



HI-SMART: BALÍK VYŠŠIEHO VZDELÁVANIA PRE TAKMER NULOVÚ SPOTREBU
ENERGIE A NÁVRH INTELIGENTNÝCH BUDOV

MODULE # 3

ČASŤ 4: ELEKTRICKÉ VYKUROVANIE

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



1 ZÁKLADY TEÓRIE

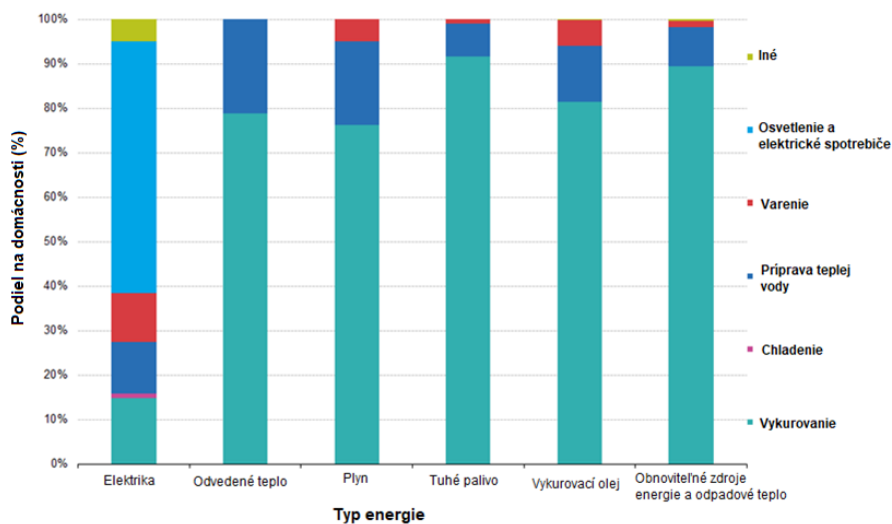
Život bez elektrickej energie je pre človeka 21. storočia nemysliteľný. Všetky spotrebiče používajú elektrickú energiu z nejakého zdroja, či už ide o telefón, kuchynské spotrebiče, osvetlenie alebo čokoľvek iné. V budovách sa presadzujú rôzne riešenia elektrického vykurovania a na prípravu teplej vody sa používajú stále veľmi obľúbené elektrické ohrievače vody, tzv. bojler. Použitie elektrických ohrievačov závisí od taríf za elektrickú energiu v danej krajine.

Tabuľka 1 uvádza rozloženie zdrojov energie používaných v budovách na základe údajov Eurostat. Ak vidieť, v európskych členských štátoch predstavuje spotreba zemného plynu a elektriny najväčší podiel na priemernej cene, po ktorých nasleduje energia z obnoviteľných zdrojov. Mimo Európskej únie je vidieť, že Nórsko používa vo svojich budovách až 78,1 % svojej elektrickej energie. Pojem Nórske vykurovanie nie je náhodný.

