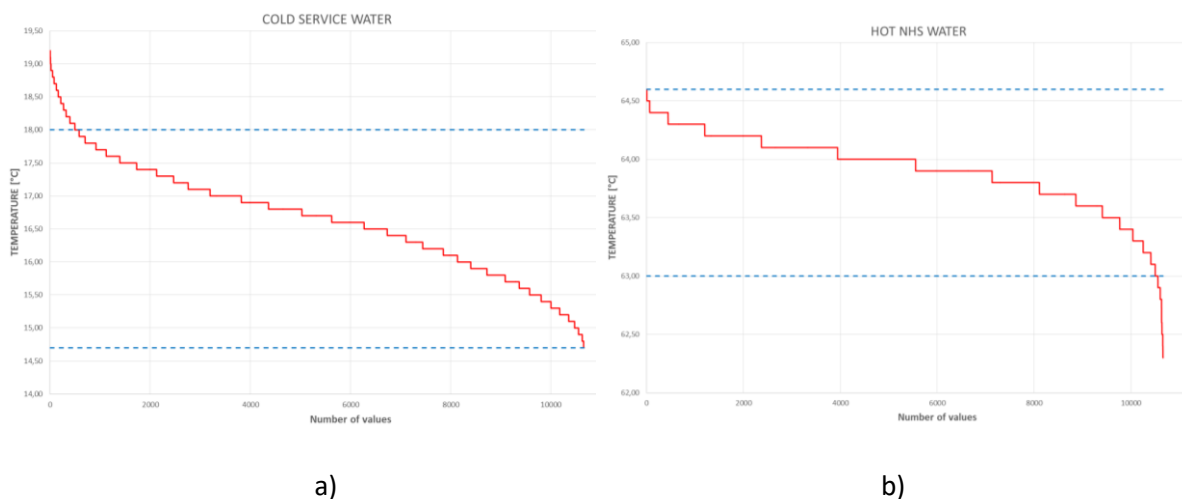
grafitový výmenník tepla, 6x nádrž so schladenou prírodne liečivou vodou o teplote 24°C (zelená farba), 4x nádrž s teplou prírodne liečivou vodou o teplote 67°C (červená farba), 3x nádrž so stlačeným vzduchom (modrá farba), technologické zariadenia pre distribúciu vody do balneoterapeutických zariadení. [6]



Obr. 1 a) Pôdorys akumulácie stanice SLKP a.s., b) Grafitový blokový výmenník tepla KOROBN s číselnou schémou umiestnenia senzorického merania

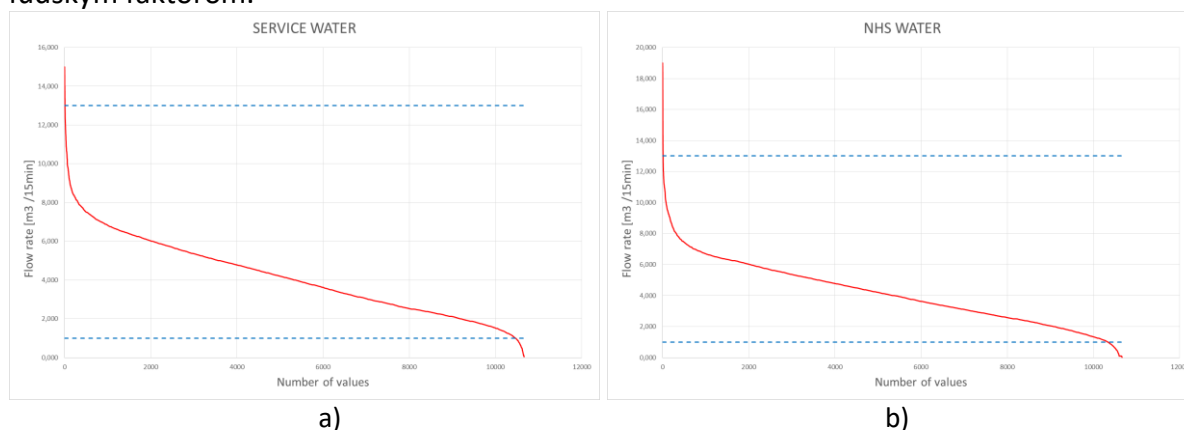
2.1 Analýza spracovania prírodne liečivej vody

Analýza je založená na experimentálnom meraní technologického procesu chladenia v grafitovom blokovom výmenníku tepla KOROBN (Obrázok 4). V rámci experimentálneho merania boli sledované fyzikálne parametre prírodne liečivej vody a to teplota °C a prietok m³/h, za pomoci kontinuálneho merania na primárnej a sekundárnej strane výmenníka s ukladaním dát do datalogeru COMET a následným vyhodnotením. Grafické znázornenie záznamu z merania v datalogeru COMET je zobrazené na Grafe 1 – teplota studenej úžitkovej vody z ktorého vyplýva teplotný interval vstupujúcej teplonosnej látky v rozpätí 14,7 °C – 18,0 °C, teplotný interval 18,0 °C – 19,3 °C je menej ako 5% z celkového pozorovaného obdobia a je považovaný za chybu v meraní spôsobenú ľudským faktorom. Graf 2 znázorňuje pozorovanú teplotu horúcej prírodne liečivej vody na primárnej strane tepelného výmenníku z ktorej vyplýva teplotný interval 63,0 °C – 64,6 °C, teplotný interval 62,3 °C – 63,0 °C je menej ako 1% z celkového pozorovaného obdobia a je považovaný za chybu v meraní.



Graf. 1 a) Závislosť teploty a počtu záznamov – studená úžitková voda., b) Závislosť teploty a počtu záznamov merania – horúca prírodne liečivá voda

Experimentálnu analýzu prietoku prírodne liečivej vody ultrazvukovou metódou nie je možné zrealizovať, z dôvodu havarijného stavu rozvodov v akumuláčnej stanici (Obrázok 5), kde hrúbka usadenej sedimentácie je viac ako 30 mm. Nakoľko sa jedná o dôležitý ukazateľ bol prietok experimentálne odvodený od manuálneho odpočtu vodomernov v presne stanovených časových úsekoch počas celého pozorovaného obdobia. Graf 3,4 graficky znázorňuje interval prietoku studenej úžitkovej vody a horúcej prírodne liečivej vody 1 m³/15 min – 13 m³/15 min čo tvorí 95,2 % a 96,85 % prevádzkového času. Hodnoty mimo tohto intervalu – 4,8 % a 3,14% sú z technického pohľadu nedosiahnuteľné a spôsobené ľudským faktorom.



Graf. 1 a) Závislosť prietoku a počtu záznamov – studená úžitková voda., b) Závislosť prietoku a počtu záznamov – horúca prírodne liečiva voda.

Porovnaním nameraných hodnôt z potrebou prírodne liečivej vody v balneoterapeutických zariadeniach je možné konštatovať výkonnostnú nedostatočnosť súčasného technologického procesu spracovania prírodne liečivej vody a to v množstve 132,43 m³/deň, ktorá je v súčasnosti kompenzovaná dodávaním prírodne liečivej vody z akumuláčnych nádrží, kde sa voda akumuluje mimo špičky odberu.



Obr. 2 Sedimentácia rozvodov PLZ

3. RIEŠENIE VÝKONNOSTNEJ NEDOSTATOČNOSTI

Experimentálne riešenie výkonnostnej nedostatočnosti je tvorené rekonštrukciou akumuláčnej stanice v Slovenských Liečebných Kúpeľoch Piešťany a.s., v rámci ktorej by sa mala zvýšiť bezpečnosť prevádzky Balneoterapie, s maximálnym využitím vody PLZ a energetického potenciálu teplej úžitkovej vody, Toto riešenie povedie k úsporám

energetických nákladov pri prevádzke balneoterapie. Na zvýšenie množstva schladenej vody PLZ s teplotou cca. 24 ° C, budú pridané výmenníky tepla v akumuláčnej stanici. Počet výmenníkov tepla bude závisieť od typu výmenníka tepla a odborného rozhodnutia výrobcov. Nové výmenníky tepla budú umiestnené v spodnej časti akumuláčnej stanice na betónových podlažkách, na ktorých sú v súčasnosti umiestnené čerpadlá a budú paralelne prepojené s existujúcim výmenníkom tepla Korobon. Vzhľadom na sedimentáciu je návrh nového výmenníka tepla založený na predpoklade 100% zálohy existujúceho výmenníka tepla Korobon. Najdôležitejšími kritériami pri návrhu rekonštrukcie akumuláčnej stanice bola schopnosť materiálu, odolať vysoko mineralizovanej prírodnej liečivej vode. Vzhľadom na túto skutočnosť bol vybraný ako najlepší materiál pre budúcu prevádzku, kompozit z uhlíkových vlákien, ktorý bol testovaný ako prototyp viac ako 50 rokov. Najlepší variant je spracovaný za pomoci spoločnosti SGL Group, ktorá je pôvodcom pôvodne umiestneného blokového grafitového tepelného výmenníka Korobon. Technická špecifikácia je navrhnutá tak, aby ďalších 12 tepelných výmenníkov DIABON bolo paralelne pripojených k existujúcemu výmenníku tepla Korobon

4. EKOLOGICKÉ A EKONOMICKÉ VYHODNOTENIE

Ekonomické vyhodnotenie je založené na porovnaní kotolne v Balnea Centre s výkonom 9,98 MWh a navrhovaného experimentálneho riešenia technologického procesu spracovania prírodne liečivej vody ako obnoviteľného zdroja energie – Tabuľka 3 a Tabuľka 4. [8]

Tab. 3 Ekonomické vyhodnotenie technologického riešenia

Kotolňa Balnea Centre - výkon 9,98 MWh				
Namerané množstvo zemného plynu v júl 2015	m ³	40 918		
Priemerná spotreba plynu za deň	m ³	1 320		
Cena zemného plynu - júl 2015	€	19 780		
Cena za m ³	€/m ³	0,4834		
Nameraná energia v zemnom plyne za júl 2015	kWh	396 291		
Nameraná energia v zemnom plyne za deň	kWh	12 784		
Namerané množstvo spotrebovaného zemného plynu za rok 2015	m ³	1 614 815		
Množstvo skleníkových plynov	Kotolňa Balnea Centre kg/deň	Krobon kg/deň	Diabon kg/deň	Korobon + Diabon kg/deň
TZL	0,10031515	0,00640270	0,00727227	0,01367497
SO ₂ / SO _x	0,01203772	0,00076832	0,00087267	0,00164098
CO	1,95614453	0,12485264	0,14180917	0,26666181
TOC	0,78998157	0,05042127	0,05726910	0,10769036
Množstvo spotrebovanej PLZ	kWh	25293,61	28728,79	54022,40
Množstvo ušetréného zemného plynu	m ³	2612	2966	5578
Celkové úspory za deň	€	1262	1434	2696

5. ZÁVER

Z hľadiska využiteľnosti je najmenej využívaným obnoviteľným zdrojom energie v Slovenskej republike prírodne liečivý zdroj vody, ktorú v súčasnosti využívame len na liečebné účely.

Energia uložená v systémoch PLZ vďaka svojej vysokej relatívnej teplote má veľký energetický potenciál, ktorý môže priaznivo ovplyvniť ekonomickú a environmentálnu situáciu v Slovenskej republike.

Predmetný článok sa zaoberá návrhom a analýzou súčasného stavu technologického procesu spracovania prírodne liečivej vody v Slovenských liečebných kúpeľoch a.s., Piešťany a návrhom vhodného technického riešenia pre maximalizáciu využiteľnosti obnoviteľného zdroja energie. Technologický návrh sa opiera o rekonštrukciu stávajúcej akumuláčnej stanice, kde zo záveru analýzy vyplýva rozšírenie v podobe doplnenia výmenníka tepla so špecifickými vlastnosťami prevádzky vo vysoko mineralizovanej vode. Ako najvhodnejší materiál pre použitie v daných podmienkach je kompozit z uhlíkových vlákien. Zapojením navrhovaného technologického systému bude možno ušetriť 2696 €/deň, čo predstavuje významnú ekonomickú investíciu spolu s znížením produktivity skleníkových plynov a napomáha k plneniu hlavných strategických cieľov Európskej Únie.

Podakovanie

Článok *Aspekty využívania prírodne liečivej vody ako zdroja obnoviteľnej energie* bol vypracovaný na základe TE02000077 projektu, *Smart Regions-Buildings and Settlements Information Modelling, Technology and Infrastructure for Sustainable Development a Slovak Health Spa Piešťany a.s.*

Literatúra

- [1] Eurostat [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: http://ec.europa.eu/eurostat/statisticsexplained/index.php/Renewable_energy_statistics
- [2] Ministerstvo zdravotníctva SR [online]. [cit. 2019-05-05]. Dostupné z: <http://www.health.gov.sk>
- [3] *Koncepcia využívania obnoviteľných zdrojov energie - nové znenie: UV-2616/2003* [online]. Bratislava, 2003 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <http://www.rokovania.sk/Rokovanie.aspx/BodRokovaniaDetail?idMaterial=7903>
- [4] Low-carbon economy [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: https://ec.europa.eu/clima/policies/strategies/2050_en
- [5] Ministerstvo zdravotníctva [online]. [cit. 2019-05-04]. Dostupné z: <http://www.health.gov.sk/?ikz-terminologia>
- [6] Monitoring prírodných liečivých a minerálnych zdrojov. *Ministerstvo zdravotníctva SR* [online]. Bratislava: Ministry of Health, 2008 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <http://www.health.gov.sk/?monitoring-prirodných-liečivých-a-minerálnych-zdrojov>
- [7] *SLOVENSKÉ LIEČEBNÉ KÚPELE PIEŠŤANY a.s.: Archívne materiáli a práce technického oddelenia.*
- [8] *Smernice 2001/77/ES o podpore elektriny vyrobené z obnoviteľných zdrojů energie na vnitřním trhu s elektrinou* [online]. 2001 [cit. 2019-05-01]. Dostupné z: <http://www.csve.cz/cz/clanky/smernice-2001-77-es-o-podpore-elektriny-vyrobené-z-obnovitelných-zdroju-energie-na-vnitřním-trhu-s-elektrinou/196>

KONCEPCIA A NÁVRH VYUŽÍVANIA ODPADOVÉHO TEPLA Z BAZÉNOVÝCH HOSPODÁRSTIEV

prof. Ing. Ján Takács, PhD.

Ing. Soňa Gažíková

Katedra TZB, Stavebná fakulta, STU
v Bratislave

Radlinského 11, 810 05 Bratislava

e-mail: jan.takacs@stuba.sk,

sonka.gazikova@gmail.com

Abstrakt

Na území Slovenska je zrealizovaných 170 geotermálnych vrtov s teplotou geotermálnej vody (GTV) na hlave vrtu od $\vartheta_0 = 15,7$ do $126,0^\circ\text{C}$. Prevažná časť oblastí výskytu GTV má teplotu GTV vhodnú na zabezpečenie vykurovania a prípravu teplej vody pre byty, občiansku vybavenosť, resp. pre vykurovanie priemyselných priestorov ako aj pre poľnohospodárstvo. Najväčšie využitie GTV však predstavujú termálne kúpaliská, resp. zariadenia zabezpečujúce rekreačné účely. V príspevku je venovaná pozornosť možnostiam efektívnejšieho využitia energie odpadových vôd z bazénov. Jedná sa o nízkopotenciálnu energiu, ale pre zvýšenie miery využitia prevádzky bazénov je vhodná, a zároveň sa zníži podiel potrebnej GTV.

1. ÚVOD

Aké sú možnosti spätného získavania tzv. rekuperácie tepla budú poukázané na príklade menšieho prietočného bazéna, ktorých je Slovensku najviac. Využívanie obnoviteľných zdrojov tepla (OZE) skrýva v sebe energetické, ekonomické a ekologické výhody. Podpora využívania OZE je zakotvená aj v smernici Rady Európy európskeho parlamentu č. 31/2010 o energetickej hospodárnosti budov, kde sa predpokladá zníženie energetickej náročnosti o 20 %, zvýšenie podielu využívania OZE o 20 % a zníženie tvorby skleníkových plynov o 20 %. Z podkladov Úradu verejného zdravotníctva Slovenskej republiky (Mgr. RNDr. MUDr. Ján Mikas, PhD.) o pripravenosti prírodných plôch a umelých kúpalísk na sezónu 2018 (stav ku dňu 12. 6. 2018) sa počas kúpaciej sezóny 2018 sledovalo cca 212 umelých kúpalísk (celkom 657 bazénov) z toho 194 s termálnou vodou a 463 s netermálnou vodou. Povolenie na prevádzku dostalo k 12. 6. 2018 len 98 kúpalísk (363 bazénov). Kúpaliská, ktoré mali povolenú prevádzku, vykazovali na základe výsledkov analýz v jednotlivých bazénoch vyhovujúcu kvalitu vody na kúpanie.

2. TYPY BAZÉNOV

V areáloch termálnych kúpalísk sú rôzne typy bazénov, ktorých pracovný režim je predpísaný určením a kvalitou bazénovej vody, ktorá je pravidelne sledovaná. Bazénové hospodárstva rozlíšujeme:

- prietočné - plnené priamo GTV,

- prietochné – plnené riedenou GTV,
- cirkulačné - bez vyrovnávacej nádrže plnené GTV,
- cirkulačné - s vyrovnávacou nádržou plnené GTV.

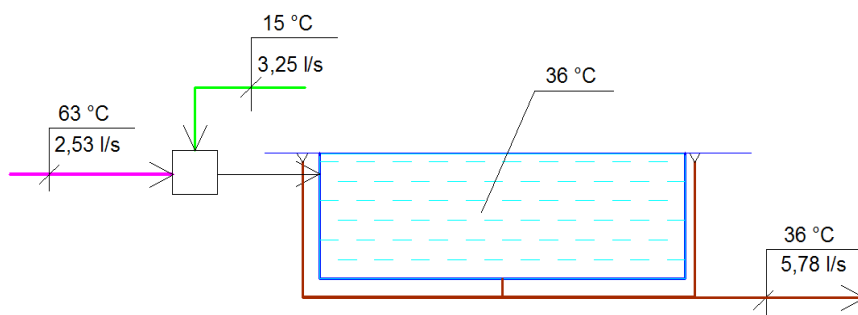
V nasledujúcich kapitolách bude riešená problematika napúšťania a prevádzky prietochného bazéna plneného riedenou GTV. Teplota bazénovej vody sa dosiahne zmiešaním GTV a studenej vody.

3. ENERGETICKÁ BILANCIA PRIETOČNÉHO BAZÉNA

Na vyčíslenie energetickej bilancie bol zvolený prietochný bazén s objemom $V = 500 \text{ m}^3$, pričom bude analyzované napúšťanie a prevádzka za zvolené časové obdobie. Teplota bazénovej vody je volená $\Theta_b = 36 \text{ °C}$. Bazénová voda postupne naplňa bazén, pričom dochádza k ohrievaniu podlahy a stien bazéna. Súčasný stav využívania a možnosti využitia odpadovej vody budú popísané v nasledovnom.

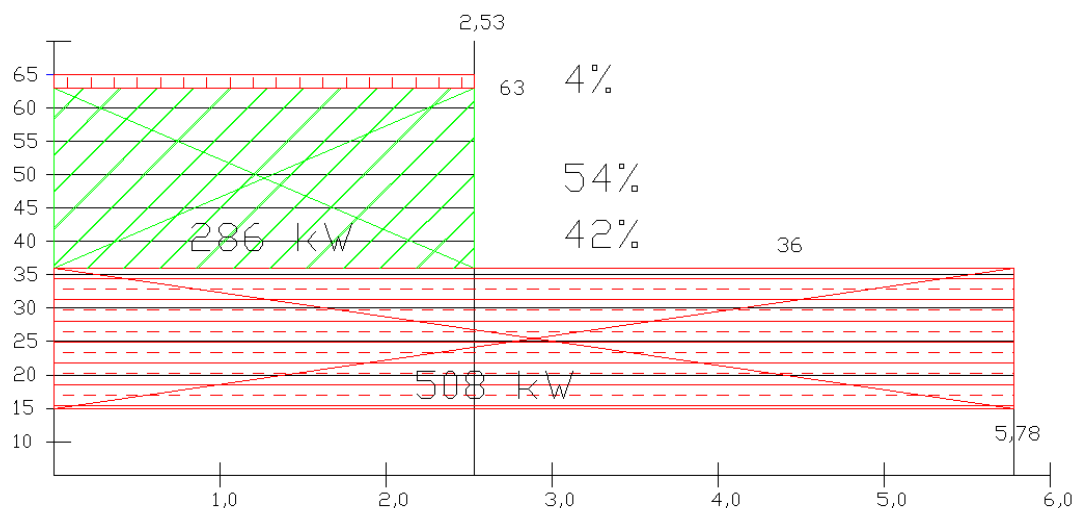
3.1 Súčasný stav využívania geotermálnej energie

Schéma napúšťania a prevádzky prietochného bazéna je zobrazená na obr. 1. GTV s teplotou $\Theta_{\text{GTV}} = 63 \text{ °C}$ je vedená do zmiešavacej komory (zmiešavacieho uzla) kde sa mieša so studenou vodou $\Theta_{\text{SV}} = 15 \text{ °C}$ na požadovanú teplotu bazénovej vody $\Theta_b = 36 \text{ °C}$. Odpadová bazénová voda opúšťa bazén a je vedená do recipienta alebo vychladzovacieho jazierka prípadne vychladzovacieho kanála.



