

Aký typ podlahového vykurovania zvoliť?

Aby bol projekt energeticky efektívny, ekonomicky prijateľný a environmentálne akceptovateľný, je vhodné urobiť analýzu týchto aspektov týkajúcu sa daného objektu.

Ing. Martin Šimko, doc. Ing. Daniel Kalús, PhD.

Autori pôsobia na Katedre technických zariadení budov Stavebnej fakulty STU v Bratislave.

Vzhľadom na to, že primárne zdroje energie sú vyčerpateľné, je nevyhnutné zaoberať sa ich efektívnym a hospodárnym využívaním. Predmetom príspevku je energetická, ekonomická a environmentálna analýza energetických systémov teplovodného podlahového vykurovania a vykurovania priamovýhrevnými odporovými káblami, ktorá sa realizovala v konkrétnom rodinnom dome.

Tepelnotechnické parametre

► Pri riešení rodinnom dome a oblasti, v ktorej sa nachádza, sa počítalo s týmito charakteristikami:

- priemerná teplota vonkajšieho vzduchu $\theta_{m,e} = 9,9\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- vonkajšia výpočtová teplota $\theta_e = -11\text{ }^{\circ}\text{C}$,
- počet vykurovacích dní: 202,
- projektovaný tepelný príkon: 16 kW,
- ročná potreba tepla na vykurovanie: 30 MWh
- ročná potreba tepla na prípravu teplej vody: 3,8 MWh,
- ročná potreba paliva: 3 022 m³.

Príprava teplej vody solárnym systémom

Investičné náklady na solárny systém sú zobrazené v tab. 1.

Typy podlahového vykurovania

Cieľom článku je porovnať teplovodné podlahové vykurovanie a vykurovanie priamo-



Obr. 1 Vzorový rodinný dom

výhrevnými elektrickými odporovými káblami. Ak sa v skladbe podlahy interiéru nachádza vykurovací register, ide o nízko teplotné podlahové vykurovanie. V súčasnosti vykazuje aplikácia tohto druhu podlahového

vykurovania výrazný rozmach najmä v rodinných domoch. Aplikácia však závisí od samotného objektu, ktorý musí spĺňať také tepelnotechnické parametre, aby bola priemerná tepelná strata menšia ako 20 W/m³. Je jednoznačné, že minimálnu energetickú náročnosť vyžaduje samotný objekt a až následne prevádzkový režim s možnosťou akumulácie tepla v podlahe, kde je tepelná zotrvačnosť približne 4 až 8 hod. s vysokým stupňom samoregulácie. Aplikovaním teplovodného podlahového vykurovania sa zabezpečí takmer optimálny tepelný stav interiérov s takmer ideálnym vertikálnym a horizontálnym teplotným gradientom. Pri elektrickom podlahovom vykurovaní sa elektrická energia premieňa na teplo v jednej kompaktnej jednotke priamo vo vykurovanej miestnosti, preto tento typ podlahového vykurovania patrí medzi lokálne

Tab. 1 Investičné náklady na solárny systém

Zariadenie	Počet kusov (ks)	Jednotková cena (€/ks)	Cena spolu (€)
Solárny kolektor	3	528	1 584
Spojovacie rúry DN20	1	69	69
Upevňovací set na kolektory na strechu	1	296	296
Solárna expanzná nádoba	1	78	78
Solárna súprava + zásobníkový ohrievač	1	2 770,32	2 770,32
Anóda do zásobníka	1	154	154
Spolu			4 951,32

vykurovacie systémy. Účinnosť premeny elektrickej energie je takmer 100 %. Vykurovanie je ekologické, uskutočňuje sa v mieste spotreby, pričom sa v danej lokalite neznečisťuje ovzdušie. Nevyžadujú sa komín, sklad paliva ani priestory na kotolňu či kotol. Rozvod elektrickej energie je v porovnaní s inými teplotnými látkami podstatne jednoduchší a lacnejší, vyžaduje s menšie zásahy do stavebných konštrukcií a má menšie nároky na priestor. Ďalšou výhodou je jednoduché riadenie výkonu vykurovacieho systému prerušovaním prívodu elektrickej energie priestorovými termostatmi alebo priestorovými termostatmi s možnosťou týždenného či mesačného programovania. Na jednej strane je tento systém vďaka uvedeným prednostiam veľmi atraktívny, na druhej strane sa celkový komfort premieňa do vyšších nákladov na prevádzku [1].