Podiel typu energie v domácnostiach v %						
	Elektrika	Odvedené teplo	Plyn	Tuhé palivo	Vykurovací olej	Obnoviteľné zdroje a odpadové teplo
EU-28	24.4	7.8	36.9	3.3	11.6	15.9
Belgium	19.9	0.0	42.1	0.9	29.2	7.9
Bulgaria	41.0	14.4	2.6	6.7	1.2	34.1
Czech Republic	18.6	15.3	28.8	10.8	0.6	25.9
Denmark	19.8	37.7	13.9	0.0	5.2	23.4
Germany	19.6	7.9	39.4	0.9	20.6	11.6
Estonia	17.7	33.5	6.2	0.2	1.1	41.2
Ireland	25.4	0.0	21.1	13.7	38.1	1.7
Greece	40.1	1.2	7.7	0.0	29.5	21.4
Spain	39.8	0.0	23.1	0.5	18.3	18.4
France	34.4	3.1	30.3	0.1	14.4	17.7
Croatia	22.0	5.0	19.5	0.1	6.0	47.5
Italy	17.2	2.9	53.1	0.0	7.1	19.6
Cyprus	41.8	0.0	0.0	0.0	37.0	21.2
Latvia	13.5	32.3	9.3	1.0	4.5	39.4
Lithuania	16.6	32.4	10.1	4.0	3.3	33.6
Luxembourg	15.4	0.0	45.2	0.1	33.8	5.6
Hungary	15.3	8.0	45.7	2.0	1.0	28.1
Malta	69.5	0.0	0.0		23.9	6.6
Netherlands	19.8	3.0	72.0	0.0	0.4	4.8
Austria	24.2	12.7	19.1	0.3	16.3	27.4
Poland	12.6	19.7	17.6	33.4	3.0	13.8
Portugal	42.9	0.0	9.6	0.0	16.3	31.1
Romania	14.0	10.8	30.9	0.8	3.4	40.2
Slovenia	24.4	7.1	10.0	0.0	12.5	45.9
Slovakia	21.6	22.1	52.6	1.5	0.4	1.8
Finland	36.6	31.8	0.5	0.1	6.4	24.6
Sweden	51.3	34.9	0.4	0.0	0.3	13.0
United Kingdom	24.4	0.1	63.3	1.5	6.3	4.4
Norway	78.1	2.7	0.1	0.0	7.6	11.6
Serbia	40.5	13.7	5.7	8.3	2.2	29.5
Albania	50.6	0.0	0.0	0.0	18.9	30.6
Kosovo*	33.1	1.6	0.0	1.6	2.3	61.4
Moldova	11.4	10.0	17.2	2.4	5.6	53.4

Tabuľka 1: Podiel palív v bytovom sektore [Eurostat-2016]

Ak sa podrobnejšie preskúmajú jednotlivé nosiče energie, možno pozorovať distribúciu znázornenú v grafe na obrázku 1. Značná časť elektrickej energie sa používa na osvetlenie a prevádzku technologických zariadení. Nasleduje použitie na vykurovanie a varenie. Ostatné nosiče energie sa používajú hlavne na vykurovanie a potom na prípravu teplej vody.



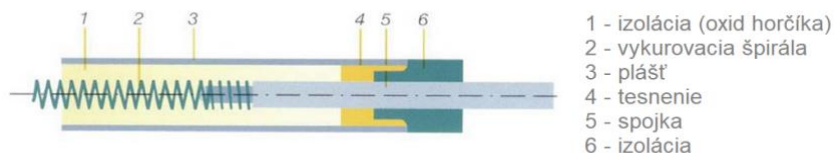
Obr. 1: Podiel palív v bytovom sektore 2 (Eurostat-2016)

Úroveň cien elektrickej energie v Nórsku je výrazne vyššia ako cena elektrickej energie v Srbsku. Je zaujímavé, že cena energie vo Francúzsku je viac ako trojnásobkom ceny elektrickej energie v Nórsku. Výsledkom je, že suma, ktorú treba zaplatiť za 1 kWh vo Francúzsku, môže byť stále sotva lacnejšia ako v Rakúsku. Výrobné náklady samozrejme nie sú vždy premietnuté do spotrebiteľských cien, takže elektrina vo Francúzsku sa môže predávať za značnú prémiiu.

Napriek tomu, že Francúzi vykurujú priamou elektrickou energiou iba 16,2 % svojich domovov (2016), v porovnaní s 5 miliónovým Nórskom je to takmer 10 miliónov ľudí v 67 miliónovej západoeurópskej krajine, čo je viac ako 2-násobok počtu obyvateľov Nórska. V roku 2015 informovalo o využití vykurovacej energie 7 miliónov rodín (4 osoby / rodina).

2 PREHĽAD TECHNOLÓGIE

V prípade moderných elektrických ohrievačov sa základná technológia v porovnaní so starým vyhotovením nezmenila. Vykurovaciu energiu zabezpečuje elektrický vykurovací drôt, ktorý je ovládaný teplotným spínačom.



Obr. 2: Základný princíp technológie elektrického vykurovania

V prípade moderných zariadení sa objavuje schopnosť digitálneho riadenia a modulácie, čo zefektívňuje prevádzku zariadenia. Pri elektrickom vykurovaní sa straty premieňajú aj na teplo, čo platí aj tu, takže účinnosť zariadenia možno považovať za 100 %.

Typické riešenia elektrického vykurovania:

- elektrické vykurovacie teleso,
- infražiarič,
- elektrické sálavé plochy,
- elektrokotel,
- elektrická akumulčná pec.