Obr. 1 Schéma prietochného bazéna v štádiu napúšťania bazéna

Energetická bilancia prevádzky takéhoto prietochného bazéna bez energetického využitia je zobrazená na obr. 2.

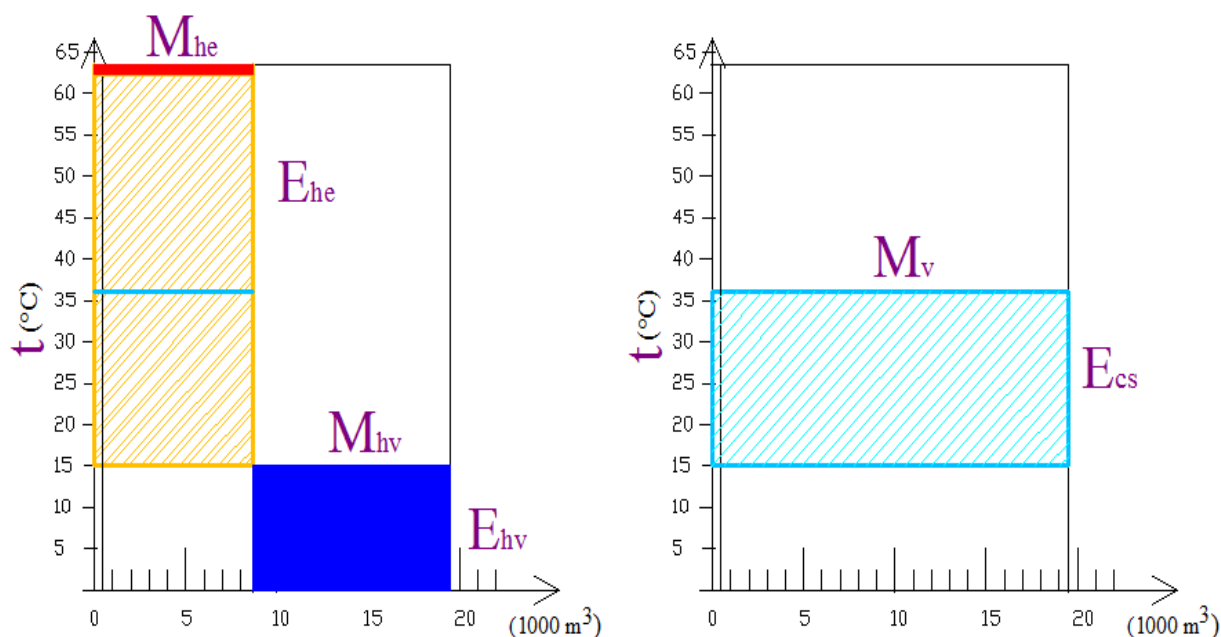


Obr. 2 Grafické zobrazenie využívania energie pri napúšťaní

Z obr. 2 môžeme vyčítať, že pri prevádzke bazéna sa OZE v podobe GTV využíva na 54 %, nevyužitých je 46 % (4% straty v rozvodoch a 42 % ide na ohrev okolia bazéna a následne ako odpad do kanalizácie). Zároveň si treba uvedomiť, že v podobe bazénovej vody sme dostali 5,78 l/s (s teplotou 36 °C) čo predstavuje obrovský nevyužitý energetický potenciál.

Súčasná miera využívania GE v tomto prípade je 54 % (čo je pomerne slušné, ale nemôžeme s ňou byť spokojný). Nevýhodou takéhoto riešenia je, že odpadová voda má vysokú teplotu a nie je splnená požiadavka ochrany okolitého životného prostredia na vypúšťanú teplotu $\Theta_{o,v} = 25\text{ °C}$. Prevádzkovatelia takýchto bazénov musia čeliť sankciám za nedodržanie podmienok.

Na obr. 3 je grafické zobrazenie energetických pomerov na strane GTV a studenej riediacej vody z pohľadu dlhodobej prevádzky bazéna počas letnej sezóny.

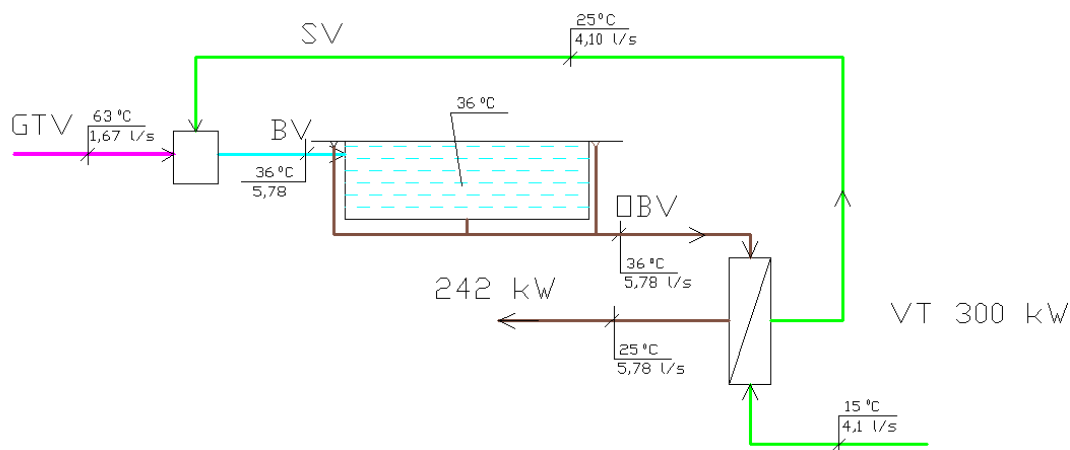


Obr. 3 Grafické zobrazenie využívania energie pri letnom období

Žltá šrafovaná časť grafu predstavuje energetický potenciál, ktorý predstavuje GTV, modrá je energetický potenciál studenej riediacej vody. Po zmiešaní týchto množstiev dostávame bazénovú vodu, s energetickým potenciálom predstavujúcim bledo modrú plochu. Pri prietochných bazénoch sa táto energia stáva odpadovou, ktorá sa vypúšťa do recipientu, vychladzovacieho kanála prípadne verejnej kanalizácie. V každom prípade je škoda tejto energie a ešte navyše musíme počítať so sankciami (s penáliami) za znečisťovanie okolitého životného prostredia, pretože odpadová voda presahuje teplotu 25 °C..

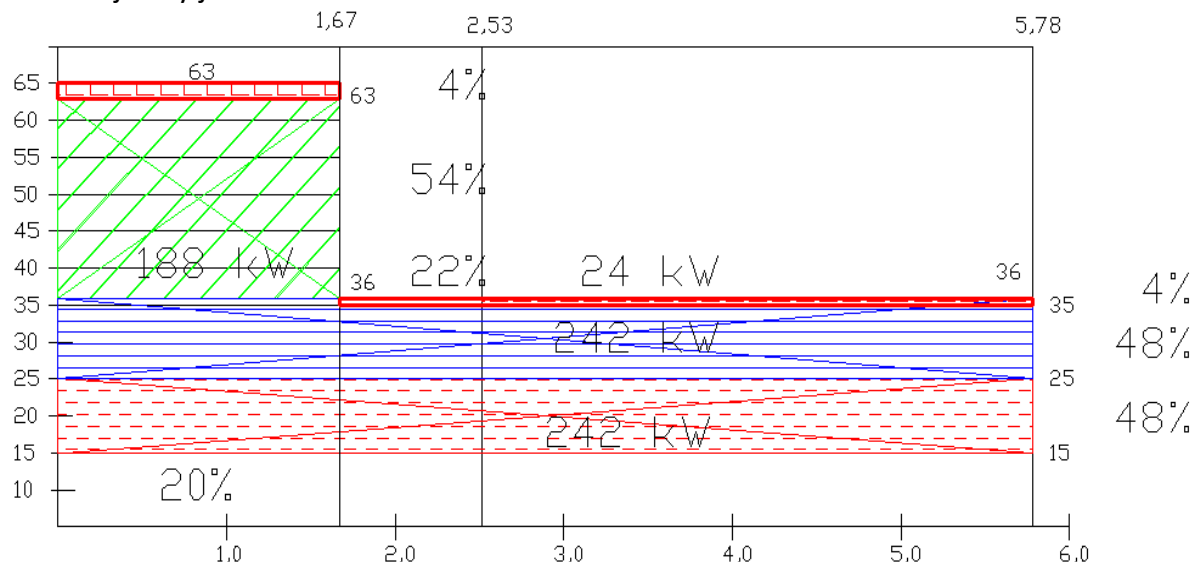
3.2 Návrh opatrení na efektívnejšie využívanie

Na dosiahnutie účinnejšieho využívania GTV (zvýšenia miery využívania) a zníženie teploty vypúšťanej odpadovej bazénovej vody do okruhu zaradíme rekuperačný výmenník tepla podľa obr. 4. Zaradením tohto výmenníka tepla dosiahneme ochladenie odpadovej bazénovej vody na takú teplotu, ktorá je v súlade s požiadavkami ochrany okolitého životného prostredia spravidla na $\Theta_{o,z} = 25\text{ °C}$. Druhou dôležitou skutočnosťou je fakt, že sa nám podarí spätne získať – rekuperovať 48 % energie, ktorá by opúšťala bazénový systém. Tretím aspektom je, že sa nám podarilo znížiť množstvo GTV potrebné na prevádzku bazéna čím predĺžime životnosť celého otvoreného geotermálneho energetického systému (OGES).



Obr. 4 Schéma prietochného bazéna s výmenníkom tepla na odpadovej vode pri prevádzke

Energetická bilancia prevádzky prietochného bazéna s výmenníkom tepla na strane odpadovej bazénovej vody je zobrazená na obr. 4.



Obr. 5 Využívanie energie pri prevádzke s výmenníkom tepla na odpadovom potrubí

Z obr. 5 môžeme vyčítať, že pri prevádzke bazéna sa OZE v podobe GTV využíva na 54 %, nevyužitých je 46 % (4% straty v rozvodoch a 42 % ide na ohrev okolia bazéna a následne odpad do kanalizácie), čo predstavuje obrovský nevyužitý energetický potenciál.

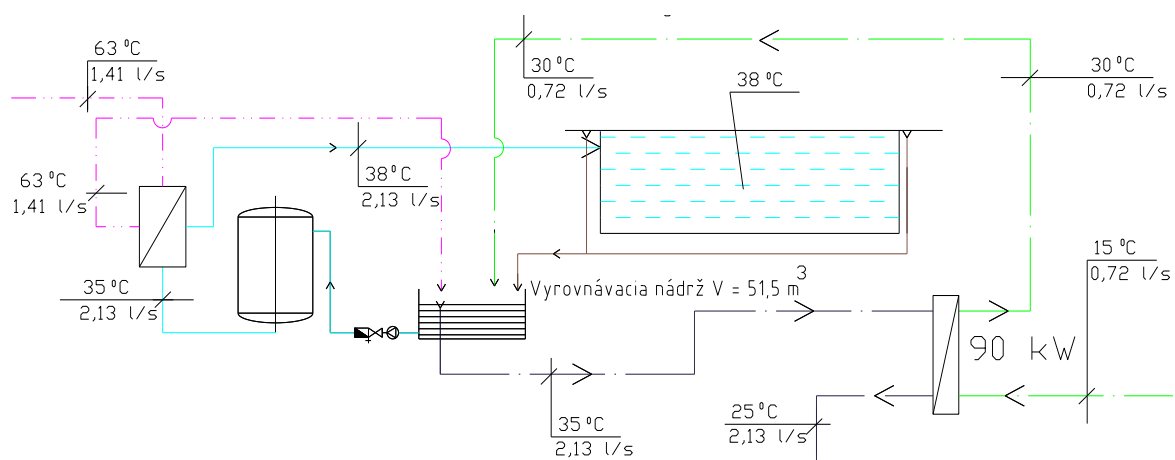
Zaradením výmenníka tepla z odpadovej bazénovej vody do systému spätného plnenia bazénu odpadovou vodou získame pre potreby bazénového hospodárstva ďalších 48 % energie a týmto riešením sa celková miera využitia otvoreného geotermálneho energetického systému sa zvýši z pôvodných 54 % na 76% (o 22 %), čo je veľmi slušný výsledok.

Ušetrené finančné prostriedky (penále za prekročenie tejto teploty) je možné investovať do technologického vybavenia bazénového hospodárstva.

Uvedený postup môže byť návodom pre prevádzkovateľov termálnych kúpalísk ako prispieť k zvýšeniu podielu využívania OZE (zvýšeniu miery využívania) v termálnych kúpaliskách a prispieť k plneniu záväzkov smernici Rady Európy európskeho parlamentu č. 31/2010

o energetickej hospodárnosti budov, kde sa predpokladá zníženie energetickej náročnosti prevádzky bazénových hospodárstiev a zvýšenie podielu OZE o 20 %.

Ďalším možným riešením je zaradenie dvoch výmenníkov tepla do systému bazéna s vyrovnávacou nádržou podľa obr. 6.



Obr. 6 Schéma recirkulačného bazéna s dvoma výmenníkmi tepla

V tomto prípade 1. Výmenník tepla sa zarád na dohrev bazénovej vody s tepelným výkonom 70 kW. Jeho úlohou je pokryť straty tepla medzi vyrovnávacou nádržou, filtráciou a pred vstupom bazénovej vody do bazéna. Rádovo sa jedná o tepelnú stratu cca 70 kW.

Druhý výmenník je na strane odpadovej vody s tepelným výkonom 90 až 100 kW. Úlohou tohto výmenníka tepla je predohriať studenú riediacu vodu z teploty 12 °C na teplotu 25 až 30 °C. Tým sa čiastočne ochladí odpadová bazénová voda. Splníme požiadavku ochrany okolitého životného prostredia na teplotu vypúšťanej odpadovej vody na 25 °C. Zároveň sa zníži požiadavka na primárny zdroj v podobe GTV, ktorej budeme potrebovať menej a tým zároveň predĺžime životnosť geotermálneho vrtu a celého systému. Zvýši sa miera využitia celého geotermálneho systému.

4. ZÁVER

Na záver sú zhrnuté postupy, ktoré je potrebné aplikovať, aby sme sa dopracovali k efektívnejšiemu využívaniu tzv. odpadovej nízkoenergetickej energie. Z bazénov termálnych kúpalísk, ale nielen z nich končí odpadová voda vo vychladzovacích kanáloch, jazierkach alebo vo verejnej kanalizácii.

Nízkopotenciálnej energie je v prevádzkach termálnych kúpalísk dostatok, len je potrebné vypracovať energetické audity prevádzky bazénov, kde by sme zistili skutkový stav využívania a následne by sme prišli k návrhu opatrení, ktoré by prispeli k efektívnejšiemu využívaniu OZE v podobe GTV.

Pre efektívnejšie využitie odpadovej energie obsiahnutej v bazénovej vode je potrebné:

1. Potrebné je vypracovať podrobnú energetickú bilanciu zásobovaných bazénov a navrhnúť sa trasa, ktorou budú tieto odberné miesta zásobované.
2. Vypracuje sa technologická schéma prevádzky bazénového hospodárstva.
3. Vyhodnotí sa súčasný stav využívania, vyčíslí sa stupeň využívania - miera využívania.

4. Pre jestvujúce bazény určíme dochladenie bazénovej vody, dosiahneme vyšší stupeň využitia GTV a znížime množstvo využívanej GTV a tým predĺžime životnosť celého GES.
5. Zaradíme podrobný monitorovací a riadiaci systém do sústavy GES so docieli maximálne šetrný odber GTV, čím sa podstatne zvýši účinnosť využívania a životnosť celého diela.
6. Využitie odpadové GTV budú zneškodňované tak, aby v maximálnej miere šetrne vplývali na okolité životné prostredie.

Využívaním GE sa ušetrí nemalé množstvo klasických energetických zdrojov zemného plynu. Do okolia sa nevypustia škodliviny, ktoré by vznikali spaľovaním klasických primárnych energetických zdrojov. Splnia sa záväzky k smernici Rady Európy európskeho parlamentu č. 31/2010 o energetickej efektívnosti budov (20 + 20 + 20).

Ďalším výrazným krokom by bolo nasadenie zariadení na využitie energie prostredia inými slovami nasadenie tepelných čerpadiel, čím vy sme dosiahli takmer ideálne podmienky na zvýšenie celkovej miery využitia OZE na báze GTV.

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantu VEGA 1/0807/17.

Táto práca bola podporovaná Ministerstvom školstva, vedy, výskumu a športu SR prostredníctvom grantu VEGA 1/0847/18.