Konštrukčné typy podlahového vykurovania

Nízkoteplotné podlahové vykurovanie

- tarifa na plyn D3: 1 kWh = 0,0461 € + fixná sadzba 7,75 €/mes.
- klasická tarifa DD2: 1 kWh = 0,1379472 €
- treba robiť revíziu kotla a čistiť komín
- vyžadujú sa expanzná nádoba, poistný ventil, komín, kotol, rozdeľovače, zberače, armatúry, plynová prípojka
- vykurovací systém dlhšie nabieha
- je nevyhnutné vyregulovať systém
- vyžadujú sa vyššie investičné náklady
- v mieste spotreby sa znečisťuje ovzdušie (CO₂)

Vykurovanie elektrickými priamovýhrevnými odporovými káblami

- zvýhodnená tarifa DD5: 1 kWh = 0,1123872 €
- variant je ekologický – vykurovanie v mieste spotreby
- užívateľ má komfort
- netreba čistiť komín, keďže sa žiadny nevyžaduje
- systém má rýchly nábeh vykurovania
- jednoducho sa reguluje
- stačia nižšie investičné náklady
- systém pomáha v konečnom dôsledku šetriť prevádzkové náklady
- podlaha sa rýchlo zohrieva

Energetická analýza

Na zistenie prevádzkových nákladov treba vypočítať potrebu energie pri oboch alternatívach vykurovacej sústavy. Metodika výpočtu je podľa denno-stupňovej metódy [2].

$$Q_{r,vyk} = 24 \cdot 3600 \cdot \varepsilon \cdot Q_{max(elek)} \cdot (\theta_i - \theta_{pr}) / (\theta_i - \theta_e) \cdot d \quad (J/rok) \quad (1)$$

kde ε je opravný súčiniteľ súčasnosti (0,765) (–),

Q_{max} – maximálny projektovaný tepelný príkon (budovy) (W),

θ_i – požadovaná výpočtová vnútorná teplota (°C),

θ_{pr} – priemerná teplota, teplota vonkajšieho vzduchu vo vykurovacom období (°C),

θ_e – výpočtová (najnižšia) teplota vonkajšieho vzduchu (°C),

d – dĺžka vykurovacieho obdobia (dni).

Potreba tepla na vykurovanie pri nízkoteplotnom podlahovom vykurovaní

$$Q_{r,vyk} = 24 \cdot 3600 \cdot 0,765 \cdot 15800 \cdot (20 - 4,3) / (20 - (-11)) \cdot 202 = 106836977400 \text{ J/rok}$$

$$Q_{r,vyk} = 106837 \text{ MJ/r} = 29677 \text{ kWh/r} = 30 \text{ MWh/rok}$$

Po dosadení príslušných hodnôt do vzorca predstavuje potreba tepla na vykurovanie hodnotu 30 MWh/rok.

Potreba paliva na nízkoteplotné podlahové vykurovanie

Metodika výpočtu sa zvolila v súlade s STN EN 832-3 [2].

$$B_{vyk} = E_{vyk} \cdot 1000/H \cdot \eta_c \quad (m^3/rok) \quad (2)$$

kde E_{vyk} je ročná spotreba na vykurovanie (GJ/rok),

H – výhrevnosť paliva (zemný plyn) (MJ/m³),

η_c – účinnosť kotla (–).