2.1 ELEKTRICKÉ VYKUROVACIE TELESÁ

V prípade elektrických vykurovacích telies, tzv. elektrických radiátorov je možné inštaláciu vykurovacieho systému vyriešiť jednoducho. Každý radiátor je možné ovládať samostatným programovateľným termostatom a taktiež je možné ho pripojiť aj k centrálnej riadiacej jednotke. Regulácia teploty je možná aj s funkciou SMART. Pri ich inštalácii je potrebné dbať na vybudovanie vhodnej elektrickej siete a zaistiť požadované elektrické napätie.

Elektrické vykurovacie telesá sa vyznačujú s nízkymi priestorovými požiadavkami a elegantným vzhľadom. Sú k dispozícii aj na použitie v kúpeľni.



Obr. 3: Elektrické vykurovacie teleso www.nobo.hu



Tabuľka 2 uvádza požiadavky na kapacitu elektrickej siete pre elektrické vykurovacie telesá. V tabuľke sú uvedené typizované vykurovacie výkony elektrických vykurovacích telies s ich konštrukčnými rozmermi a požiadavkami na minimálne hodnoty elektrického prúdu. Pretože je potreba elektrického vykurovania naraz súčasne v celom byte, a následne v celom dome, tieto požadované potreby elektrického prúdu sa vyskytujú súčasne. V prípade rodinného domu je požadované pre elektrické vykurovacie telesá elektrické pripojenie cez istič 3x25 A alebo 3x32 A.

Vykurovací výkon (W)	Rozmery (cm)	Elektrický prúd (A)
250	40*43	1,1
500	40*53	2,2
750	40*63	3,3
1000	40*73	4,3
1250	40*93	5,4
1500	40*103	6,5
2000	40*133	8,7

Table 2: Základné parametre elektrických vykurovacích telies

2.2 INFRAŽIARIČE

V prípade infračerveného ohrevu nastáva pocit tepla charakteristický pre sálavé ohrievače. Vykurovacie teleso vnímame v radiačnej zóne, no pri odchode z tejto zóny sa stráca pocit tepla, čo vyvoláva pocit lokálnej tepelnej nepohody. Z hľadiska inštalácie a prevádzky sa vyznačuje podobnými požiadavkami ako elektrické vykurovacie telesá.

Typickými miestami inštalácie sú priestory s vysokými stropmi (výrobná hala, bazénová hala, kostol, nákupné centrum). Niektoré typy sa môžu inštalovať aj do priestorov s nižšou svetlou výškou, takže sa môžu použiť aj v obytných budovách.



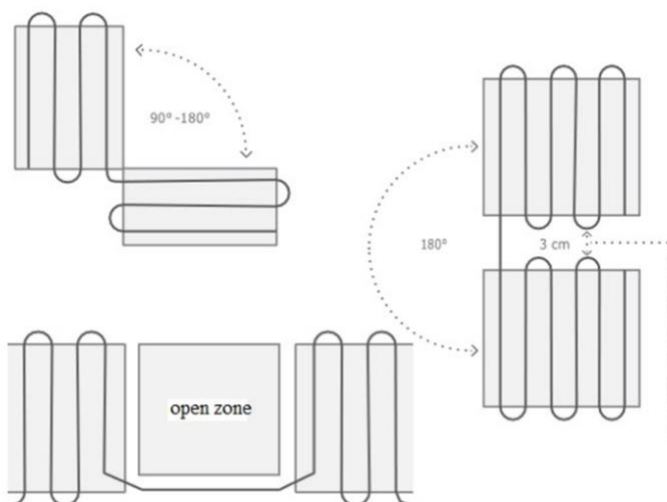
Obr. 4: Infražiariče

2.3 ELEKTRICKÉ SÁLAVÉ PLOCHY

Aj v prípade elektrického podlahového vykurovania sú typické základné technické parametre uvedené pre elektrické vykurovacie telesá. V mieste inštalácie je samozrejme podstatný rozdiel. Systém povrchového vykurovania je umiestnený priamo pod krytom.

Inštalácia je oveľa jednoduchšia ako pri klasickom systéme podlahového vykurovania. Systémy s vhodným dizajnom ochrany proti dotyku je možné použiť aj v kúpeľniach a pri bazénoch.