Literatúra

- [1] PETRAŠ, D. a kol.: Obnoviteľné zdroje energie pre nízкотеплотné systémy. JAGA, Bratislava 2009, 223 str., ISBN 978-80-8076-075-5
- [2] JURKA P.: Analýza prevádzky dvoch bazénov napúšťaných geotermálnou vodou. In: Advances in Architectural, Civil and Environmental Engineering [elektronický zdroj] : 23rd Annual PhD student conference. Nakladateľstvo STU, Bratislava 2013. ISBN 978-80-227-4102-6. - CD-ROM, s.701-707
- [3] ŠIKULA, O. Model dynamického tepelného chováni konštrukčných detailů. In Simulace budov a techniky prostředí Sborník 5. konference IBPSA- CZ. Brno: IBPSA-CZ, ČVUT, 2008. s. 133-137. ISBN: 978-80-254-3373- 7
- [4] ŠTEFANIČKA, F.: Energetické, ekonomické a ekologické aspekty využívania geotermálnej energie v rekreačných zariadeniach. Dizertačná práca, Bratislava 2011
- [5] JURKA P.: Hodnotenie energetickej náročnosti termálnych kúpalísk. Dizertačná práca, Bratislava 2014
- [6] 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
- [7] KONTRA, J.: Hévízhasznosítás. Műegyetemi könyvkiadó, Budapest 2004
- [8] NYERS J, TOMIC S, NYERS Á: Economic Optimum of Thermal Insulating Layer for External Wall of Brick, Acta Polytechnica Hungarica 11: (7) pp. 209-222.
- [9] KAJTÁR L.- LEITNER A.: CFD Modelling of Indoor Air Quality Affected by Gas Stoves International Conference WellBeing Indoors CLIMA 2007 Helsinki , 2007. pp. 1-6.
- [10] KAJTÁR L.- LEITNER A.: Evaluation of ventilation systems and IAQ in domestic kitchen Periodica Politechnica –Mechanical Engineering Bp. 2009

ENERGETICKÁ NEZÁVISLOSŤ MESTA VEĽKÝ MEDER

Ing. Ildikó Dobis

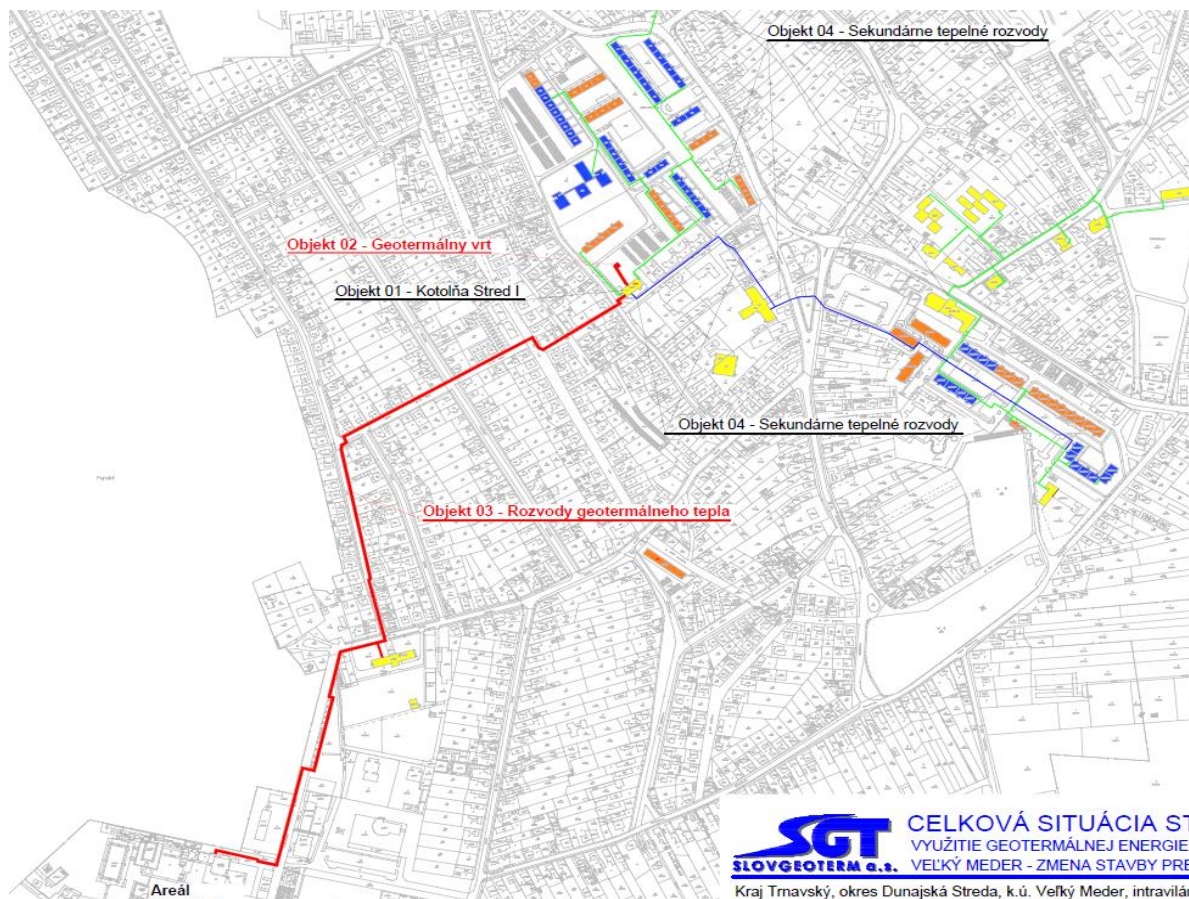
Mestský podnik bytového hospodárstva s.r.o.

Mateja Corvína 1232/20, 932 01 Veľký Meder

e-mail: ildiko.dobis@zoznam.sk

1. ÚVOD

Hlavným zdrojom tepla geotermálneho energetického systému, ktorý zabezpečuje pre mesto Veľký Meder potrebu tepla pre sústavu centralizovaného zásobovania teplom je geotermálny vrt VM-01. Pričom počiatková výdatnosť voľným prelivom bola 10,4 l/s, pri teplote geotermálnej vody na hlave vrtu 92 °C, pričom táto pramenila v z hĺbky 2450 m. Od 6. októbra 2016 naštartovala ekologickú a hospodárnu stabilizáciu budúcnosti v zásobovaní s teplom. Geologický potenciál vrtu pomocou hlbinného čerpadla umožnil zvýšiť výdatnosť na 15 l/s a na 98,2 °C. 6.12.2017 sa stal historickým dátumom pre mesto Veľký Meder. Centrálny zdroj tepla je 100 % zásobovaný s geotermálnou energiou, celý rok zemný plyn nebol používaný a špičková kotolňa bola vo funkcii záložného zdroja tepla pre prípad poruchy geotermálneho vrtu VM-1. Celková situácia zdroja a odberných miest s prepojením na termálne kúpalisko je zobrazená na obr. 1



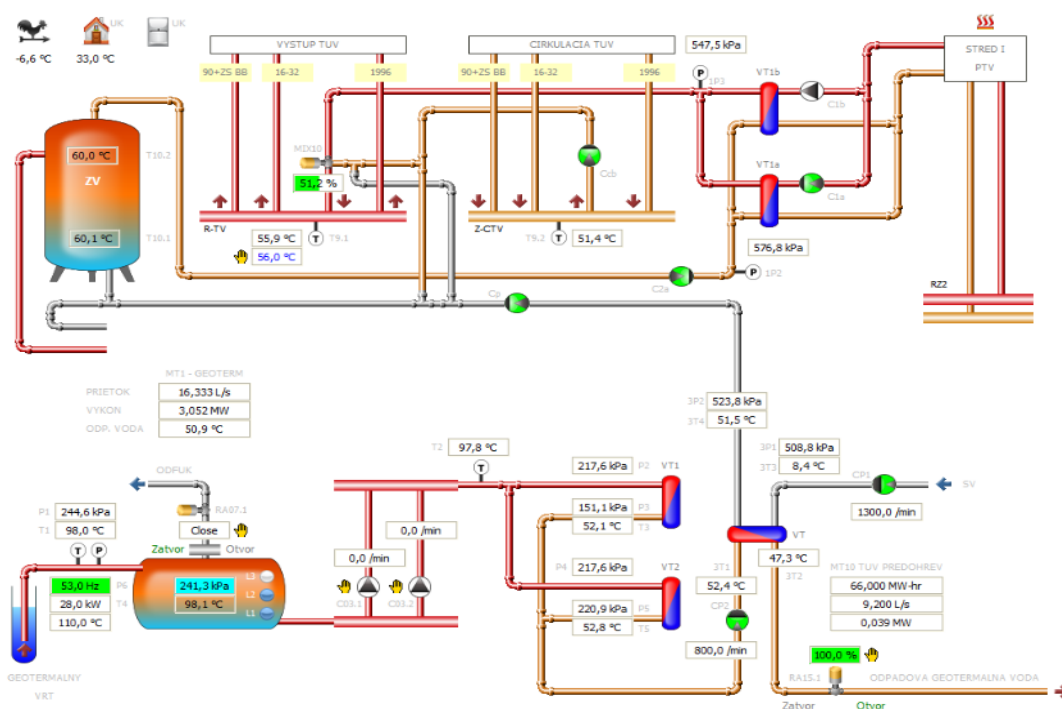
Obr. 1 Celková situácia odberov a tepelných sietí

2. REALIZÁCIA PROJEKTU ZA 236 DNÍ

Najdôležitejšou časťou projektu je geotermálny vrt. Samotné vrtné práce prebehli za 72 dní. Vybudovanie výmenníkovej stanice a rekonštrukcia štyridsaťročnej strojovne z finančného hľadiska bolo možné len po preukázaní výdatnosti vrtu. Počas vrtných prác bol geotermálny vrt prepojený s odpadovým kanálom s predizolovanými polyetylénovými rozvodmi DN 110, 2 x 1300 m. Rekonštrukcia strojovne bola realizovaná skoro bez prestávok pri zásobovaní s teplou vodou. Dve sídliská boli tiež prepojené s predizolovanými oceľovými rozvodmi DN 250 2 x 850 m. Pohľad do rekonštruovaného zdroja tepla je na obr.2 a vylepšená schéma zapojenia hlavného zdroja tepla geotermálneho vrtu a doskových výmenníkov tepla je na obr.3.



Obr. 2 Rekonštruovaná kotolňa ako špičkový zdroj tepla



Obr. 3 Vylepšená schéma zapojenia hlavného zdroja tepla geotermálneho vrtu a doskových výmenníkov tepla

3. VÝROBA TEPLA V ZDROJI TEPLA

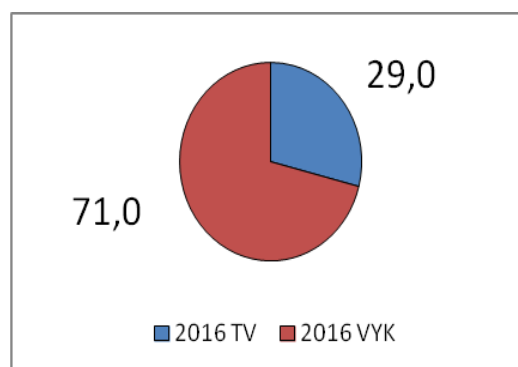
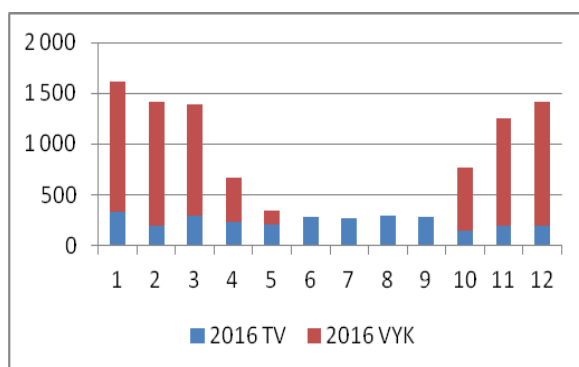
Rekonštruovaná teplovodná kotolňa na zemný plyn bola uvedená do činnosti 15. októbra 2015. Od tohto obdobia sú zaznamenané spotreby zemného plynu resp. množstvo vyrobeného tepla. V nasledovných častiach budeme analyzovať jednotlivé roky prevádzky a budú vyznačené podiely prípravy teplej vody a vykurovania resp. ktorý zo zdrojov aké podiely mal na dodávke tepla.

Kalendárny rok 2016

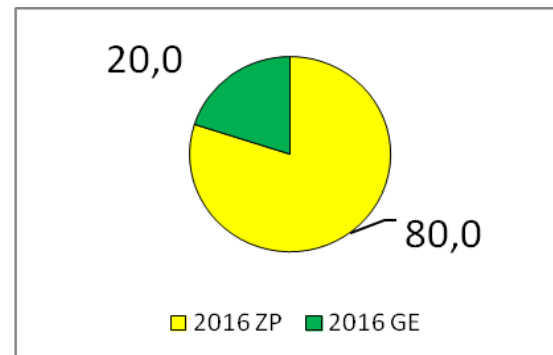
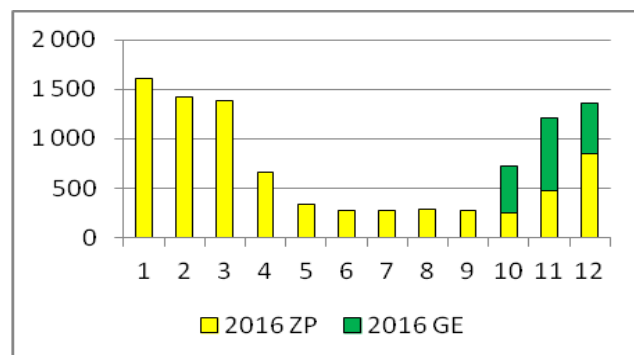
V nasledovnej tab. 1 sú zaznamenané údaje za rok 2016, ktoré vystihujú skutočne vyrobené množstvá tepla do jednotlivých odberných miest a podiel zemného plynu a GE. Výsledky z tab. 1 v grafickej podobe sú na obr. 4 a 5.

Tab. č. 1 Množstvo tepla a spotreba zemného plynu počas roka 2016

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



Obr. 4 Podiel vykurovania a prípravy teplej vody za rok 2016



Obr. 5 Podiel zemného plynu a GE za rok 2016

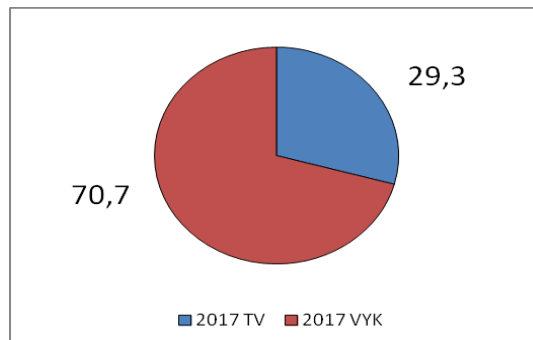
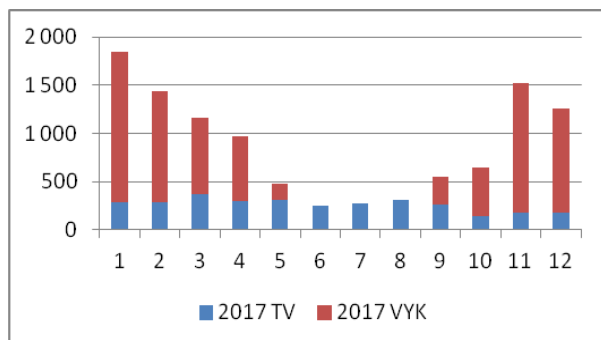
Z tab. 1 je zrejmé, že celoročne je podiel dodávky tepla na vykurovanie 71,0 % a na prípravu TV 29 %. Vzhľadom na to že GE sa začala využívať len koncom roka jej podiel je 20 % a 80 % tepla je vyrobené v kotolni spaľovaním zemného plynu.

Kalendárny rok 2017

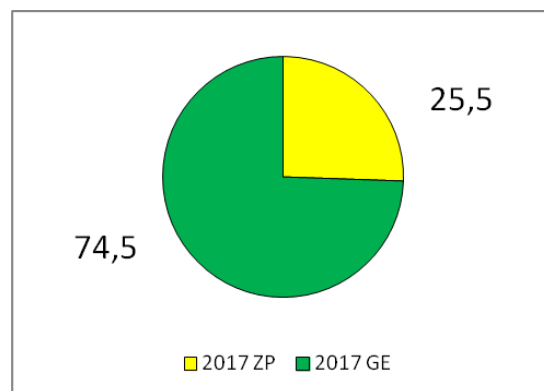
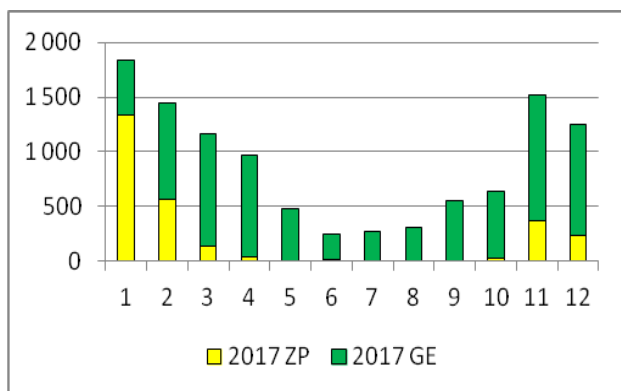
V nasledovnej tab. 2 sú zaznamenané údaje za rok 2017, ktoré vystihujú skutočne vyrobené množstvá tepla do jednotlivých odberných miest a podiel zemného plynu a GE. Výsledky z tab. 2 v grafickej podobe sú na obr. 6 a 7.

Tab. č. 2 Množstvo tepla a spotreba zemného plynu počas roka 2017

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



Obr. 6 Podiel vykurovania a prípravy teplej vody za rok 2017



Obr. 7 Podiel zemného plynu a GE za rok 2016

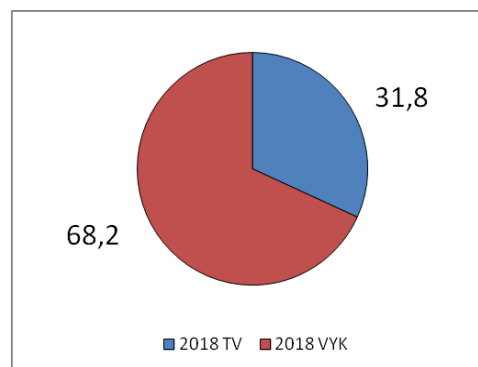
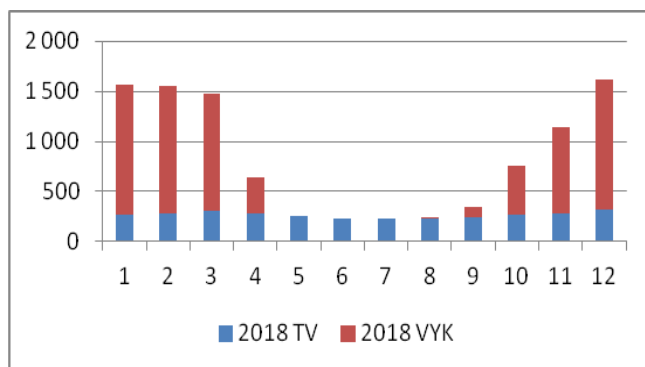
Z tab. 2 je zrejmé, že celoročne je podiel dodávky tepla na vykurovanie 70,7 % a na prípravu TV 29,3 %. Vzhľadom na to, že GE sa už využívala celý rok jej podiel je 74,5 % a 25,5 % tepla je vyrobené v kotolni spaľovaním zemného plynu. Už v tomto roku vidíme radikálny nástup využívania GE a zníženie podielu ZP.

Kalendárny rok 2018

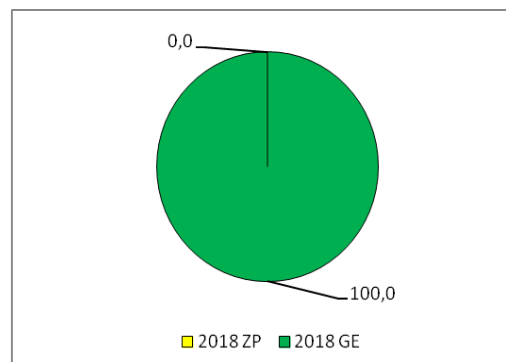
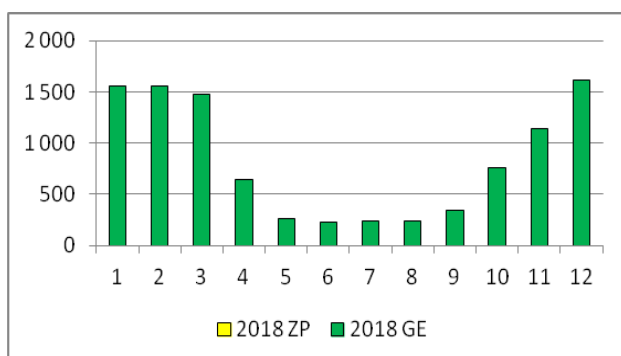
V nasledovnej tab. 3 sú zaznamenané údaje za rok 2017, ktoré vystihujú skutočne vyrobené množstvá tepla do jednotlivých odberných miest a podiel zemného plynu a GE. Výsledky z tab. 3 v grafickej podobe sú na obr. 8 a 9.

Tab. č. 3 Množstvo tepla a spotreba zemného plynu počas roka 2018

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



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.

4. FINANČNE SEBESTAČNÝ A STABILNÝ SYSTÉM

Geotermálny projekt bol financovaný 100 % z úverových zdrojov v objeme 3,7 milióna eur s 15 ročnou splatnosťou. Hlavnou požiadavkou investičného zámeru bolo udržanie ceny tepla na pôvodnej úrovni počas splácania úveru, nakoľko výrobcom tepla je mestská spoločnosť. Tento cieľ bol splnený hneď po spustení hlavného ventilu vrtu. Finančné výdavky projektu sú kryté z úspor zemného plynu.

5. DLHODOBÁ STABILITA PROJEKTU

Zdroj tepla - strojovňa a špičkový zdroj je nový a sú vykonané všetky povinné a garančné servisy. Čerpadlá s frekvenčnými meničmi šetria nie len technológiu ale aj elektrickú energiu. Dôležité prvky technológie sú zdvojené tzn. je suchá resp. mokrá rezerva. Morálna opotrebovanosť viac hrozí než **technologická**.

Pripravený projekt s následnou realizáciou reinjektážneho vrtu zabezpečí **geologickú stabilitu** projektu. Reinjektovanie tepelne využitej geotermálnej vody zvýši istotu nevyčerpatelnosti podzemných horúcich zásob v podunajskej oblasti. Úspory zemného plynu pokrývajú aj túto časť projektu.