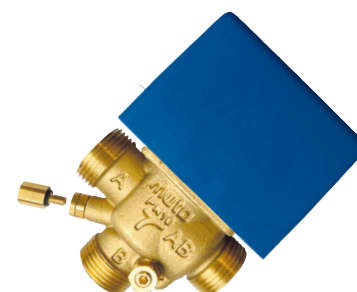
$$B_{vyk} = 106,8 \cdot 1000/35 \cdot 1,01 = 3022 \text{ m}^3/rok$$

Tab. 2 Ročná potreba elektrickej energie pri spotrebičoch

Elektrický obvod	Príkon P_i (kW)	Príkon na deň $P_{deň}$ (kWh)	Cena za elektrinu DD2 (kWh/rok)	Cena za elektrinu DD5 (kWh/rok)
Svetelný obvod	3	18	917,2	738,4
Zásuvkový obvod	12	72	3668,6	2953,5
Automatická práčka	2,8	16,8	856	689,2
Motorický obvod	2	1	51	41
Elektrická rúra	2,8	1,4	71,3	57,4
Umývačka riadu	2,8	2,8	142,7	114,9
Elektrický sporák	5	15	764,3	615,3
Iné	7	3,5	178,3	143,6
Súčasnosť	0,4	0,4	0,4	0,4
Celkový súčasný príkon	15	52	2660	2141



Solídny základ pre vaše projekty!



- zónové ventily
- zmiešavacie ventily
- ventily s by-passom
- poistné ventily
- servomotory
- regulátory



mut □

MUT INTERNATIONAL s.r.o.
Heinemannova 2697/12
160 00, Praha 6, Dejvice
Czech Republic
+420 233 320 176
mut@mutint.cz
www.mutint.cz

Potreba tepla na vykurovanie priamovýhrevnými elektrickými odporovými káblami

ε – opravný súčiniteľ súčasnosti (0,4) (–),
 Q_{elek} – výkon elektrických odporových káblov (kW),

$$Q_{\text{r,vyk}} = 24 \cdot 3600 \cdot 0,4 \cdot 15\,800 \cdot (20 - 4,3) / 31 \cdot 202 = 55\,862\,471 \text{ J/rok}$$

$$Q_{\text{r,vyk}} = 55\,862,5 \text{ MJ/rok} = 15\,517,36 \text{ kWh/rok} = 15,52 \text{ MWh/rok}$$

Dĺžka vykurovania pri priamovýhrevnom podlahovom elektrickom vykurovaní je 4 až 6 hod. [2].

Potreba energie pri ostatných spotrebičoch v rodinnom dome

Pri podlahovom nízkoteplotnom vykurovaní sa spotreba plynu kotlom prepočítava podľa dodávateľa plynu SPP podľa tarify D3: 1 kWh = 0,0461 € + v každom mesiaci platí fixná sadzba 7,75 € a spotreba elektrickej energie podľa tarify DD2: 1 kWh = 0,1395984 €. Pri vykurovaní priamovýhrevnými elektrickými odporovými káblami sa nevyžaduje plynová prípojka a pri elektrickom sporáku možno získať po dohode s elektrárňami zvýhodnenú dvojtarifnú sadzbu DD5. Vysoká tarifa je od 7.30 do 8.30 hod., od 9.30 do 10.30 hod., od 20.30 do 21.30 hod., od 22.30 do 23.30 hod., a to vo výške 0,3179472 € za 1 kWh. Ostatných 20 hodín je v nízkej tarife,

ktorá predstavuje 0,1123872 € za 1 kWh. Tarify týkajúce sa spotreby elektrickej energie sa získali od Západoslovenských elektrární (ZSE).

Ekonomická analýza

Na ekonomické zhodnotenie alternatív vykurovacích sústav treba stanoviť investičné náklady pri každom type podlahového vykurovania.

Investičné náklady pri nízkoteplotnom podlahovom vykurovaní

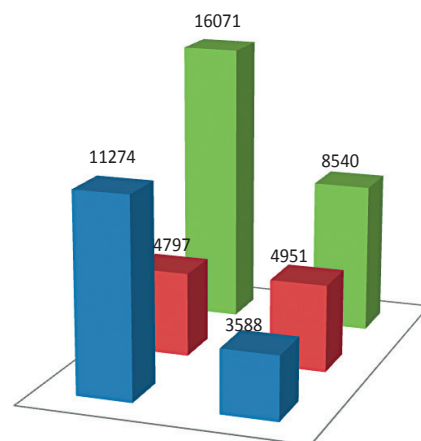
Ceny jednotlivých komponentov v tab. 3 boli stanovené podľa cenníkov jednotlivých firiem. Cena za bežný meter rúrky na podlahové vykurovanie je 1,96 €.