Pri inštalácii elektrického podlahového vykurovania je potrebné dbať na to, aby medzi povrchom podlahy a nábytkom mohol voľne prúdiť vzduch. Pri absencii voľného prúdenia vzduchu sa môžu výhrevné vlákna zapiecť, a tým pádom poškodiť. Ich následná oprava je komplikovaná alebo skôr nemožná.



Obr.5: Uloženie vykurovacích hadov

2.4 ELEKTROKOTLE

V prípade elektrických kotlov - elektrokotlov je konštrukcia vykurovacieho systému úplne rovnaká ako klasickom systéme vykurovania, napr. so systémom plynového kotla. Na strane výroby tepla je jediný rozdiel v podmienkach inštalácie. Vďaka elektrickému vykurovaniu je inštalácia jednoduchšia, nie je potrebné stavať komín ani inštalovať plynovú sieť. Vyznačuje sa však vysokým dopytom po elektrickej kapacite, ako sme videli vyššie.



Elektrokotle sa dajú presne ovládať, ale nie sú najlepším riešením kvôli ich relatívne vysokým investičným, a hlavne prevádzkovým nákladom. Je to však najlepšie riešenie pre jednoduchú a rýchlu výmenu starých kotlov na plynné alebo tuhé palivo. Tieto zariadenia sú vhodné aj na vykurovanie a prípravu teplej vody.



Obr. 6: Pohľad na vnútorné usporiadanie elektrokotla [Bosch]

2.5 ELEKTRICKÉ OHRIEVAČE VODY

Ak sa používa necentrálny zdroj tepla, musí sa zabezpečiť aj ohrev teplej vody. Najjednoduchším zariadením na to je použitie elektrických ohrievačov vody, tzv. bojlerov.

V prípade klasických systémov sa jedná o jednu nádrž, v ktorej na základe požadovanej teploty, nastavenej na termostate, zaisťuje ohrev vody elektrický vykurovací drôt - vykurovacia špirála.

Pri modernejších elektrických ohrievačoch vody je zariadenie na ohrev vody zložené z dvoch nádrží rôznych veľkostí, pričom menšia sa používa pri nízkej požiadavke na potrebu teplej vody (napr. cez deň na umývanie rúk) a väčšia pri vyššej požiadavke na potrebu teplej vody (sprchovanie, kúpanie, atď.). Požiadavku na ohrev teplej vody v jednotlivých nádržkách riadi inteligentný regulátor v súčasnosti s už integrovanou Smart funkciou pre riadenie ohrevu teplej vody podľa návykov užívateľa.



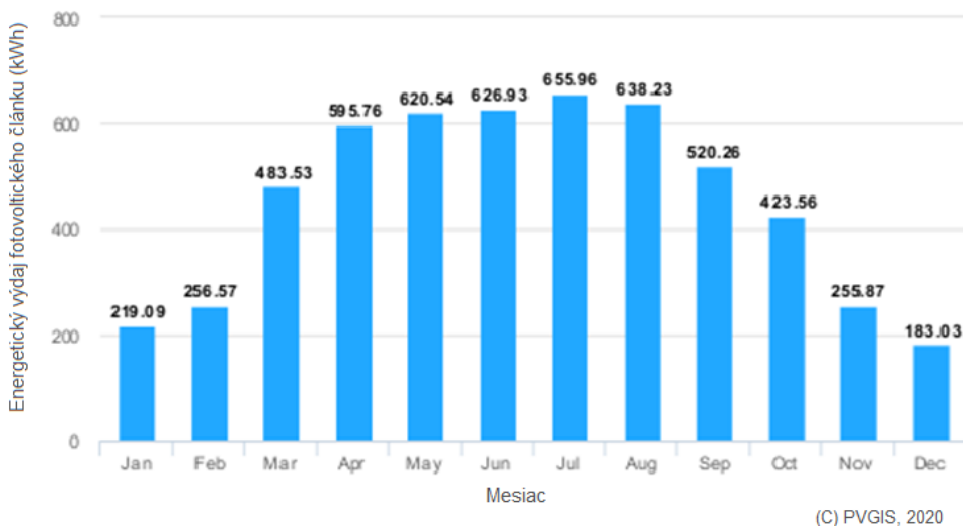
Obr. 7 : Elektrický zásobníkový ohrievač teplej vody [www.ariston.com]

3 PRÍKLAD FOTOVOLTICKÉHO SYSTÉMU

Vzhľadom na vysoké nároky na potrebu elektrickej energie je pre budovy s elektrickým vykurovaním vhodné a dokonca aj povinné inštalovať fotovoltaický systém na výrobu elektrickej energie.