Ekologické aspekty projektu sú len pozitívne a neoceniteľné. A v podstate sa výrazným spôsobom prispieva k plneniu záväzkov, ktoré nám predpisuje EÚ v smernici č.31/2010. Zníženie tvorby skleníkových plynov, zvýšenie podielu využívania OZE.

6. VÝVOJ CENY TEPLA

Obnova a vylepšenie vykurovacieho systému v objeme 3,7 milióna eur z obnoviteľných zdrojov stabilizovala cenu tepla na pôvodnej úrovni. Štruktúru nákladov pri tvorbe ceny tepla znázorňuje nasledujúci graf.

Okolo 40 % z celkových nákladov sú spojené s investičnou akciou /odpisy a úroky/. Postupné splácanie úveru ročne znižuje úroky a o 15 rokov finančné výdavky spojené so splácaním investičného úveru vypadnú z cenotvorby.

Výrobca tepla môže znížiť cenu tepla s pripojením nových odberateľov do systému. Technické prepočty umožnia zvýšiť objem predaja tepla v MWh na dvojnásobok pri rádoovo menšom raste investičných a prevádzkových nákladov.

7. ZÁVER

Výrobca tepla so súčasnou technológiou dokáže vychladiť vodu z 98 °C na 45 °C. Tepelnými čerpadlami je možné znížiť teplotu tepelne využitej vody na 28 °C t.j. získať ďalší tepelný výkon v objeme 1,1 MWh. Chladnejšiu vodu je možné lepšie reinjektovať a Zákon o vodách povoľuje vypúšťať odpadovú vodu do prírody s teplotou do 26 °C.

Prínosy geotermálneho projektu:

- Ročne sa ušetrí 1,3 milióna m³ zemného plynu
- Ročne vznikne o 2 500 kg menej emisií
- Nespálenie plynu ročne ušetrí 14 193 t kyslíka/vzduchu
- Odber geotermálnej vody je regulovaný podľa potreby tepla tzn. Sú chránené podzemné zásoby vody.

Literatúra

- [1] PETRAŠ, D. a kol.: *Obnoviteľné zdroje energie pre nízko teplotné systémy*. JAGA, Bratislava 2009, 223 str., ISBN 978-80-8076-075-5
- [2] TAKÁCS J. – GAŽÍKOVÁ, S. – DERZSI, I.: *Otvorený geotermálny energetický systém pre zásobovanie teplom v meste Veľký Meder*. Vypápení, větrání a instalace 2/2019
- [3] TAKÁCS, J. - GAŽÍKOVÁ, S.: Nasledovania hodný príklad riešenia geotermálneho energetického systému pre zásobovanie teplom mesta Veľký Meder. In *Vykurovanie 2019 [elektronický zdroj] : zborník prednášok z 27. medzinárodnej vedecko-odbornej konferencie na tému - Smart technológie a inovácie pri zásobovaní teplom. Podbanské, Vysoké Tatry, 1. - 5. apríl 2019*. 1. vyd. Bratislava: SSTP, 2019, CD-ROM, s. 193-198. ISBN 978-80-89878-42-0.
- [4] Podklady z prevádzky kotolne Stred vo Veľkom Mederi MPBH spol. s r.o. a interné údaje spoločnosti MPBH s.r.o.

MODERNÉ FLEXILNÉ RIEŠENIE REKONŠTRUKCIE TEPELNÉHO HOSPODÁRSTVA V PRIEMYSELNOM AREÁLI

Martin Kandrác

Technicko-obchodný zástupca
NRG Flex s.r.o Pezinok, Slovakia
e-mail: kandracs@nrgflex.sk

Abstrakt

V roku 2015 stál Estónsky dodávateľ tepla, Järvakandi Soojus, pred výzvou, ako zrekonštruovať existujúce rozvody tepla z 2 MW 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. VÝZVA

Existujúce tepelné rozvody boli v nadzemnom prevedení na potrubnom moste, priamo cez areál priemyselného závodu. Avšak nové predizolované potrubia majú byť inštalované bezkanálovom vyhotovení pod úroveň okolitého prostredia. Trasovanie potrubných rozvodov bolo zmenené a ide okolo celého priemyselného závodu, a prechádza tak oblasť s intenzívnou premávkou – až 30 kamiónov denne, ktoré dovážajú suroviny potrebné na nepretržitú výrobu. Toto si vyžiadalo inštaláciu 1 400 m flexibilného predizolovaného potrubia DN 125 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.

2. PARAMETRE TEPELNEJ SIETE Z PLASTOVÝCH PREDIZOLOVANÝCH RÚR

Základná skladba plastových predizolovaných potrubí s termoplastickou výstužou NRG FibreFlex Pro je médiová rúrka PE-Xa alebo PE-Xa doplnená o sieťku z aramidového vlákna, polyuretanová izolácia so súčiniteľom tepelnej vodivosti λ mdou 0,0210 W/mK a jemne zvlhnený LDPE plášť. Na obr. 1 je zobrazená skladba predizolovaných potrubí.

Prevádzková teplota teplonosnej pracovnej látky:85-95 °C

Prevádzkový tlak:4 bar

Dĺžka potrubia:1 400 m

3. TECHNICKÉ RIEŠENIE

Je všeobecne známe, že plastové predizolované potrubia umožňujú výrazne rýchlejšiu montáž v porovnaní s oceľovými predizolovanými rúrami. 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

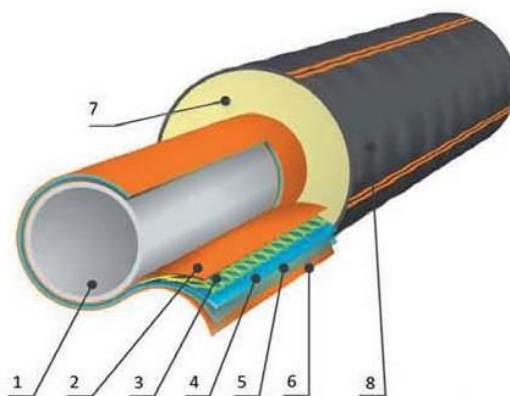
krátku dobu inštalácie a obmedzení vo výrobe priemyselného závodu, bolo použité inovatívne riešenie plastových predizolovaných potrubí s termoplastickou výstužou NRG FibreFlex Pro, keďže tieto bezpečne spĺňajú potrebné parametre a vyššiu prevádzkovú teplotu a tlak teplonosnej látky ktorá má prúdiť v potrubí. Porovnanie parametrov plastových predizolovaných potrubí je v tab. 1.

Tab.1 Parametre plastových predizolovaných potrubí

Potrubie	Max. trvalá prevádzková teplota (min. 30 rokov)	Max. krátkodobá prevádzková teplota	Max. trvalý prevádzkový tlak rúr pre médium d 32-160
	(°C)	(°C)	(bar)
Bežné flexibilné predizolované potrubia	80	95	6
NRG FibreFlex	80	95	10
NRG FibreFlex Pro	95	115	10/16

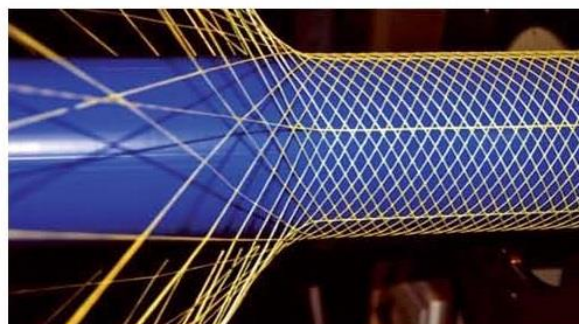
4. KONŠTRUKCIA RÚRKY PRE MÉDIUM

Potrubia skupiny NRG FibreFlex sú spevnené plastové rúrky pre teplonosnú látku - médium izolované polyuretánovou penou na báze cyklopentánu s vonkajším jemne korugovným plášťom z LLD-PE. Skladba plastovej rúry je na obr. 1



Obr. 1 Spevnená plastová rúrka pre teplonosnú pracovnú látku – médium a jej skladba
1 – PE-Xa médium rúrka, 2 – vysokoteplotná odolná adhezívna vrstva, 3 – sieťka z aramidového vlákna (nosná vrstva), 4 – vysokoteplotná adhezívna vrstva, 5 – kyslíková bariéra, 6 – ochranná vrstva rúry pre teplonosnú látku – médium, 7 – polyuretánová izolácia, 8 – LDPE plášť, pri FibreFlex Pro s difúznou bariérou

NRG FibreFlex a NRG FibreFlex Pro sú prémiové potrubia, ktoré majú rúrku pre médium z PE-Xa doplnenú o sieťku z aramidového vlákna (obr. 2), ktorá dodáva potrubiam pri nižšej hrúbke steny výrazne lepšie parametre a je ich možné použiť na teplú vodu (spájanie lisovanými nerezovými spojkami) do teploty 95 °C/ 10 bar alebo na vykurovanie a iné aplikácie až do 115 °C/10, resp. 16 bar.



Obr. 2 Pohľad na rúrku pre médium z PE-Xa doplnenú o sieťku z aramidového vlákna.

Pri týchto potrubíach sú vďaka menšej hrúbke steny rúrky pre médium nižšie tepelné straty pri rovnakom plášti, vďaka väčšej hrúbke izolácie. Taktiež má tenšia stena rúrky pre médium pozitívny vplyv na ohybnosť potrubia, a tým aj minimalizáciu potreby použitia kolien.

5. POPIS PROJEKTU

Celkovo bolo dodaných 1 400m potrubí NRG FibreFlex Pro v dimenziách d 140 (DN 125), ktoré boli dodané na ôsmich bubnoch s priemerom 3,6 m, pričom na každom bolo cca. 200m potrubia. Pohľad na bubny je na obr. 3.



Obr. 3 Pohľad do vnútra bubna a vedľa transport na miesto realizácie

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 flexibilitě potrubí prekonané. Spájanie potrubia je zobrazené na obr.4.

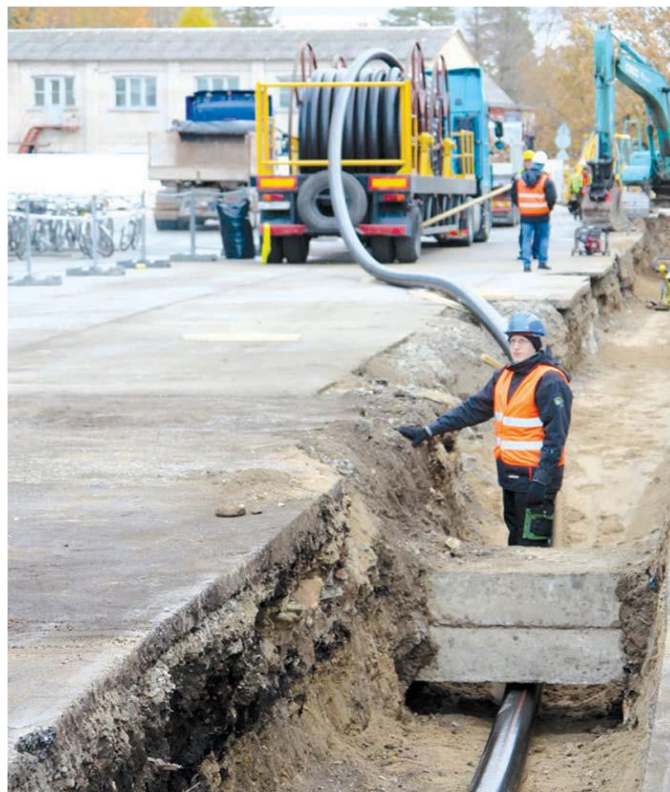


Obr. 4 Praktická ukážka spájania plastové predizolované potrubia NRG FibreFlex Pro

Termoplastické vystužené rúrky pre teplovodnú pracovnú látku médium majú v porovnaní s bežnými jednovrstvovými 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 potrubí (hlavne pre rúrku pre teplovodnú pracovnú látku - médium d 75 až d 160).

Plastové predizolované potrubia NRG FibreFlex Pro minimalizujú počet spojov vďaka dĺžke dodávaných kotúčov. Preto je riziko zlyhania pri realizácii doizolovania vonkajšieho plášťa výrazne znížené, niečo čo je pri oceľových predizolovaných potrubíach 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. Ukladanie plastových predizolovaných potrubí NRG FibreFlex Pro do výkopu je zobrazené na obr. 5



Obr. 5 Ukladanie plastových predizolovaných potrubí NRG FibreFlex Pro do výkopu

Samotná pokládka by bola spravená rýchlejšie, ak by sa nebol predĺžil potrebný čas na výkopové práce, kvôli nepredvídateľným prekážkam. 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.

6. ZÁVER

Na základe spoľahlivých údajov z bežne prijímaných testovacích a hodnotiacich metód sa preukázalo, že predpokladaná životnosť NRG FibreFlex potrubia pre vykurovacie rozvody a rozvody teplej vody pri tlaku 10 barov prekročí 50 rokov.

Navrhovanie vhodného potrubia pre vaše potreby je súčasťou našich komplexných služieb a technickej podpory. Na základe špecifického teplotného profilu siete vieme navrhnúť optimálne riešenie pre dlhodobú spoľahlivú prevádzku.

Náš tím technikov a obchodno-technických zástupcov pre vás hľadá optimálne riešenia. Dodávateľom tepla, investorov, projektantov a montážne firmy sprevádzame celým procesom od prvých návrhov a štúdií, až po prípravu výkazov výmer a realizačných podkladov. Následne zabezpečujeme školenie podľa potreby montážnej firmy buď priamo v mieste montáže alebo na mieste, ktoré je pre nich optimálne.

IV. SEKCIA

BIOMASA

vedie: Ing. Kamila Víchová, PhD.

- ❖ *Kamila Víchová*
- ❖ *Michal Holubčík, Jozef Jandačka,
Nikola Kantová*
- ❖ *Michal Holubčík, Jozef Jandačka,
Juraj Trnka*
- ❖ *Ján Gaduš, Natalia Glowacka*
- ❖ *Róbert Krakovik*

PODPORA A MOŽNOSTI VYUŽÍVANIA BIOMASY NA SLOVENSKU

Ing. Kamila Víchová, PhD.

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

Abstrakt

Biomasa všeobecne dnes tvorí – 12% podiel na dodávky energie v Európskej únii. Ekologický ekologický scenár do roku 2030 je 15% na energetické účely. Európska komisia vyhodnotila Slovensko ako krajinu s najvyšším potenciálom rozvoja využitia biomasy ako zdroje obnoviteľných foriem energie.

1. ÚVOD - BIOMASA JE ŠIROKÝ POJEM

V praxi používame pri návrhu zdrojov tepla a vykurovacích systémov viacero druhov biomasy. Najznámejšia je drevná biomasa tzv. dendromasa. Veľmi zaujímavá je v posledných rokoch nedrevná biomasa, tzv. agromasa alebo tuhé biopalivo. Európska únia upravila v rámci noriem jednotlivé fakty, definície a použitie nedrevnej biomasy.

1.1 Dendromasa

Drevospracujúci priemysel je hlavným zdrojom biomasy. Za energeticky využiteľnú biomasu sa považuje iba odpad, ktorý pri týchto činnostiach vzniká - tvorí nezanedbateľný potenciál napríklad hrubina z porastov, pne a korene, štiepky, piliny, hobliny atď. zdrojom dreva sú v iných krajinách často tzv. energetické lesy. V budúcnosti by sa mohli stať výdatným zdrojom aj na Slovensku - ide špeciálne rýchlorastúce nenáročné dreviny s rúbnou dobou 3 – 5 rokov. Na Slovensku by bolo možné založiť až 25 000 ha energetických lesov.

2. NEDREVNÁ PELETA

Európska norma EN ISO 17225 – 6 s názvom Tuhé biopalivá, časť Triedené nedrevné pelety je platná od 1. Januára 2015 a existuje v troch oficiálnych verziách. Anglická, francúzska a nemecká. Preložená je do českého jazyka. Cieľom normy je poskytnúť jasné princípy klasifikácie tuhých biopalív. Táto časť podporuje využitie nedrevných peliet pre obytné budovy, malé komerčné stavby a verejné budovy. Pri nedrevnej pelete sa vyžaduje vyššia kvalita biopaliva. Nedrevné pelety majú vysoký obsah popola, chlóru, dusíka, síry, takže sa

neodporúča ich používať v zdrojoch tepla, ktoré nie sú konštruované pre tento druh peliet. Pelety sa môžu používať v horákoch vyskúšaných podľa EN 15270 a EN 303 – 5.

3. AGROMASA

Slama je bežným vedľajším produktom v poľnohospodárstve – chápaná ako odpad. Na Slovensku je približne 900 000 ha pôdy, na ktorých sa pestujú obilniny. Ročne by z nich bolo možné získať cca 2 milióny ton prebytočnej slamy - 2,8 TWh elektrickej energie, čo predstavuje asi 6 % ročnej spotreby a 4,8 TWh tepelnej energie (pokrytie ročnej spotreby v 300 000 domácnostiach).

Vznik regionálnych peletární by uvítali viacerí pestovatelia, či už formou združenia alebo holdingu možnosť zapojenia obcí, združení veľkopestovateľov ako aj individuálnych malých pestovateľov možnosť získať finančné prostriedky z fondov EU.

Združenie by zabezpečovalo:

- zabezpečenie suroviny,
- spracovanie suroviny,
- distribúciu vyrobených peliet –veľkoodberateľom, stredným odberateľom, malým odberateľom (pre rodinné domy),
- dodávku, servis a inštaláciu kotlov v regióne,
- získavanie zdrojov na financovanie (Európska únia, splátkový predaj...).

Agromasa je dostupná prakticky celé vegetačné obdobie v každom regióne, ide hlavne o:

- slama z repky olejnej,
- slama z obilnín (pšenica, raž, ovos, kukuričná slama, slnečnicová slama a šupky),
- seno,
- otruby.

4. FYTOMASA

Závazok Slovenskej republiky je nová problematika - pestovanie energetických rastlín.

Naša krajina má vhodné geografické a sociálno-ekonomické podmienky:

- celková rozloha poľnohospodárskej pôdy – 370 tis. hektárov,
- možnosť pokryť pestovaním fytomasy 100 tis. ha,
- pestovanie kultúr rýchlorastnúcich rastlín aj na menej úrodných pôdach,
- možnosť vyrobiť 85 PJ energie z pôdohospodárskej biomasy bez negatívneho vplyvu na podstielanie, kŕmenie zvierat a výživu pôdy,
- pestovanie a zakladanie plantáží je na úrovni maloparcelných pokusovnajmä - Východoslovenská nížina.

4.1 Ozdobnica čínska (MISCANTHUS SINENSIS)

- vytrvalá tráva vysokého (4m) vzrastu,
- pochádza z Ázie,
- odolná v našich klimatických podmienkach proti škodcom a chorobám,
- za priaznivých podmienok výnosu sušiny aj 40 ton z hektára,
- priemer výnosu je okolo 15 až 18 t / ha,

- v našich podmienkach je sterilná, čo znamená, že sa nedá rozmnožiť semenom, ale len delením alebo in-vitro množením



Obr. 1 Ozdobnica čínska

5. ŽIVOČÍŠNA BIOMASA

V SR je chovaných asi 1 mil. ks dobytky, 2 mil. ks ošípaných a 12 mil. ks hydiny. Hnoj, ktorý pri tejto produkcii vzniká, je problémom, pretože znečistením ohrozuje vody a ak je bez odplynenia používaný ako hnojivo (čo sa deje v absolútnej väčšine prípadov). Uvoľňuje sa z neho metán, ktorý voľne uniká do atmosféry a posilňuje skleníkový efekt. Ak by bolo 10 mil. ton hnoja, ktoré sú vyprodukované len pri chove dobytky využitých v energetike, bolo by možné z neho získať až 277 mil. m³ bioplynu ročne.