Investičné náklady pri systéme s priamovýhrevnými elektrickými odporovými káblami

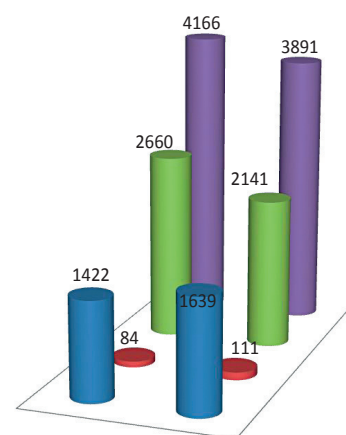
Ceny jednotlivých komponentov v tab. 4 sa stanovili podľa firemných cenníkov.

Zhodnotenie ekonomickej výhodnosti

Zhodnotenie ekonomickej výhodnosti vybraných typov podlahového vykurovania je zrejmé z obr. 2 a 3. Celkové investičné a prevádzkové náklady sú pri danom konkrétnom objekte vyššie pri teplovodnom podlahovom vykurovaní ako pri elektrickom podlahovom vykurovaní.



Obr. 2 Investičné náklady (€)
 ■ vykurovanie ■ príprava TV ■ celkové investičné náklady



Obr. 3 Prevádzkové náklady (€)
 ■ vykurovanie ■ príprava TV ■ spotrebiče ■ celkové prevádzkové náklady

Tab. 3 Cena komponentov pri nízkoteplotnom podlahovom vykurovaní

Komponent	Množstvo	Cena s DPH (€)
Kondenzačný kotol	1 ks	2 024,4
Komín	1 ks	1 044
Poistný ventil	1 ks	18
Expanzná nádoba	1 ks	29
Plynová prípojka	1 ks	2 300
Rúrky na vykurovanie	1 189 m	2 330,1
Rebríkové vykurovacie teleso	3 ks	552
Vykurovacia tyč	3 ks	396
Skrinka + regulačný ventil	4 ks	642,7
Rozdeľovač/zberač	4 ks	1 026,8
Skrutkovanie	48 ks	254,4
Guľový ventil	8 ks	160
Podlahový konvektor	1 ks	497
Cena komponentov spolu	Σ	11 274

Tab. 4 Cena komponentov pri systéme vykurovania elektrickými káblami

Komponent	Množstvo	Cena s DPH (€)
Elektrický konvektor	1 ks	74,7
Rebríkové vykurovacie teleso	2 ks	471
Vykurovacia tyč	2 ks	270
Analógové termostaty	21 ks	259,8
Elektrické odporové káble	1 457 m	2 512,8
Cena komponentov spolu	Σ	3 588

Záver

Na základe ekonomickej a energetickej analýzy vyšli investičné náklady pri elektrickom podlahovom vykurovaní o 46,8 % a prevádzkové náklady o 6,6 % výhodnejšie v porovnaní s teplovodným podlahovým vykurovaním. Aj keď samotné prevádzkové náklady na vykurovanie sú nižšie pri teplovodnom podlahovom vykurovaní, po využití zvýhodnenej tarify na spotrebu elektrickej energie pri ostatných spotrebičoch vyšli celkové prevádzkové náklady pri elektrickom podlahovom vykurovaní nižšie. Na základe týchto skutočností by bolo v tomto rodinnom dome výhodnejšie realizovať typ podlahového vykurovania priamovýhrevnými elektrickými odporovými káblami.

Príspevok vznikol v rámci projektu VEGA 1/1052/11.

Obrázky: archív autorov

Literatúra

- Petráš, D. – Koudelková, D.: Teplovodné a elektrické podlahové vykurovanie. Bratislava: JAGA Group, 2004.
- Petráš, D. – Lulkovičová, O. – Takács, J. – Bašta, J. – Kabele, K.: Vykurovanie rodinných a bytových domov. Bratislava: JAGA Group, 2005.