V nižšie uvedenom príklade sa skúmal systém vykurovania v modernom rodinnom dome. Tepelná náročnosť budovy je 5,8 kW. Budova má elektrické vykurovacie telesá a elektrické podlahové vykurovanie. Teplá voda pre domácnosť sa vyrába elektrickou bojlerom. Nepočítalo sa potrebou energie na chladenie. Výsledkom je, že potreba elektrickej energie na vykurovanie a prípravu teplej vody je 10,94 MWh/rok. Preskúmalo sa 15 fotovoltaických panelov zo solárnej sústavy s elektrickým výkonom 300 Wp. Ročný výnos inštalovaného solárneho systému so špičkovým výkonom 4,5 kW je 5479 kWh/rok. To môže v budove znížiť spotrebu elektrickej energie takmer o polovicu.

Tento pomer sa premieta aj do ročných nákladov na vykurovanie a prípravu teplej vody pre domácnosť. Ročné prevádzkové náklady bez fotovoltaického systému sú zhruba 1140 EUR, s fotovoltaickým systémom 570 EUR. Inštalovaný solárny systém má za následok investičné náklady rádovo 4 300 EUR, čo znamená dobu návratnosti takmer 8 rokov. Je možné voliť aj menší počet výkonnejších solárnych článkov, tým sa zníži požiadavka na požadovanú plochu strechy.



Obr. 8 : Mesačný energetický výkon z fotovoltaického systému s pevným uhlom natočenia [(c) PVGIS, 2020]

4 ZÁVER

Z energetického hľadiska nie je elektrické vykurovanie považované za najefektívnejšie riešenie, ale má množstvo výhod, vďaka ktorým je táto technológia konkurencie schopná. V krajinách s nízkymi nákladmi na elektrickú energiu je to jedno z najlepších riešení a hlavne najrýchlejšie inštalovateľný vykurovací systém, ktorý sa oplatí prevádzkovať. Centrálna výroba elektrickej energie sa realizuje kontrolovane a ekologicky. Použitie slnečnej sústavy môže tieto systémy ešte zefektívniť. Pri dnešných vysokých cenách elektrickej energie je potrebné dať do pomeru síce nízke investičné, ale vysoké prevádzkové náklady klasických systémov a následne výsledok zhodnotiť.

Mnohokrát sa elektrické vykurovacie telesá umiestňujú v odľahlých miestnostiach v budovách, kde nie je vybudovaný klasický vykurovací systém s potrubnými rozvodmi. Bežným riešením v takýchto budovách sú aj fan-coil systémy a VRV systémy. Jednou z ich hlavných výhod je, že sa ľahko inštalujú, pracujú s inteligentnými funkciami. Vzhľadom na vysokú spotrebu energie ale vyžadujú premyslené plánovanie ich aplikácie.



5 LITERATÚRA

- [1] EUROSTAT (ec.europa.eu/eurostat/web/main/data/database)
- [2] NOBO electric heating products
- [3] Ariston electric heating products
- [4] Bosch electric heating products
- [5] PHOTOVOLTAIC GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS
(re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/#PVP)

Financované Európskou úniou. Vyjadrené názory a postoje sú názormi a vyhláseniami autora(-ov) a nemusia nevyhnutne odrážať názory a stanoviská Európskej únie alebo Európskej výkonnej agentúry pre vzdelávanie a kultúru (EACEA). Európska únia ani EACEA za ne nepreberajú žiadnu zodpovednosť.

Spolufinancované
Európskou úniou
cez program Erasmus+



SLOVAK UNIVERSITY OF
TECHNOLOGY IN BRATISLAVA



ENERGIACLUB
CLIMATE POLICY INSTITUTE
APPLIED COMMUNICATIONS