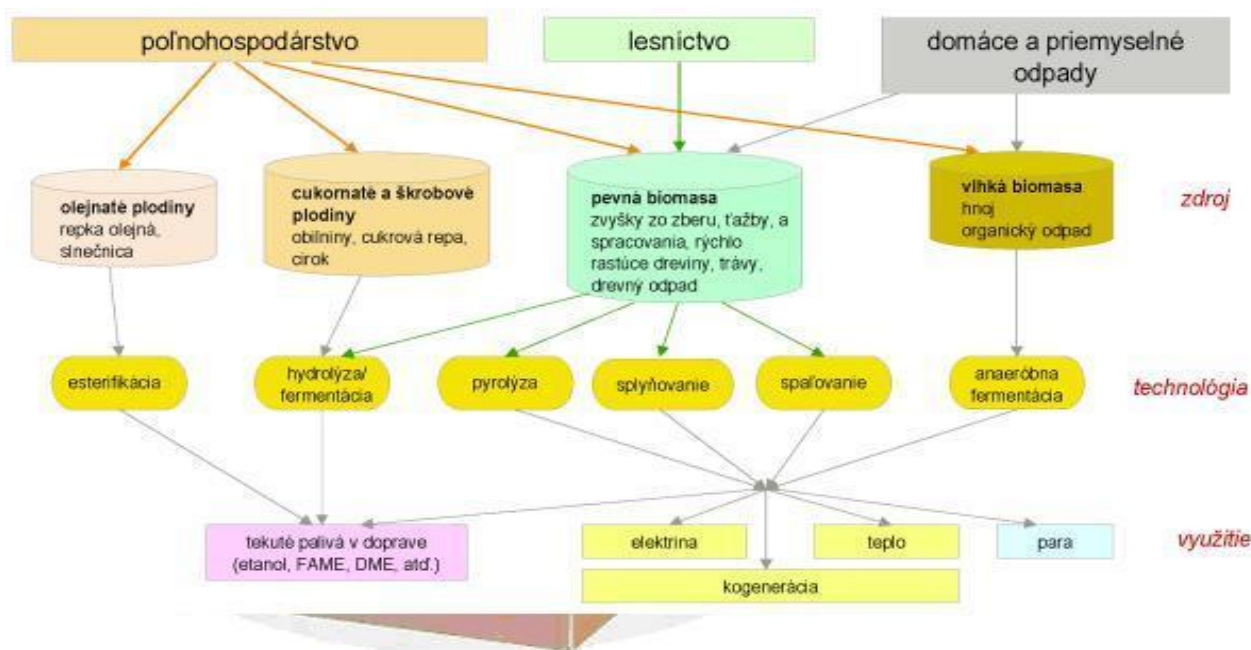
V praxi by bolo možné z tohto bioplynu získať 1,95 TWh elektrickej energie. V praxi by však bolo realistické očakávať využitie maximálne 6,9 PJ, čo by pokrylo napríklad spotrebu elektriny v 300 000 domácnostiach a teplom zásobovať 60 000 domácností.

5.1 Bioplyn

Anaeróbne vyhnívanie označuje kontrolovanú bakteriálnu premenu organických látok bez prístupu vzduchu za vzniku bioplynu a digestátu (digestát je tuhá časť po anaeróbnom vyhnívaní, využíva sa zväčša ako hnojivo). Baktérie produkujúce metán patria do unikátnej skupiny, o ktorej panuje názor, že sa vytvorila dávno pred vznikom kyslíkovej atmosféry na Zemi.

Kogeneračné využitie bioplynu:

- pri špičkových kogeneračných staniciach sa dá dosiahnuť účinnosť premeny energie až 95 %,
- 1/3 vyprodukovanej energie býva využitá na vlastnú spotrebu bioplynovej stanice, vo väčšine bioplynových staníc sa používajú na kogeneráciu naftové motory,
- vďaka kogenerácii je možné pri bioplynových staniciach dosiahnuť ekonomickú rentabilitu.



Obr. 2 Biomasa v rôznych súvislostiach

6. ZÁVER

Využívanie potenciálu obnoviteľných zdrojov energie je zvyšovať energetickú nezávislosť štátu a znižovať zaťaženie životného prostredia. Obmedzovanie skleníkového efektu v úspore fosílnych zdrojov. Vhodné využitie pôdy, využitie energetických rastlín nie len ako palivo – papierenský, chemický a potravinársky priemysel. V neposlednej rade vznik pracovných príležitostí v regiónoch s nízkou zamestnanosťou – pestovanie, spracovanie suroviny.

Slovensko má s lesnatosťou 42% a výmerou 49% poľnohospodárskej pôdy. predpoklady, aby v bioenergetike EÚ zastávalo jedno z popredných miest. Je nutné, aby sa podporil systematický výskum a s ním súvisiaci technologický vývoj.

Literatúra

- [1] Smernica 2001/77/ES Európskeho parlamentu a rady.
- [2] Víchová, K.: Analýza tepelných strát a účinností kotlov spaľujúcich biomasu. In. TZB Haustechnik, 01/2016, Jaga Group, s.r.o., s.: 46-49, ISSN 1210-356X
- [3] <http://www.oze.stuba.sk/oze/energia-z-biomasy/>
- [4] ENERGETIKA – elektrická energia, teplárstvo, plynárstvá,
- [5] Medzinárodné fórum o biomase
- [6] Petráš, D., Lulkovičová, O., Takács, J., Fűri, B.: Obnoviteľné Zdroje Energie pre Nízko-teplotné Systémy. Bratislava: Jaga, 2009, ISBN 978-80-8076-075-5

ZMENA VÝKONOVÝCH A EMISNÝCH PARAMETROV KRBOVEJ VLOŽKY PRI SPAĽOVANÍ ALTERNATÍVNYCH PALÍV

doc. Ing. Michal Holubčík, PhD.

prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.

Ing. Nikola Kantová

Strojnícka fakulta ŽU v Žiline

Katedra energetickej techniky

Univerzitná 8215/1, 010 26 Žilina

e-mail: juraj.trnka@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 plyných 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 situácií 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 (PM_{2,5}) 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) pyrén (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 plyných 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 (η) 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 (SO₂), oxidu uhličitého (CO₂) a kyslíka (O₂) 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 spalínach). 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 ($8,2 \pm 11,1$ 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.

5. 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.

Podakovanie

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 tavitelnosti 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

PREVÁDZKA MALÉHO TEPLOVODNÉHO KOTLA S RÔZNYMI HORÁKMI NA PELETY

doc. Ing. Michal Holubčík, PhD.

prof. Ing. Jozef Jandačka, PhD.

Ing. Juraj Trnka

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 prírodného 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 plynulý 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 vplyvajú na znižovanie teploty tavitelnosti popola. Problémom rastlinných popolovín sú voľné oxidy (SiO_2 , CaO , Na_2O_2 , K_2O a chloridy ktoré výrazne znižujú hodnotu teploty tavitelnosti popola. Oxid kremičitý hrá podstatnú úlohu sklovitého oxidu a oxid vápenatý spolu s oxidom draselným následne znižujú viskozitu vznikutej taveniny [1]. Znižovanie teploty tavitelnosti 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 zabráňujú 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 konštrukcii 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 nabera 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 procesom horenia bez problémov vyfúknuté. NO nevýhodou tohto systému je že rovnako ľahko môžu s procesom 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 MATERIÁLY 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 prispôbiť 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 (CO₂) a kyslíka (O₂) 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 spalínach). Produkcia tuhých znečisťujúcich látok bola stanovená gravimetrickou metódou v súlade s normou STN ISO 9096 za podmienky dodržania izokinetickeho 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.

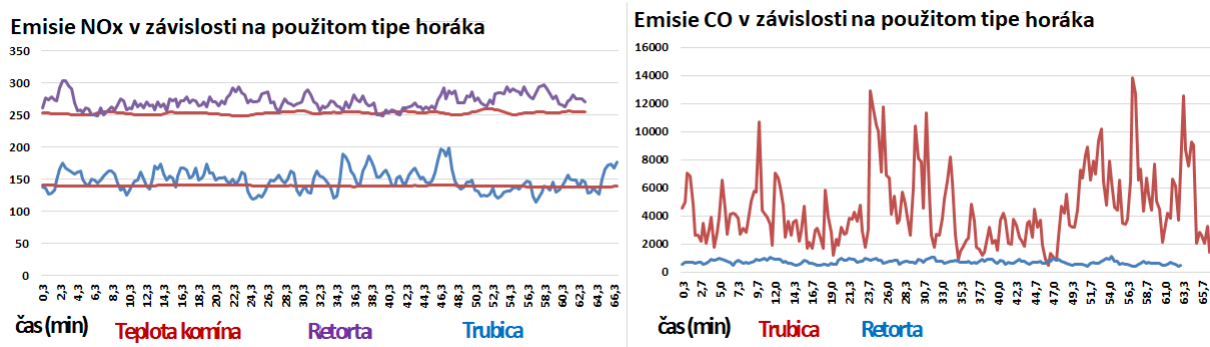
3. VÝSLEDKY EXPERIMENTOV

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

Tab. 1 Priemerné výsledky experimentov (P – tepelný výkon, η - účinnosť, O₂ – podiel kyslíka v spalínach, CO₂ – podiel oxidu uhličitého v spalínach, CO_{13%} - koncentrácia oxidu uhoľnatého v spalínach, NO_{x,13%} - koncentrácia oxidov dusíka v spalínach, OGC_{13%} - koncentrácia organických plynných uhľovodíkov v spalínach, TZL_{13%} - koncentrácia tuhých znečisťujúcich látok v spalínach)

Palivo	Typ 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 typu 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 NO_x. Čo môžeme vydiť 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 najmä CO spôsobená vypadávaním nezhorených častí peliet z priestoru horáka.



Obr. 2 Priebehy emisií v (mg.m⁻³) na základe typu použitého horáka

4. ZÁVER

Výskum dokázal že smer horenia a sklon horáka výrazne ovplyvňujú účinnosť a plynulosť prevádzky spaľovacieho zariadenia. Modernjšie horizontálne typy horákov nemusia prekonávať gravitačnú silu, ktorá pôsobí na popol a vzniknuté spekance bráni odľahčovaniu 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 dohávajú nedokonale bez optimálneho prístupu vzduchu a teploty. To vedie 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.

Podakovanie

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 tavitelnosti 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 tavitelnosti 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 Knowhill: National Energy Foundation 2002, 85p.

SKÚSENOSTI S APLIKÁCIOU ZELENÝCH MIKRORIAS K PRODUKCII BIOPLYNU

prof. Ing. Ján Gaduš, PhD.

Mgr. Natalia Glowacka, 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 popisujeme skúsenosti s využívaním zelených mikrorias ako vstupnej suroviny pre produkciu bioplynu. Intenzívne budovanie nových zariadení na výrobu bioplynu po celej Európe a nedostatok plôch ornej pôdy na kultiváciu biomasy vhodnej na výrobu bioplynu sú základnými dôvodmi na hľadanie alternatívnych vstupných surovín na výrobu energie ako náhrady za najviac využívanú kukuričnú siláž. Pri porovnaní zelených mikrorias s tradičnými plodinami je možné vyzdvihnúť ich vysoký potenciál produktivity (vysoký obsah oleja), ako aj možnosť ich pestovania počas celého roka ako aj nenáročnosť na potrebné produkčné plochy. V súčasnosti sa na kultiváciu rias používa celý rad technologických systémov, niektoré z nich sú ešte stále vo fáze vývoja. Je potrebné hľadať účinné spôsoby na výrobu biomasy z mikrorias vhodných na energetickú konverziu so zreteľom na ekonomické požiadavky, ale aj na ochranu životného prostredia. Priebežné výsledky výskumov uvedené v tomto článku naznačujú, že mikroriasy sú vhodným alternatívnym materiálom na výrobu bioplynu využívajúc metódy anaeróbnej fermentácie.

1. ÚVOD

V júni 2018 sa inštitúcie EÚ dohodli na novej smernici o obnoviteľných zdrojoch energie na budúce desaťročie, vrátane právne záväzného cieľa EÚ vo výške 32% pre obnoviteľné energie do roku 2030. Sektor bioplynu nepochybne prispeje k dosiahnutiu tohto cieľa. S celkovým počtom 17 783 bioplynových staníc a výrobou elektriny 65 179 GWh v roku 2017 je európsky trh s bioplynom plne etablovaný a zrelý. Na druhej strane, počet biometánových zariadení stále rýchlo rastie, z 187 staníc v roku 2011 až na 540 zariadení v roku 2017.

Svetové zásoby tradičných fosílnych palív vrátane ropy pri neustálom narastaní potrieb energie veľmi rýchlo klesajú. Aktuálna spotreba spôsobuje ekologické problémy, preto je iba otázkou času, dokiaľ budú fosílna palivá dostupné za nízke ceny. Globálne otepľovanie, zvyšovanie cien ropy a ropných produktov spôsobujú znižovanie energetickej bezpečnosti, čo je dôvodom, prečo sa výskumníci v súčasnosti zameriavajú na výskum výroby obnoviteľnej energie aj z mikrorias (Mobin et al. [8]). Mikroriasy majú potenciál stať sa náhradou tradičných plodín (repkové semeno, kukuričná siláž) vzhľadom na ich rýchly rast a ich vysokú fotosyntetickú účinnosť. Biomasa rias je možné kultivovať v celom rade rozličných typov fotobioreaktorov, vodných nádrží situovaných voľne, resp. v skleníkoch.

1.1 Možnosti pestovania zelených mikrorias

Spolu so sinicami, mikroriasy ako primitívne rastliny sú tie najjednoduchšie nekomplikované autotrofné organizmy (väčšinou mikroskopickej veľkosti) s nenáročnými požiadavkami na rast v bioreaktore. Hlavnými faktormi pre zabezpečenie rastu rias sú: voda, svetlo, CO₂, optimálna teplota a pomer živín N:P:K. Pri mikroriasach zaznamenávame oveľa vyššiu produktivitu v porovnaní so štandardnými poľnohospodárskymi plodinami. Počas najdôležitejšej fázy rastu rias - exponenciálnej fázy - je možné sledovať zdvojnásobenie obsahu biomasy v čase kratšom ako 3,5 hodiny. Mikroskopické riasy dokážu naviazať a využiť odpadový oxid uhličitý (CO₂), 1 kg suchej biomasy z rias využije približne 1,83 kg CO₂ (Brennan et al. [2]). Pre výber vhodného kmeňa mikrorias je jedným z najdôležitejších parametrov charakteristická konštrukcia bunkovej steny mikroriasy, ktorá predurčuje účinnosť anaeróbného procesu. Niektoré druhy nemajú bunkovú stenu, niektoré mikroriasy majú stenu pozostávajúcu z proteínu bez celulózy alebo hemicelulózy, čo je potom dôvodom ich ľahšej rozložiteľnosti metanogénnymi mikroorganizmami. Pri výbere druhov mikrorias pre anaeróbnú digestiu je nutné zohľadniť aj iné faktory ako napr. produktivitu a citlivosť na kontamináciu.

Vzhľadom na vysokú fotosyntetickú účinnosť a intenzívny rast mikrorias prebieha štúdium kultivácie zelených rias ako sľubnej suroviny na výrobu palív a chemikálií. Kultivácia biomasy rias pre výrobu biopalív predstavuje zaujímavý biomateriál pre výskumníkov na celom svete (Sarkar et al. [9]).

Úspešná kultiváciu mikrorias si vyžaduje znalosti ekológie rias, z účelom zabezpečenia optimálnych podmienok ich rastu. Bolo vypočítané (Benemann et al. [1]), že množstvo výroby suchej hmoty mikrorias na svete predstavuje hodnotu 15 000 t/rok. Biomasa mikrorias sa nezbiera iba z prírodného prostredia (voda), ale aj z umelých kultivačných zariadení (vodné nádrže) a fotobioreaktorov.

Jedným z najdôležitejších faktorov pre celkový úspech pestovania rias je výber vhodného a najvýkonnejšieho kmeňa rias (Bruton et al. [3]). Základnými požiadavkami na kultiváciu mikrorias sú:

- Intenzita svetla - jeden z najdôležitejších parametrov, hustota kultúry je obmedzená z dôvodu dostupnosti svetla, je nepriamo úmerná vzdialenosti, cez ktorú svetlo musí prejsť;
- Teplota a regulácia pH - každý druh rias vyžaduje iný optimálny rozsah teploty a pH;
- Eliminácia kyslíka - mikroriasy produkujú kyslík primerane k ich rastu (mal by byť odstránený z dôvodu toxicity);
- Prísun CO₂ - účinné zachytenie oxidu uhličitého je dôležitou časťou návrhu systému na pestovanie rias;
- Cirkulácia kultúry - ovplyvňuje elimináciu kyslíka, šírenie svetla, zníženie organickej hmoty.

Rastové médium (kultivačné prostredie) musí zabezpečiť dodávanie dôležitých anorganických faktorov, ktoré sú v ďalšom procese hlavnými komponentmi, ktoré budujú bunky mikrorias, sú nimi: dusík, fosfor, draslík a železo. Chemický odhad minimálneho obsahu živín, ktoré je potrebné zabezpečiť pre kultiváciu, je uvedený podľa molekulárneho vzorca špecificky vytvoreného pre biomasu rias: CO_{0.48}H_{1.83}N_{0.11}P_{0.01} (Chisti, [4]). Zloženie

biomasy mikrorias je možné ovplyvniť prispôbením podmienok ich rastu vytvorených vo fotobioreaktore.

Pre naše experimenty bola biomasa rias druhu *Chlorella sorokiniana* kultivovaná v laboratóriu biotechnologickým procesom v rastovom médiu pri dodržaní všetkých základných parametrov uvedených vyššie. Pre kultiváciu rias bol použitý 10-litrový bioreaktor, ktorý bol neskôr nahradený 100-litrovým bioreaktorom (10 litrov suspenzie rias bolo pridaných do 90 litrov kultivačného médiá) pri udržiavaní optimálnej teploty v rozsahu 25°C - 28°C. Teplota vytvorená v bioreaktore môže ovplyvňovať chemické zloženie buniek rias. Aby bolo možné vytvoriť čo najpriaznivejšie podmienky pre rast rias, pH bolo regulované na úrovni medzi 7.0 – 7.3. Miešanie a cirkulácia (pridaním CO₂) kultúr rias v bioreaktore bolo dôležité na odstránenie vysokej hladiny kyslíka, ktorý je pre riasy škodlivý. Úroveň svetla bola udržiavaná na požadovanom pomere za účelom zaistenia procesu fotosyntézy 16:8 (svetlo:tma) (Glowacka et al. [6]).



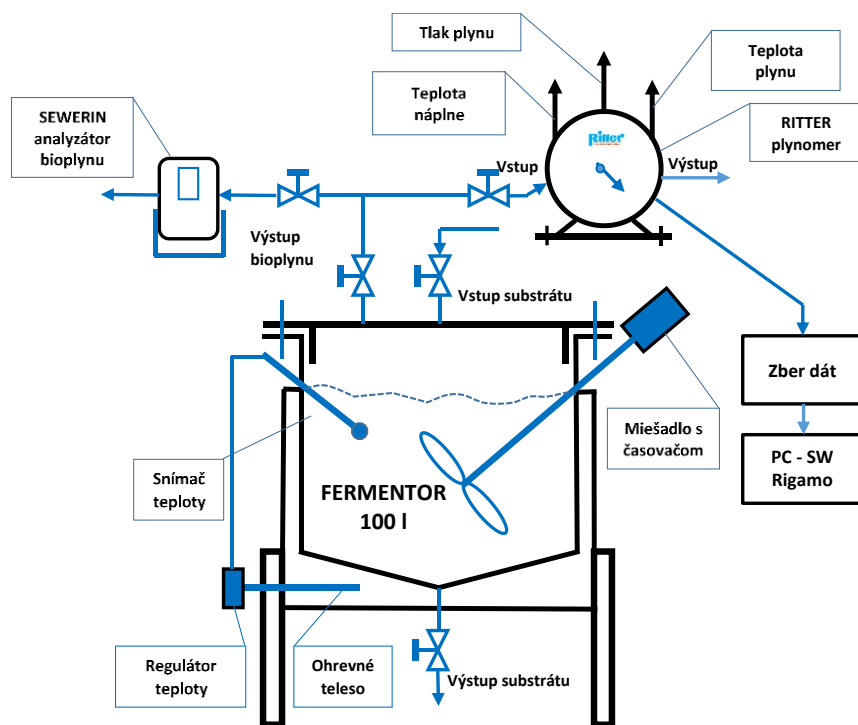
Obr. 1 Pestovanie biomasy z riasy druhu *Chlorella sorokiniana* v 100 l bioreaktore (autor)

2. VÝSKUM VÝROBY BIOPLYNU Z MIKRO RIAS

Pre účely realizovania porovnávacích testov výdatnosti rôznych zmesí vstupnej biomasy boli navrhnuté, vyrobené a na pracovisku Katedry regionálnej bioenergetiky FEŠRR SPU v Nitre v Kolíňanoch nainštalované experimentálne fermentory pre dávkové pokusy. Tieto fermentory majú nasledovné základné parametre: nerezová nádrž s dvojitým plášťom, s čistým objemom 100 l, s elektrickým ohrevom vykurovacej vody, s digitálnou reguláciou teploty s presnosťou $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$ a elektrickým pomalobežným miešadlom s možnosťou nastavovania času miešania a prestávok (12 cyklov za deň v trvaní 20-30 minút).

Vyprodukované množstvo bioplynu sa kontinuálne meria a zaznamenáva plynomerom pre malé prietoky Ritter s automatickým záznamom (využívajúc software RIGAMO). Fermentor je vybavený ventilmi umožňujúcimi odber substrátu počas experimentu k realizovaniu chemických rozborov, ako aj na analyzovanie zloženia produkovaného bioplynu (viď schému Obr. 2).

Každý experiment zameraný na zisťovanie výdatnosti bioplynu skúmaného substrátu trvá 20 až 30 dní.



Obr. 2 Schéma experimentálneho 100 l fermentora

3. VÝSLEDKY

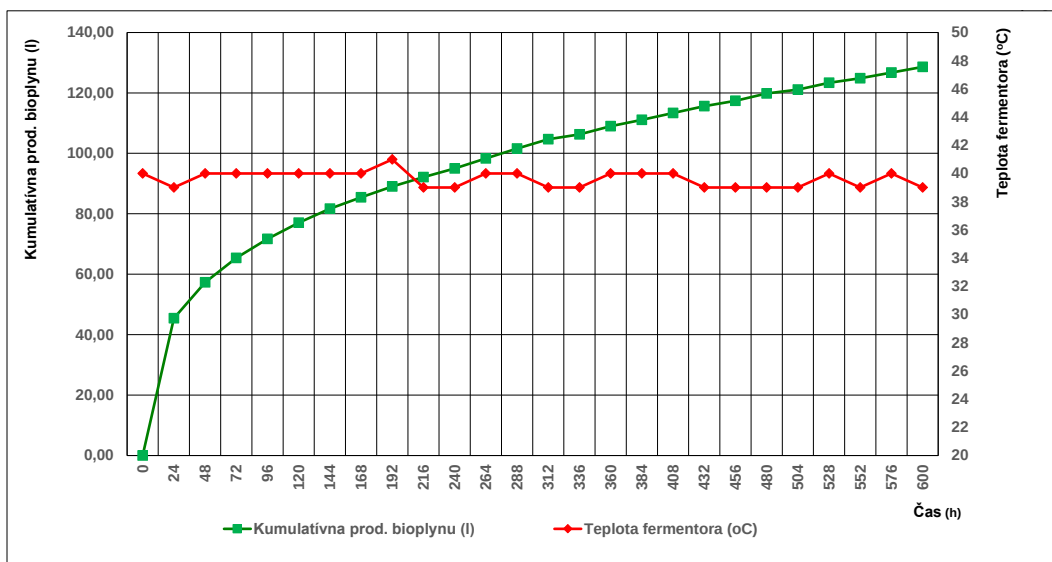
Pre experimenty bola zvolená biomasa – zahustené zelené mikroriasy druhu *Chlorella sorokiniana*, dopestovaná v malom bioreaktore v celkovom množstve 3 l. Pripravená vstupná surovina je ukázaná na fotografii Obr. 3. Fermentor bol naplnený inokulom odobratým z fermentora (o veľkosti 100 m³) bioplynovej stanice a to v objeme 97 l a následne boli pridané mikro riasy (Obr. 4). Pokus bol realizovaný v trvaní 25 dní.

Po uzavretí fermentora bol nastavený automatický režim regulácie teploty na 40 °C ±1 °C, ako aj automatický režim záznamu kumulatívnej produkcie bioplynu využitím riadiaceho programu plynomeru. Hodnota kumulatívnej produkcie bioplynu sa zaznamenávala každú hodinu. Spracované výstupy jednotlivých sledovaných parametrov sú uvedené v nasledujúcich tabuľkách a grafoch.

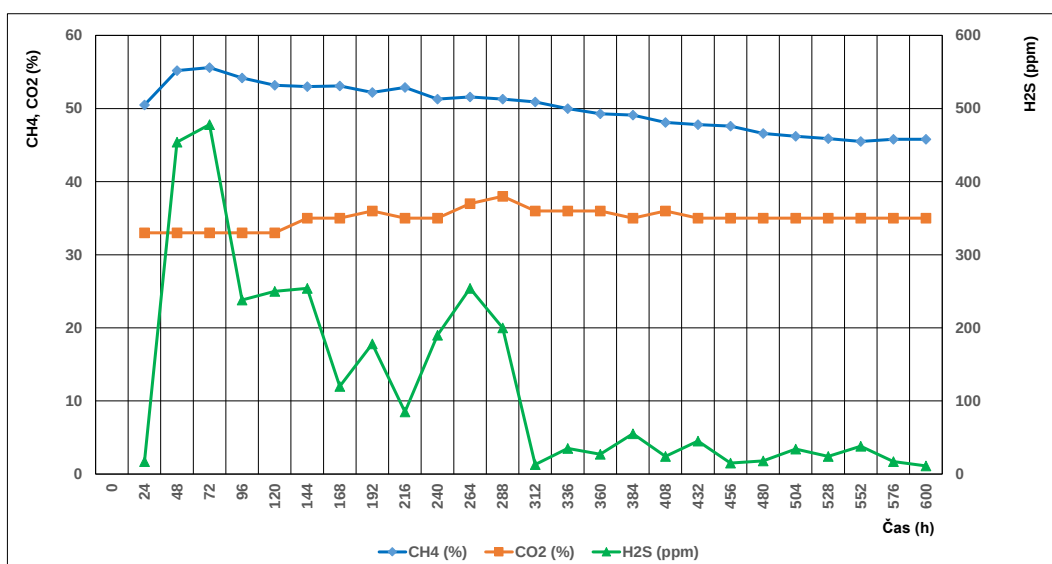
Kumulatívnu produkciu bioplynu je vidieť v grafe na obrázku Obr. 7. Celkovo bolo zo substrátu v 100 l fermentore vyprodukovaných za 25 dní **128,57 l** bioplynu, čo predstavuje priemernú dennú produkciu 5,14 l/deň. Príspevok k produkcii bioplynu 97 l samotného inokula bol **76,27 l**. Priebeh zloženia bioplynu je vidieť na grafe na Obr. 8. Priemerná hodnota pH vo fermentore bola 6,44 a teplota 39,60 °C počas celej doby trvania experimentu.

Experiment potvrdil, že zahustené mikroriasy sú veľmi dobrou surovinou na produkciu bioplynu metódou mokrej fermentácie. Boli dosahované prijateľné priemerné hodnoty obsahu metánu v bioplyne a to 50,11 % objemových a aj nízke hodnoty sírovodíka v priemere 122,96 ppm. Teda tento bioplyn by vyžadoval pred použitím v kogeneračnej jednotke len minimálne odsírovanie (na hodnotu nižšiu ako 100 ppm).

Dávka suchej hmoty a organickej suchej hmoty biomasy zelených mikrorias do fermentora na základe analýzou zisteného obsahu suchej hmoty (SH = 0,85 hm. %) a organickej suchej hmoty (OSH = 73,33 % zo SH) bola stanovená výpočtom: SH = 0,0255 kg a OSH = 0,0187 kg mikrorias.



Obr. 3 Pribeh kumulatívnej produkcie bioplynu a teploty vo fermentore



Obr. 4 Pribeh obsahu metánu, oxidu uhličitého a sírovodíka v produkovanom bioplyne

Pre porovnanie uvádzame výsledky získané počas rovnakého experimentu len použitím 97 l hnojovice (zloženie 80 % hnojovica od ošipáných, 20 % slamnatý maštalný hnoj od hovädzieho dobytku) a produkciu bioplynu s prvotriednej kukuričnej siláže. Výsledky je možné vidieť v tabuľke Tab.1

Tab. 1 Priemerné prepočítané hodnoty produkcie bioplynu a zloženia bioplynu

Vstupný substrát	Celková kumulatív. produkcia BP (l)	Priemerná dávka SH substrátu (kg)	Špecifická prod. BP na jedn. SH (m ³ /kg SH)	Špecifická prod. BP na jedn. OSH (m ³ /kg OSH)	Priem. obsah CH ₄ (Obj. %)	Priem. obsah CO ₂ (Obj. %)	Priem. obsah H ₂ S (ppm)
Mikroriasy 3 l	52,30	0,0255	2,051	2,797	50,11	35,00	122,96
Inokulum 97 l	76,27	1,0282	0,074	0,098	47,68	34,84	128,04
Kuk. siláž 3 kg	680,40	0,9876	0,689	0,954	55,12	40,56	332,44

4. ZÁVER

Rozvoj počtu inštalácií zariadení na výrobu bioplynu v Európskej únii má neustále zvyšujúcu sa úroveň. Preto je nevyhnutné hľadať vhodné náhrady štandardne používanej kukuričnej siláže. Ako naše pokusy ukazujú, veľmi perspektívnou alternatívou môžu byť zelené mikroriasy.

Ďalším dôležitým faktorom je vysoko pozitívna rola mikrorias pre životné prostredie. Čím skôr ľudia budú akceptovať ich cenný dopad na životné prostredie a na človeka, tým skôr sa podarí vyriešiť závažné problémy a otázky týkajúce sa životného prostredia (Chand et al., [5]). Výskum metód kultivácie a energetickej konverzie biomasy z mikrorias prispeje k neustále sa rozširujúcim možnostiam použitia aj digestátu z bioplynových zariadení a k zvýšeniu ich ekonomickej efektívnosti. Výsledky prezentovaného výskumu prispievajú k ďalšiemu rozvoju komplexného programu využitia všetkých foriem obnoviteľnej energie v Európskom priestore.

Literatúra

- [1] Benemann, J., 2013. Microalgae for biofuels and animal feeds. *Energies*, 6(11), 5869-5886.
- [2] Brennan L., Owende P., 2009. Biofuels from microalgae - A review of technologies for production, processing, and extractions of biofuels and co-products. Elsevier. doi:10.1016/j.rser.2009.10.009.
- [3] Bruton T., Lyons H., Lerat Y., Stanley M., Rasmussen M.B., 2009. A review of the potential of marine algae as a source of biofuel in Ireland. Dublin: Sustainable Energy Ireland; p. 88.
- [4] Chisti Y., 2007. Biodiesel from microalgae. *Biotechnology Advances*; 25(3):294–306.
- [5] Chand, R. L., Kumar, H. D., Mohn, F. H. and Soeder, C. J. 2000. Services of algae to the environment, *Journal of microbiology and biotechnology* (J. microbiol. biotechnol.) ISSN 1017-7825, (2000). vol. 10, no2, pp. 119-136.
- [6] Glowacka, N., Gadus, J., Kiss, G., Slobodnik, J. 2016. Potential of microalgae biomass for biogas production, 6th International Scientific Conference May 31-June 2, 2016 Tatranské Matliare, Renewable Energy Sources 2016 High Tatras, Slovak Republic.
- [7] Janíček, F., Daruľa, J., Gaduš, J., et al. 2007. Obnoviteľné zdroje energie 1 : technológie pre udržateľnú budúcnosť. 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita, 2007. 166 s. ISBN 978-80-969777-0-3.
- [8] Mobin S., Alam F., 2014. Biofuel Production from Algae Utilizing Wastewater, 19th Australasian Fluid Mechanics Conference, Melbourne, Australia.
- [9] Sarkar O., Agarwal M., Kumar A. N., Mohan S. V., 2015. Retrofitting heterotrophically cultivated algae biomass as pyrolytic feedstock for biogas, bio-char and bio-oil production encompassing biorefinery. *Bioresour. Technol.* 178, 132-138.

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 ekonomicky 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 navrhnuť 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 sytej pary 5 999 kg/h pri referenčnom palive M45

Max. množstvo sytej 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

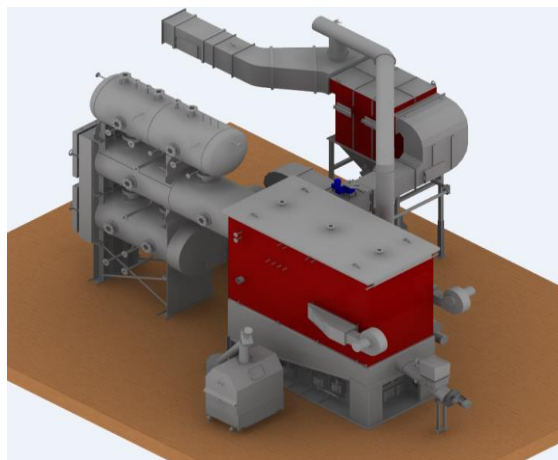
Max. pracovná teplota 105°C

Max. prevádzkový tlak 6 bar

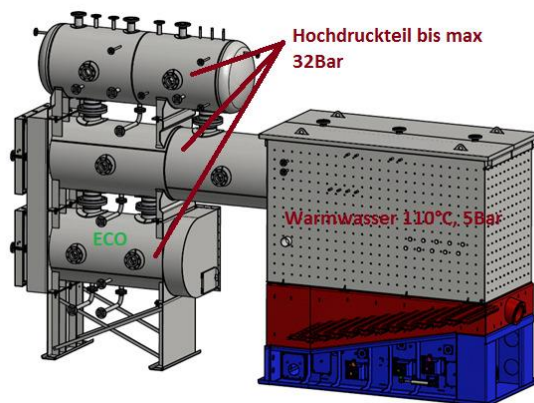
Max. pracovný tlak 5 bar

2.2 Hlavné časti parného kotla BINDER

- Spaľovacia komora BK 4M
- Ohnisko s posuvným roštom SRF 4M
- Rúrový výmenník tepla
- Vytvárač 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 Riello
- Riadenie Siemens
- Vizualizácia
- Hlásenie poruchových stavov cez GSM TELENOT
- Kamera v spaľovacej komore
- Senzor vlhkosti paliva
- Priame hydraulické plnenie kotla
- Odpoplnenie kotla



Obr. 2 Parný kotol Binder – schematické zobrazenie



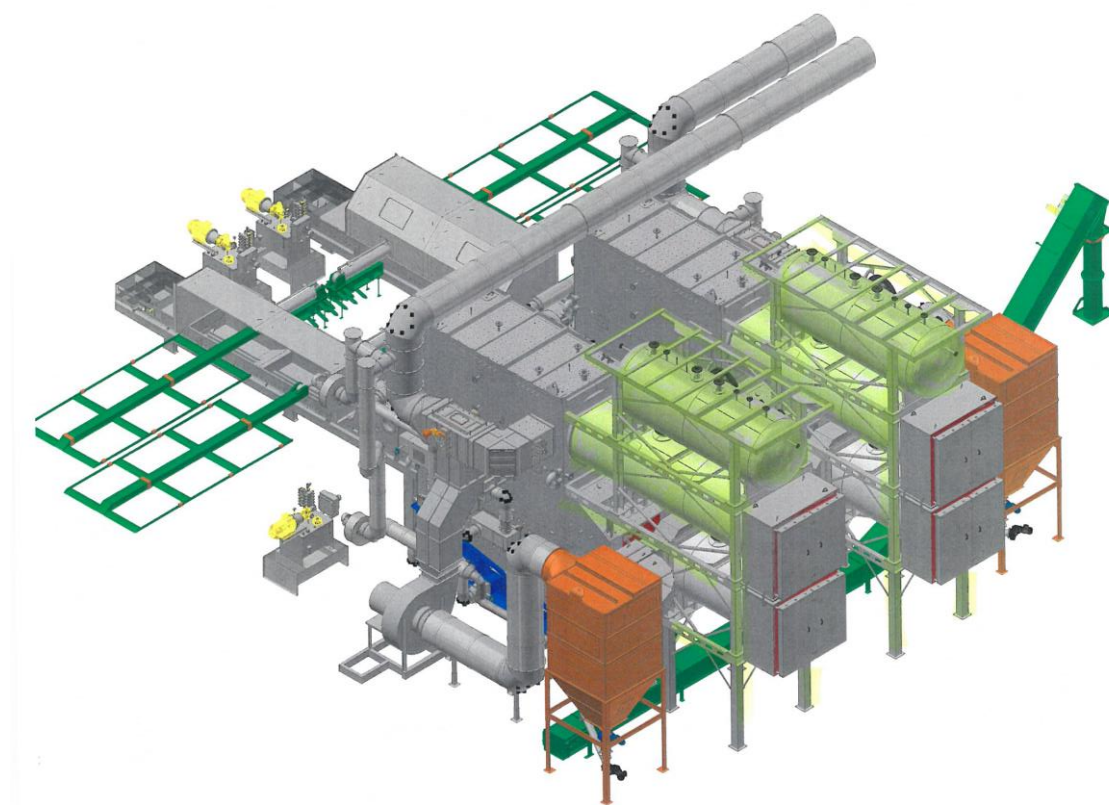
Obr. 3 Parný kotol Binder – tlakové úrovne

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 odpopolené centrálne – spoločným popolovým reťazovým dopravníkom do spoločného kontajnera na popol). Kotly sú odpopolené 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



Obr. 5a Letecký záber na kotolňu a sklad paliva



Obr. 5b Montáž technológie



Obr. 5c Parná časť technológie



Obr. 5d Vizualizácia vo veľine

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

V. SEKCIA

TEPELNÉ ČERPADLÁ

vedie: doc. Ing. Belo Fűri, PhD.

- ❖ *Belo Fűri, Ingrida Skalíková*
- ❖ *Peter Štvrtecký*
- ❖ *Gabriel Arbet*
- ❖ *Gabriel Arbet*

Operation conditions of heat pumps for space heating and domestic hot water preparation after complex renovation

PREVÁDZKOVÉ PODMIENKY TEPELNÝCH ČERPADIEL VYKUROVANIA A PRÍPRAVY TEPLEJ VODY PRI KOBD

doc. Ing. Belo Furi, PhD.

Ing. Ingrida Skalíková

Stavebná fakulta STU Bratislava
Katedra technických zariadení budov
Radlinského 11, 810 05 Bratislava
e-mail: belo.furi@stuba.sk

Abstract

Residential buildings in Slovakia generally have major shortcomings in terms of building services, thermal protection of buildings and not least in their non-economic use. The case study performed on residential building, which is a typical representative of the old panel houses built in era of the massive prefabricate in Slovakia. Last but not least when renovating buildings, apart from the impact on energy consumption and improvement of the energy efficiency of the building there is an increasing awareness of the possibilities of financing.

1. INTRODUCTION

Cutting and processing of pork for their meat is one of since 1992, a targeted renovation of the housing stock older than twenty years has been carried out in Slovakia, in particular by thermal insulation, replacement of opening structures, removal of static defects and reconstruction of the heat source. The construction of prefabricated houses in our territory ended in 1993 and all these apartment buildings should be gradually renewed. This very current topic brings us several questions especially with regard to funding, technical solutions and the satisfaction of citizens restored apartment building.

2. DESCRIPTION OF A RESIDENTIAL BUILDING

The residential building is located in the town of Gelnica, in the built-up part of the housing estate. It was put into use in 1978, which is 40 years of operation. Residential house is detached 9 storey building affiliated to neighboring apartments house one corner of the gable wall by means of expansion joints (*Figure 1*).

The layout of the apartment building has a regular rectangular shape with dimensions of 25.65 m x 16.20 m. It was built in the construction system PS 82 PP. The space support system of the transverse and longitudinal load-bearing walls is 3,600 mm in the base

module. The cladding is 300 mm thick, consisting of an inner concrete layer, a thermal insulation layer of polystyrene and an outer protective concrete membrane. The roof is flat single-skinned with two internal rain gullies.

Residential Building Parameters:

Built-up area:	415.53 m ²
Volume:	9,661.68 m ³
Area:	2,358.00 m ²
Total Floors:	9
Number of living floors:	8
Floor height:	2.80 m
Total number of housing units:	32 (8 LF x 4 HU)
Total Loggias:	32



Figure 1 View of a residential building

2.1 Extent of renovation of a residential building

On the basis of energy evaluation in 2014 it issued a building permit for the comprehensive restoration of a residential building in this range:

- Thermal insulation of external cladding (EPS 70 F 140 mm, mineral wool above 22,40 m)
- Removal of PS 82 PP system failure
- Replacement of hole structures (plastic five-chamber insulating double-glass)
- Thermal insulation of the ceiling on the technical floor (1st floor),
- Restoration of loggia with railing replacement
- Renewal of roof cladding and increase of thermal insulation (EPS Roof 150 S, 80 mm and 70 mm)
- Lift replacement,
- Replacement of sanitary and technical installations and gas,
- Restoring other surfaces in common areas of the apartment building
- Disconnection from central heating and installation of own heat source (4 heat pumps)
- LV electrical connection and off-take electrical equipment.

3. TECHNICAL PARAMETERS

Residential building from the beginning of use in 1978 was connected to centralized heat system (CHS). District heating is part of a heating network built to provide heat and hot water supplies to residents of a particular location. It is a system of pipelines through which thermal energy transports thermal energy from the manufacturer to the consumer. Thus, it is a complex of objects and facilities for transporting heat from central sources to heat consumers, independent of their performance, character and heat utilization [1]. As part of a comprehensive renovation of the apartment building, the apartment building was disconnected from the central heating system in 2015/2016 and connected to its own newly built heat source.

3.1 Building services

New sources of heat are 4 units of heat pumps (HP) air / water are placed on the roof of a residential building (Figure 2). The source of low-potential heat in this case is air. The heat pump refrigerant is R 407C. The heating system in the building is hot water with forced circulation of heating water. A temperature gradient of 55/45 ° C was proposed for the heating of the apartment building. The energy requirement for heating and hot water per year is 225,000 kWh, for an area with a calculation temperature of -15 ° C, a heat output of 59 kW is required. The performance of heat pumps according to EN 14511 will be $4 \times 15.2 \text{ kW} = 60.8 \text{ kW}$ at an outdoor temperature of -7 ° C and an outlet heating water temperature of 55 ° C. As an additional source, an electro-boiler with a power output of 18 kW is installed in the heating system, serving as a top source for low-temperature outdoor air heating. The bivalent source is located together with the indoor unit of the heat pump in the technical room on the first floor.

Expected annual heat pump energy demand:

- the need for electricity HP 70 896 kWh / year
- $\text{COP}_{\text{HP}}: 3.02$; expected seasonal $\text{PSF}_{\text{HP}} = 2.94$

Estimated annual energy requirement of a bivalent source (electro-boiler):

- electricity demand for electric boiler is 591 kWh / year.



Figure 2 External heat pump units located on the roof of the building

A regulator is used to control the heat source and circulation pumps. The system is controlled by an equithermal regulator. Regulation controls the operation of cascade switching heat pumps, electric boiler operation, hot water preparation (DHW) and circulation pumps operation. The preparation of hot water is solved in a reservoir way. The storage heaters are designed 3 x OKC 500 NTH / HP with electric heating element.

3.2 Overview of energy consumption before and after complex renovation

The available data on energy consumption and prices evaluated the state before and after the installation of the new heat source (Figure 3). This comparison shows how much the energy and cost consumption associated with disconnection from CHS and the installation of heat pumps has changed.

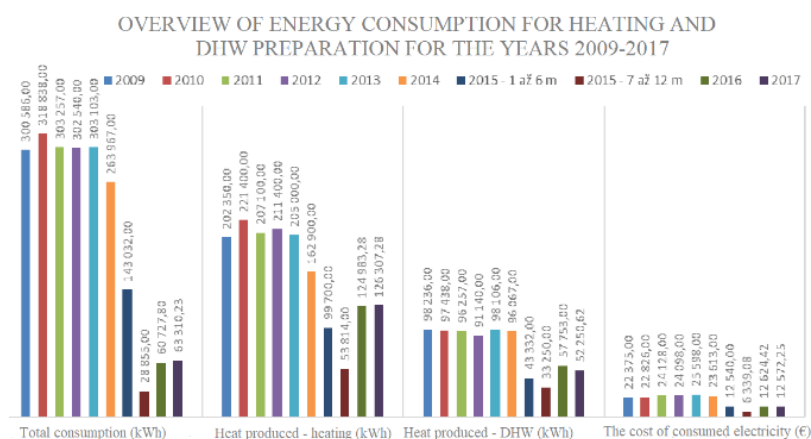


Figure 3 Graphical representation of energy consumption for heating and DHW preparation

4. CONCLUSION

The lifetime of buildings, especially residential buildings, is considerably reduced due to construction deficiencies in their construction and use. For this reason, it is necessary to look for the best possible solutions for the renovation of the housing stock, taking into account the technical-design, economic solution and, last but not least, the satisfaction of the inhabitants themselves and the internal environment in the flats. Renewal of the apartment building has a clear positive contribution, apart from higher investment costs. Properly used technology and quality materials guarantee a return on the money spent on a comprehensive renovation of the residential.

Acknowledgement

This work was supported by Ministry of education, science, research and sport of Slovak republic through grant VEGA 1/0847/18

Literature

- [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. a Kol., Obnoviteľné zdroje energie pre nízkoenergetické systémy, 1.vyd. 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.

DOBRÝ POCIT Z VYKUROVANIA POMOCOU OBNOVITEĽNÉHO ZDROJA ENERGIE

Ing. Peter Štvrtecký

Weishaupt spol. s r.o.

Rákoš 8835/1, 960 01 Zvolen

e-mail: stvrtecky@weishaupt.sk

Jednogenečný dom – modernizácia tepelným čerpadlom Weishaupt split vzduch/voda

Obnoviteľný zdroj energie chcela využiť aj rodina H. pri rekonštrukcii domu.
Rozumné rozhodnutie: tepelné čerpadlo split vzduch/voda.

Plynové vykurovanie domu rodiny H. bolo už 15 rokov staré a medzičasom technicky aj energeticky zastarané. Rekonštrukcia systému bola nevyhnutná.

Po detailnom poradenskom rozhovore s odborníkom na vykurovanie padlo rozhodnutie na tepelné čerpadlo. „Obzvlášť

nás presvedčil dobrý pomer ceny a výkonu“, hovorí Andrea H.

Ročné náklady na vykurovanie sa znížili takmer na polovicu.

Zníženie nákladov malo do budúcnosti, samozrejme popri zachovaní bezpečnosti a funkčnosti systému, absolútnu prioritu. Tento cieľ bol splnený viac ako sa očakávalo.

Bilancia po štyroch rokoch vykurovania tepelným čerpadlom:

približne 1.600 Euro predstavovali ročné náklady na vykurovanie pôvodným zdrojom tepla. Po inštalovaní tepelného čerpadla je to teraz len 920 Euro ročne, teda 77 Euro mesačne.

Nové vykurovanie dodáva dobrý pocit.

„S vykurovaním pomocou tepelného čerpadla sme veľmi spokojní. Dodáva nám dobrý pocit, že môžeme využívať obnoviteľnú energiu zo vzduchu“, hovorí Andrea presvedčivo s úsmevom na tvári.



Otázky na investorku

Andrea H.

Prečo tepelné čerpadlo?

Obnoviteľná energia bola pre nás povinnosť. Rozhodujúcim faktorom bolo zníženie nákladov na vykurovanie, funkčnosť a spoľahlivosť systému.

Čo Vás najviac ovplyvnilo?

Rýchlosť a čistota pri inštalácii a je úžasné, že celá technika visí v tak malom nástennom prístroji.

Bolo rozhodnutie správne?

Absolútne. Získanie priestoru v doterajšej kotolni je obrovské. Naše deti využívajú teraz tento priestor pre kolieskové korčule a bicykel.



Vonkajšia jednotka v záhrade



Vnútroštná jednotka a zásobník TV v pivnici

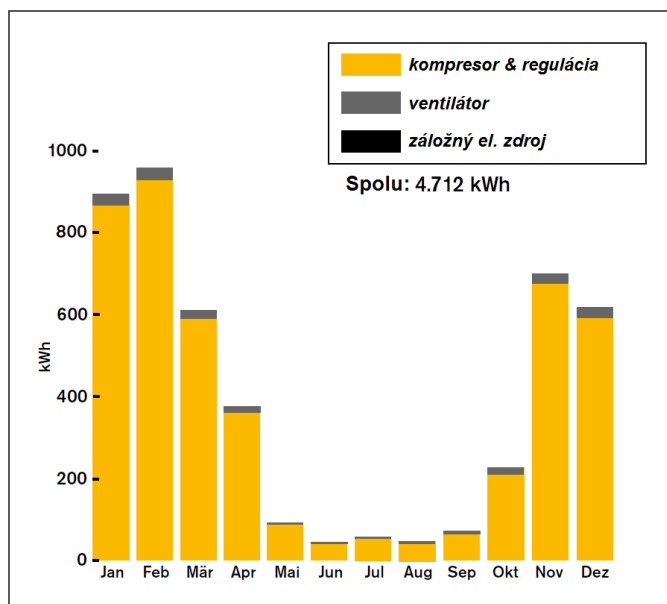
Opis zariadenia:

Ako zdroj energie slúži pre toto zariadenie vonkajší vzduch. Vykurovací systém nevyžaduje v spojení s tepelným čerpadlom Weishaupt žiadny akumulčný zásobník, tepelné čerpadlo je priamo pripojené k radiátorovému vykurovaciemu okruhu.

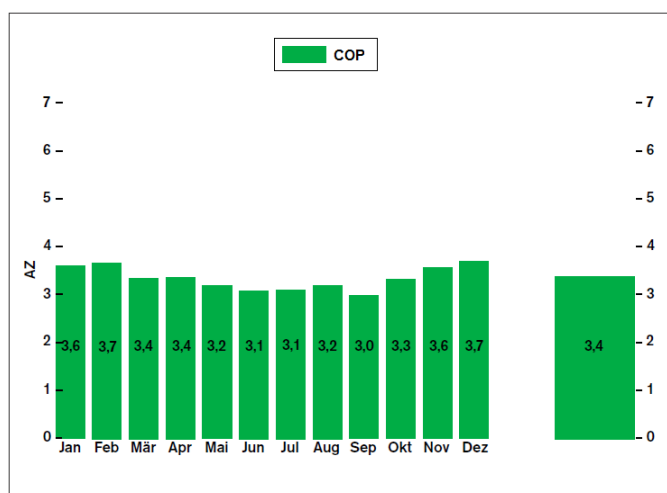
Príprava teplej úžitkovej vody je realizovaná prostredníctvom zásobníka TV, ktorý umožňuje inštaláciu záložného elektrického zdroja.

Použitím tepelného čerpadla v spojení s radiátorovým vykurovaním bol dodatočne znížený teplotný spád na 45/35 °C, boli odstránené časové programy a to nielen v prospech tepelného čerpadla ale aj z energetického hľadiska.

Za zmienku stojí aj použitie vysoko účinných obehových čerpadiel v systéme vykurovacieho okruhu ako aj teplej vody. Hodnoty COP sa vo vykurovacej sezóne vždy nachádzajú nad priemernou hodnotou COP tepelných čerpadiel split vzduch/voda.



Mesačná spotreba elektrickej energie tepelného čerpadla



Mesačný vývoj COP

Tepelné čerpadlo Weishaupt:

1. Vonkajšia jednotka
2. Vnútna jednotka
3. Zásobník TV

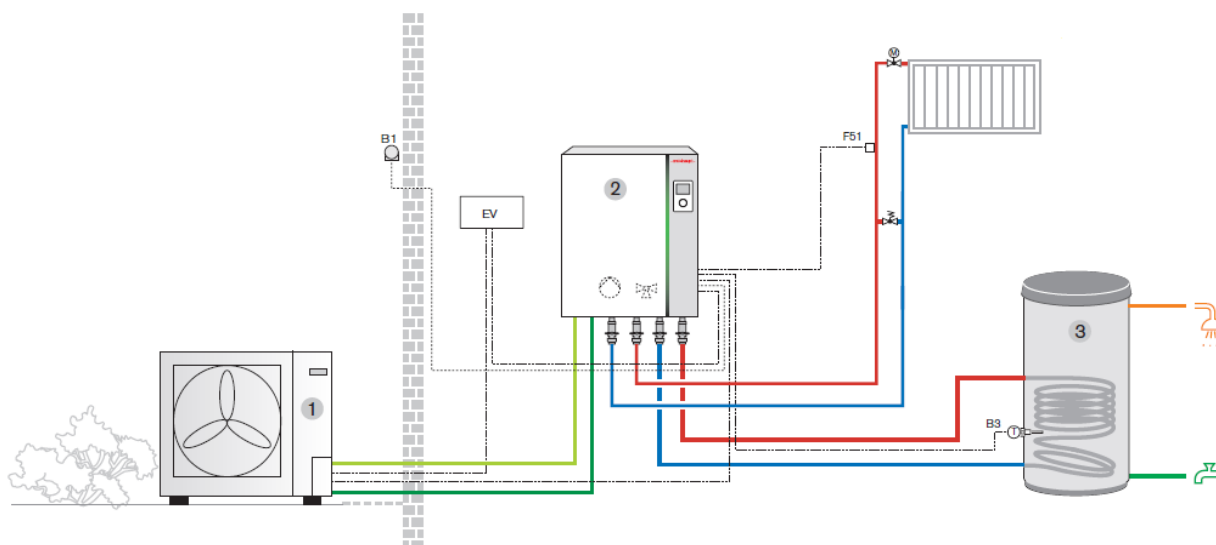


Schéma zariadenia

MERANIE A VYHODNOTENIE FOTOVOLTICKEJ ELEKTRÁRNE V ZAPOJENÍ S TEPELNÝM ČERPADLOM

Ing. Gabriel Arbet

Stredná priemyselná škola strojnícka

Fajnorovo nábr. 5

841 75 Bratislava

e-mail: gabrielarbet@gmail.com

Abstrakt

Príspevok je zameraný na experimentálne meranie na fotovoltickom zariadení, ktoré bolo inštalované na rodinný dom. Fotovoltické zariadenie pracovalo v spojení s tepelným čerpadlom, slúžiacim pre ohrev teplej vody. Zároveň fotovoltika napájala chladiace zariadenie z dvomi kazetovými jednotkami. Sledoval sa chod tepelného čerpadla pre ohrev teplej vody, jednotka chladiacich zariadení. Stav nabíjania a vybíjania batérií a vplyv na ich životnosť. Nastavenie systému fotovoltiky.

1. ÚVOD

Článok je zameraný na popis zapojenia fotovoltických zariadení ich spojenie s ďalšími systémami na výrobu teplej úžitkovej vody a výrobu chladu v domácnosti. V stavebníctve postupnými zvyšujúcimi legislatívnymi nárokmi na energetickú hospodárnosť budov je nevyhnutné spájať konštrukciu a stavebné prvky objektov so systémami pre vytvorenie klimateckej pohody v budovách. Táto kapitola analyzuje chod tepelného čerpadla a chladiacej jednotky z dvomi kazetovými jednotkami. Záverom kapitoly je zhodnotenie a postrehy a navrhnuté zlepšenia.

2. CIELE ANALÝZY ZAPOJENIE TEPELNÉHO ČERPADLA S FOTOVOLTICKÝMI PANELMI

- Zapojenie fotovoltických panelov v kombinácii s akumulátorom elektrickej energie, softwarové nastavenie systému.
- Analýza prevádzky systému fotovoltického zariadenia.
- Nafázovanie tepelného čerpadla na zdroj fotovoltického zariadenia a experimentovanie prevádzky.
- Nafázovanie chladiacej jednotky na zdroj fotovoltického zariadenia a skúmanie prevádzky.
- Celkové zhodnotenia napojených spotrebičov a chod systému.

2.1 Metodika zapojenia a prevádzky fotovoltických panelov

Systém fotovoltického zariadenia bol inštalovaný na rodinný dom v obci Macov. Zariadenie sa inštalovalo investorovi ktorý financoval časť zo svojich zdrojov a časť dostal ako dotácie na obnoviteľné zdroje energie. Fotovoltické panely boli osadené na strechu časť na východ a časť na juhozápad. Takéto rozmiestnenie bolo zvolené kvôli už existujúcej orientácii strechy domu. Kabeláž od panelov bola natahnutá do vytvoreného žlabu cez povalu domu, predpríprava na žlab nebola urobená pri projektovaní rodinného domu, keďže sa neuvažovalo s prídavnými systémami pre podporu zlepšenia a inovácie systémov pre vnútorné prostredie domu. Elektrická rozvádzačová skriňa, bola už plná nebolo do nej možné napojiť ďalšie istenie pre fotovoltické zariadenie, investor zvolil zväčšenie ističovej skrine. Akumulátory a ďalšie riadiace zariadenia boli umiestnené do technickej miestnosti domu. Batérie sa osadili na stojan. Do technickej miestnosti bol novovytvorený žlab zo strechy lebo sa tak isto neuvažovalo pri projekcii a stavbe domu z prídavnými systémami. Inštalácia zariadenia trvala päť dní vrátane programového nastavenia. Partia inštalatérou zo skúsenosťami môžu zvládnuť inštaláciu do dvoch pracovných dní pri ideálnych podmienkach a predpríprave. Ostaný čas pre optimalizáciu je neurčitý závisí od viacerých faktorov napájaných zariadení a systémov.

Charakteristika inštalovaných zariadení analyzovaného fotovoltického zariadenia

- 48 V/3000 V a/ Multiplus frekvenčný menič
- softvér verzia meniča 2620158
- 12 ks panely FVP panely 250Wp
- 2 ks MPPT trackery 150/70
- 4 ks Gelové Victron® 165 Ah batérie 12 V

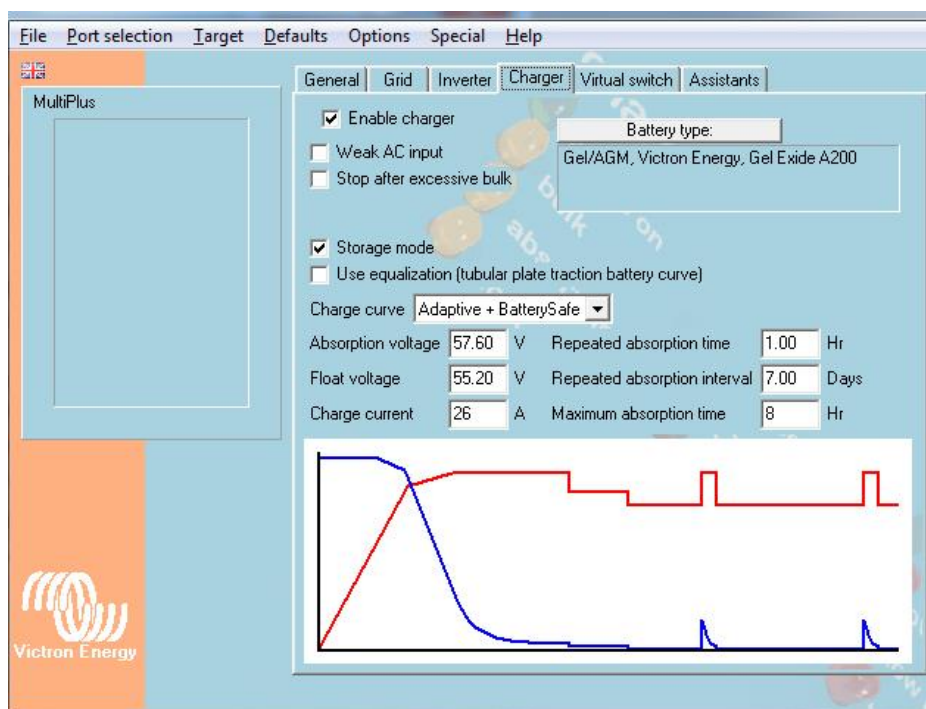


Obr. 1 Solárny regulátor, menič napätia, sledovače stavu batérií, prepäťová ochrana

2.2 Metodika z hľadiska merania

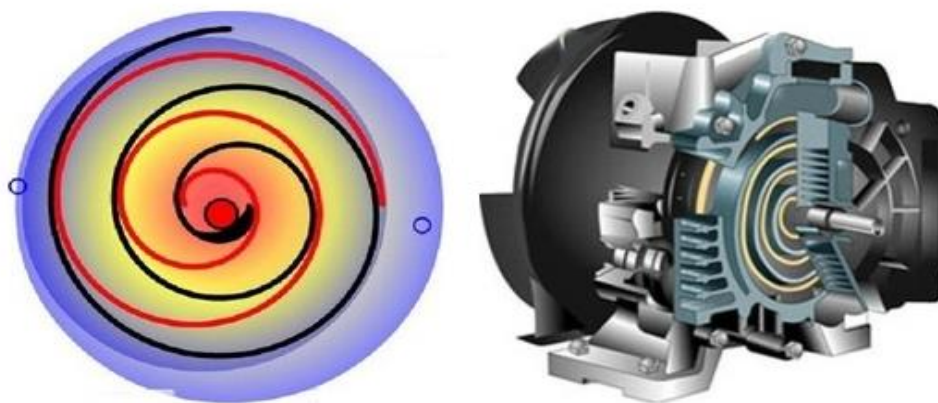
- Meranie napätia prebehlo v rodinnom dome v Macove,
- Meral som napätie na výstupe z panelov,
- Meral som napätie na batériach,
- Meral som revíznym prístrojom,
- Meraním sa overoval aktuálny stav nainštalovaného zariadenia, údaje sa nezapisovali,
- Meral som aktuálny odber spotrebičov, spustených počas prevádzky na porovnanie, s hodnotami, ktoré sa zobrazovali v programovom prostredí zariadenia.

Pomocou programu od výrobcu sú všetky tri fázy synchronizované. Úroveň dvoch fáz z distribučnej siete voči fáze, ktorú odoberáme z fotovoltického zariadenia kolísava v intervaloch 220 až 248 V, frekvencia oscilácie je približne 5 % Hz. Program inštalovaný do meniča a samotný menič udržiavali a ladili hodnotu na úroveň fáz z distribučnej siete.



Obr. 2 Prostredie programu pre nastavenie fotovoltického zariadenia

V rodinnom dome bolo inštalované tepelné čerpadlo na ohrev teplej vody. Systém tepelného čerpadla sa skladá z akumulačnej nádrže pre vodu, vonkajšej jednotky výparníkov vzduch – voda. Priemerný výkon tepelného čerpadla bol 1,2 kW, maximálny dosiahnuteľný bol 3,0 kW. Tepelné čerpadlo disponovalo elektrickou špirálou ako doplnkový zdroj pre potrebu v obdobiach nízkych vonkajších teplot. Kompresor tepelného čerpadla bol jednofázový.



Obr. 3 Scroll kompresor a jednotka z jednofázovým motorom

3. ZÁVER

Systém fotovoltického zariadenia sa uviedol do prevádzky, zapojenie od inštalácie panelov po nastavenie programu riadenia fotovoltiky trval približne do 5 dní. Ku inštalácii na strechu domu treba povolenia od stavebného úradu, je potrebné vyhotoviť vykresovú dokumentáciu z dispozíciou umiestnenia panelov. V prípade požiaru hasičská služba má k dispozícii záznam o umiestnení fotovoltického systému a prípadný požiar neuhasia, kvôli generátoru elektrickej energie čiže fotovoltiky. Na inštalovaný systém fotovoltiky som zapojil tepelné čerpadlo a chladiacu jednotku. Nábehový príkon kompresora odpájal frekvenčný menič fotovoltiky čo spôsobovalo nezopínanie tepelného čerpadla. Problém z nábehovým príkonom sa vyriešil nastavením v programe fotovoltiky. Zapojenie chladiacej jednotky z dvomi kazetovými chladiacimi jednotkami nerobil problém, dôvod bol už prestavený program zopínanie frekvenčného meniča a zároveň nižší nábehový príkon kompresora chladiacej jednotky. Ku energetickej šetrnosti sa neviem vyjadriť z dôvodu, že som nerobil dlhodobé merania elektrických ziskov generovaných fotovoltikou. Cena systému fotovoltiky z akumulátorom sa pohybovala okolo 13 000 EUR, pritom batérie sa pohybovali okolo 5000 EUR pričom životnosť je približne 2000 cyklov nabitia a vybitia to je približne 5 rokov životnosť batérií.

Literatúra

- [1] HAVELSKÝ,V. - FURI,B.: Základy techniky chladenia a tepelných čerpadiel. Bratislava: STU, 2006. 168s., ISBN 80- 227-2349-5
- [2] TOMLEIN.P.: Chladiace okruhy s halogenovanými chladiivami. Rovinka: SZ CHKT, 2010. 250s.,1.vydanie,ISBN 978-89376-04-9
- [3] SRDEČNÝ,K. - TRUXA,J.: Tepelné čerpadlá. Praha, EKOWATT, 2009, 71 s., 1. vydanie, ISBN 80-968058-0-0
- [4] MEČARIK, K. - HAVELSKÝ, V. - FURI, B.: Tepelné čerpadlá. Bratislava : Alfa, 1988. 327 s., 1. vydanie, ISBN 063-063-87

MERANIE A VYHODNOTENIE COP TEPELNÉHO ČERPADLA V LABORATÓRNYCH PODMIENKACH

Ing. Gabriel Arbet

Stredná priemyselná škola strojnícka

Fajnorovo nábr. 5

841 75 Bratislava

e-mail: gabrielarbet@gmail.com

Abstrakt

Príspevok je zameraný na popis experimentálneho merania na tepelnom čerpadle v laboratórnych podmienkach. Tepelné čerpadlo bolo typu voda-voda. Meranie bolo zamerané na vyhodnotenie COP tepelného čerpadla dvomi rôznymi meradlami. Meradlá boli kalibrované v kalibračnej pecku. Meranie prebehlo za ustáleného chodu tepelného čerpadla.

1. ÚVOD

Článok je zameraný na experimentálne meranie na tepelnom čerpadle v laboratórnych podmienkach. Tepelné čerpadlo použité pre experiment je systém voda - voda. Médium na vstupe do experimentálneho tepelného čerpadla je voda z vodovodu. Na tepelnom čerpadle sa prevedie meranie pri ustálenom chode za účelom zmerať jednotlivé veličiny a následne vyhodnotiť COP zariadenia. Meranie sa začína voľbou meradiel, kalibráciou meradiel, následne je opísané samotné meranie, spracovanie nameraných hodnôt a záver tvorí vyhodnotenie neistôt merania a stanovenie výkonového čísla tepelného čerpadla.

1.1. METODIKA MERANIA COP TEPELNÉHO ČERPADLA

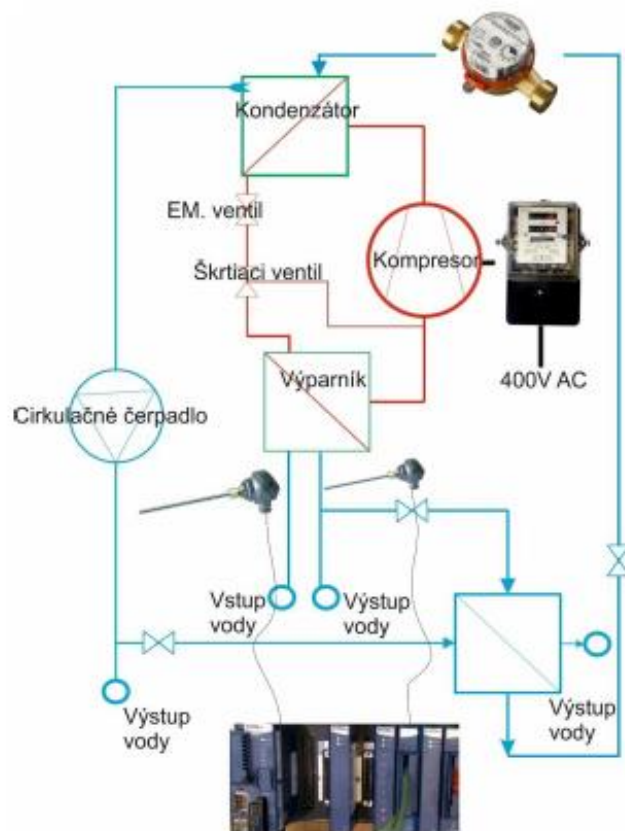
Experimentálne meranie prebehlo v laboratóriu STU SjF v Bratislave. Laboratórium bolo nevykurované. Rok merania 2017. Príprava merania a meranie trvalo od októbra do februára. Tepelné čerpadlo bolo typu voda – voda. Tepelné čerpadlo bolo poskladané za účelom vykonávania experimentov. Prívod vody do výparníka bol z vodovodu, ochladená voda bola odpúšťaná späť do odtoku. Prívod vody na kondenzátor bol tiež z vodovodu, obdobne ohriata voda bola cirkulovaná späť do vodovodného odtoku.

Vykonaním experimentálneho merania sa majú zistiť:

Množstvo vyprodukovanej tepelnej energie na kondenzátore tepelného čerpadla a spotrebovanej energie kompresorom pre stanovenie:

COP tepelného čerpadla dvomi nezávislými meraniami, a iným typom meradiel.

Experimentálne merania boli vykonané v laboratóriu a slúžili pre určenie výkonových hodnôt COP pri ustálenom chode tepelného čerpadla.



Obr. 1 Schéma zapojenia merania tepelného čerpadla

1.1 Technické parametre tepelného čerpadla

- Elektrický príkon kompresora Scroll kompresora $PK - 3,05$ (kW),
- Výkon kondenzátora $\Theta K - 9,27$ (kW)
- Výkon výparníka $\Theta o - 8,23$ (kW)
- Pracovná látka chladiaceho okruhu R 407C
- Menovité napätie 3/N/PE 400 V/50 Hz
- Menovitý prúd 9 A
- Nábehový prúd s / bez obmedzovača 16 A
- Istič 3 x 16 A

1.2 Metodika merania meracími prístrojmi

Na meranie som použil meradlá termočlánok PT 100 a termočlánok typu K. Meradlá som overil kalibráciou v kalibračnej peci. Výsledkom kalibrácie bolo zistenie, že meracie zariadenia sú technicky plne funkčné a schopné merania, pričom majú podobné metrologické vlastnosti (presnosť), ako uvádza výrobca.

Termočlánok je snímač teploty, ktorý je vyrobený z dvoch rôznych kovov, kovy sú na jednom konci spojené a na druhom voľné. Takýto snímač je zdrojom termoelektrického napätia. Termoelektrické napätie závisí od druhu použitých kovov a od rozdielu teplôt na spojenom konci a voľných koncoch integrované tri merače teploty. Pri poruche jedného z troch kanálov ochranná slučka vyhlási neplatnosť kanála a meranie vyradí z funkcie.

1.3 Metodika merania z hľadiska meraných veličín

Množstvo vyprodukovanej tepelnej energie tepelným čerpadlom (TČ)

$$E = \phi \cdot \tau (J)$$

Pre tepelný tok v prúdiacej kvapaline platí nasledujúci vzťah

$$\Phi = \dot{m}_w \cdot c_w \cdot (\theta_{w2} - \theta_{w1}) \quad (W)$$

Pre hmotnostný tok platí nasledujúci vzťah

$$\dot{m}_w = \dot{V}_w \left(\frac{m^3}{s} \right) \cdot \rho \left(\frac{kg}{m^3} \right) \quad (kg/s)$$

$\dot{V}_w$ - je objemový tok vykurovacej vody (m^3/s), pre ktorý platí nasledujúca rovnica:

$$\dot{V}_w = \frac{V_{mw}}{\tau_m} \quad (m^3/s)$$

2. VYHODNOTENIE MERANIA

Namerané hodnoty teplôt na vstupe a výstupe kondenzátora. Pri statickom chode TČ 10x sme opakovali meranie so snímačmi PT 100 s termočlámkami typu K.

Tab. 1 Prehľad vyhodnotenia nameraných hodnôt

	Výstupná teplota vody na kondenzátore		Vstupná teplota vody na kondenzátore		Pretečené množstvo vody cez výmenník tepla	Elekt. Energia
	Meranie termočlánko m PT 100 (°C)	Meranie termočlánko m Tyco K (°C)	Meranie termočlánko m PT 100 (°C)	Meranie termočlánko m Tyco K (°C)	$\dot{m}$ (kg/s)	P (W)
1.	38,121	38,136	38,136	12,120	136,2	2,75
2.	38,123	38,138	38,138	12,119	136,1	2,76
3.	38,121	38,136	38,136	12,118	136,3	2,75
4.	38,122	38,137	38,137	12,119	136,0	2,76
5.	38,120	38,135	38,135	12,120	136,3	2,74
6.	38,121	38,136	38,136	12,121		

7.	38,122	38,137	38,137	12,118		
8.	38,120	38,135	38,135	12,119		
9.	38,123	38,138	38,138	12,119		
10.	38,121	38,136	38,136	12,118	136,18	2,752
?	38,121	38,136	38,136	12,120	136,18	2,752

Vzorový výpočet COP

$$COP = \frac{\dot{m}_w \cdot c_w \cdot (\theta_2 - \theta_1)}{P_{elek.}} = \frac{0,076 \left(\frac{kg}{s} \right) \cdot 4,715 (kJ / (kg \cdot K)) (38,12 - 12,12) (K)}{2,75 (KW)} = \frac{9,31}{2,75} = 3,38$$

Pri vyhodnotení merania COP snímačmi PT 100

$$COP = 3,38 \pm 0,53$$

Pri vyhodnotení merania COP zo snímačmi termočlámkami typu K

$$COP = 3,38 \pm 0,54$$

3. ZÁVER

Meranie na tepelnom čerpadle prebehlo v jeho ústálenom chode po dobu 30 min., v laboratoriu na strojníckej fakulte. Merania teploty sa merali dvomi rôznymi meradlami, pre porovnanie výsledného vypočítaného COP tepelného čerpadla.

Pri výpočte sa zohľadnili neistoty merania, pomocou ktorých sa vyjadril COP tepelného čerpadla. Pri meraniach dvomi rozdielnymi termočlámkami boli hodnoty na jednu stotinu rozdielne. V praxi sa meria dvomi rôznymi meradlami alebo termočlámkom typu K kde v jednom meradle sú tri nezávislé meracie články, napríklad v elektrárniach alebo priemyselnej výrobe kde je potrebné dbať na presnosť zariadenia alebo predýst jeho poruche.

Literatúra

- [1] HAVELSKÝ,V. - FURI,B.: Základy techniky chladenia a tepelných čerpadiel. Bratislava: STU, 2006. 168s., ISBN 80- 227-2349-5
- [2] CHUDÝ, PALENČÁR, KUREKOVÁ, HALAJ , Meranie technických veličín, STU ISBN 978-80-87333-02-0
- [3] SRDEČNÝ,K. - TRUXA,J.: Tepelné čerpadlá. Praha, EKOWATT, 2009, 71 s., 1. vydanie, ISBN 80-968058-0-0
- [4] MEČARIK, K. - HAVELSKÝ, V. - FURI, B.: Tepelné čerpadlá. Bratislava : Alfa, 1988. 327s., 1. vydanie,ISBN 063-063-87

OBSAH

I. sekcia: LEGISLATÍVA PRE OZE

Dušan Petráš

ZÁSOBOVANIE TEPLOM BUDOV S TAKMER NULOVOU POTREBOU ENERGIE	7
---	----------

Matej Veverka

PODPORA VYUŽÍVANIA OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV V DOMÁCNOSTIACH	13
---	-----------

Martin Šimko, Michal Krajčík, Peter Šimko, Daniel Kalús

VYUŽÍVANIE OBNOVITEĽNÝCH ZDROJOV ENERGIE PRI PREVÁDZKE PANELOV NA REGULÁCIU PRECHODU TEPLA	17
---	-----------

II. sekcia: SOLÁRNA ENERGIA

Lukáš Skalík, Ingrida Skalíková

STAV VYUŽÍVANIA SLNEČNÝCH ENERGETICKÝCH SYSTÉMOV NA SLOVENSKU A PLÁNY DO BUDÚCNA	29
---	-----------

Daniel Kalús, Matej Kubica

VYUŽÍVANIE OZE V ENERGETICKY AKTÍVNYCH BUDOVÁCH	35
--	-----------

Daniel Lako

NOVÉ SYSTÉMY LOGITEX PRE NULOVÉ DOMY	41
---	-----------

III. sekcia: GEOTERMÁLNA ENERGIA

Ján Takács

VYUŽÍVANIE GEOTERMÁLNEJ ENERGIE V MESTE GALANTA	49
--	-----------

Jiří Hirš, Denis Miček, Igor Miček

ASPEKTY VYUŽÍVANIA PRÍRODNE LIEČIVEJ VODY AKO ZDROJA OBNOVITEĽNEJ ENERGIE	55
--	-----------

Ján Takács, Soňa Gažíková

KONCEPCIA A NÁVRH VYUŽÍVANIA ODPADOVÉHO TEPLA Z BAZÉNOVÝCH HOSPODÁRSTIEV	61
---	-----------

Ildikó Dobis

ENERGETICKÁ NEZÁVISLOSŤ MESTA VEĽKÝ MEDER	67
--	-----------

Martin Kandrác

MODERNÉ FLEXILNÉ RIEŠENIE REKONŠTRUKCIE TEPELNÉHO HOSPODÁRSTVA V PRIEMYSELNOM AREÁLI	73
---	-----------

IV. sekcia: BIOMASA

Kamila Víchová

PODPORA A MOŽNOSTI VYUŽÍVANIA BIOMASY NA SLOVENSKU	79
---	-----------

Michal Holubčík, Jozef Jandačka, Nikola Kantová

ZMENA VÝKONOVÝCH A EMISNÝCH PARAMETROV KRBOVEJ VLOŽKY PRI SPAĽOVANÍ ALTERNATÍVNYCH PALÍV	83
---	-----------

Michal Holubčík, Jozef Jandačka, Juraj Trnka

PREVÁDZKA MALÉHO TEPLOVODNÉHO KOTLA S RÔZNYMI HORÁKMI NA PELETY	87
--	-----------

Ján Gaduš, Natalia Glowacka

SKÚSENOSTI S APLIKÁCIOU ZELENÝCH MIKRORIAS K PRODUKCII BIOPLYNU	91
--	-----------

Róbert Krakovik

PARNÁ KOTOLŇA Z BIOMASY	97
--------------------------------------	-----------

V. sekcia: TEPELNÉ ČERPADLÁ

Belo Fűri, Ingrida Skalíková

PREVÁDZKOVÉ PODMIENKY TEPELNÝCH ČERPADIEL VYKUROVANIA A PRÍPRAVY TEPLEJ VODY PRI KOBĐ	105
--	------------

Peter Štvrtecký

DOBÝ POCIT Z VYKUROVANIA POMOCOU OBNOVITEĽNÉHO ZDROJA ENERGIE	109
--	------------

Gabriel Arbet

MERANIE A VYHODNOTENIE FOTOVOLTICKEJ ELEKTRÁRNE V ZAPOJENÍ S TEPELNÝM ČERPADLOM	111
--	------------

Gabriel Arbet

MERANIE A VYHODNOTENIE COP TEPELNÉHO ČERPADLA V LABORATÓRNYCH PODMIENKACH	115
--	------------

AUTOR	Kolektív
NÁZOV	OBNOVITEĽNÉ ZDROJE ENERGIE 2019 19. vedecko-odborná konferencia so zahraničnou účasťou na tému: Zásobovanie teplom budov s nulovou potrebou energie
ODBORNÝ GARANT	prof. Ing. Dušan Petráš, PhD.
RECENZENTI - VEDECKO-ODBORNÝ PRÍPRAVNÝ VÝBOR	doc. Ing. Otília Lulkovičová, PhD. Ing. Lukáš Skalík, PhD. prof. Ing. Ján Takács, PhD. Ing. Kamila Víchová, PhD. doc. Ing. Belo Fűri, PhD.
EDITOR	Mgr. Zuzana Švecová
VYDAVATEĽ	SSTP Bratislava
VYDANIE	prvé
NÁKLAD	30 ks
ROZSAH	122 strán
ČÍSLO AKCIE	1918

Redakčné a zostavovateľské práce boli realizované redakčným /prípravným/ recenzným výborom konferencie.

Zborník neprešiel jazykovou úpravou.

Kopírovanie alebo rozširovanie ktorejkoľvek časti zborníka sa povoľuje výhradne so súhlasom vydavateľa.

Generálny partner:



Hlavní partneri:



LOGITEX

–weishaupt–

Výstavní partneri:

METECH

Spolupracujúce organizácie:



Odborné energetické poradenstvo:

„Žit' energiou“



Mediálni partneri:

