

# Analýza potreby a spotreby tepla na vykurovanie pre rodinné domy

Ján Takacs

Výpočet potreby a spotreby tepla na vykurovanie rodinného domu je jedným zo základných kritérií hodnotenia diela, ako aj zabezpečenia tepelnej pohody vo vnútornom životnom prostredí pomocou vhodne volenej vykurovacej sústavy a zdroja tepla. Zo spotreby tepla na vykurovanie sa vypočíta spotreba paliva, čím je upresnená prevádzková náročnosť zabezpečenia tepelnej pohody v rodinnom dome.

## 1. Potreba a spotreba tepla

Potreba tepla je definovaná ako množstvo tepla, ktoré je potrebné dodať do rodinnému domu, aby sa v ňom dosiahla požadovaná tepelná pohoda pre užívateľov, resp. obyvateľov. Výslednú potrebu tepla rodinného domu môžeme stanoviť podľa rôznych stupňov náročnosti (podľa toho, na aký účel sa táto potreba počíta). Rozlišujeme nasledovné spôsoby stanovenia potrieb tepla na vykurovanie:

### A. Pre územné rozhodnutie

Na veľmi hrubý odhad poslúži stanovenie potreby tepla pomocou tabuľky, kde dominuje veľkosť, resp. obstavaný priestor ro-

dinného domu, kvalita jeho vyhotovenia, tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a predpokladaná doba výstavby. V tab. 1 sú zachytené predpokladané hodnoty mernej tepelnej straty. Veľkosť zdroja tepla pre úplne nový, resp. rekonštruovaný rodinný dom môžeme veľmi jed-

noducho určiť z nasledovnej tab. 2. Pri postupe stanovenia potreby tepla je prvotným kritériom veľkosť, resp. obstavaný objem rodinného domu. Druhým kritériom je obdobie výstavby, resp. kvalita stavebných konštrukcií, prípadne zateplenia, pričom rozhodujúca bude kvalita zateplenia.

doba výstavby	charakteristika rodinného domu	merná tepelná strata $q$ ( $W \cdot m^{-3}$ )
pred rokom 1970	veľmi zlé tepelnotechnické vlastnosti	45 až 55
70. až 80. roky	vylepšené tepelnotechnické vlastnosti	35 až 45
80. až 90. roky	dobré tepelnotechnické vlastnosti	25 až 35
súčasnosť	veľmi dobré tepelnotechnické vlastnosti	15 až 25
budúcnosť	vynikajúce tepelnotechnické vlastnosti, tzv. nízkoenergetické objekty	10 až 15

Tab.1 Predpokladané hodnoty mernej tepelnej straty  $q$

obstavaný objem (m <sup>3</sup> )	potreba tepla Q' (W) pre zvolenú špecifickú tepelnú stratu q (W.m <sup>-3</sup> )									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55
100	1000	1500	2000	2500	3000	3500	4000	4500	5000	5500
120	1200	1800	2400	3000	3600	4200	4800	5400	6000	6600
140	1400	2100	2800	3500	4200	4900	5600	6300	7000	7700
160	1600	2400	3200	4000	4800	5600	6400	7200	8000	8800
180	1800	2700	3600	4500	5400	6300	7200	8100	9000	9900
200	2000	3000	4000	5000	6000	7000	8000	9000	10000	11000
220	2200	3300	4400	5500	6600	7700	8800	9900	11000	12100
240	2400	3600	4800	6000	7200	8400	9600	10800	12000	13200
260	2600	3900	5200	6500	7800	9100	10400	11700	13000	14300
280	2800	4200	5600	7000	8400	9800	11200	12600	14000	15400
300	3000	4500	6000	7500	9000	10500	12000	13500	15000	16500
320	3200	4800	6400	8000	9600	11200	12800	14400	16000	17600
340	3400	5100	6800	8500	10200	11900	13600	15300	17000	18700
360	3600	5400	7200	9000	10800	12600	14400	16200	18000	19800
380	3800	5700	7600	9500	11400	13300	15200	17100	19000	20900
400	4000	6000	8000	10000	12000	14000	16000	18000	20000	22000
450	4500	6750	9000	11250	13500	15750	18000	20250	22500	24750
500	5000	7500	10000	12500	15000	17500	20000	22500	25000	27500
550	5500	8250	11000	13750	16500	19250	22000	24750	27500	30250
600	6000	9000	12000	15000	18000	21000	24000	27000	30000	33000
700	7000	10500	14000	17500	21000	24500	28000	31500	35000	38500
800	8000	12000	16000	20000	24000	28000	32000	36000	40000	44000
900	9000	13500	18000	22500	27000	31500	36000	40500	45000	49500
1000	10000	15000	20000	25000	30000	35000	40000	45000	50000	55000

Tab.2 Celková potreba tepla na vykurovanie pre rodinný dom

Pomocou tab. 2 môžeme orientačne určiť veľkosť zdroja tepla na vykurovanie rodinného domu. Ale pozor, táto tabuľka je len orientačná, preto neodporúčame na základe nej určovať konkrétny zdroj tepla pre konkrétny rodinný dom.

### B. Pre zadanie stavby – úroveň projektu pre stavebné povolenie

Pre tento stupeň odporúčame výpočet potreby tepla podľa normy STN 38 3350, ktorá presne určuje postup výpočtu potreby tepla. Ide o tzv. skrátený výpočet potreby tepla, kde sú už presne definované stavebné konštrukcie a ich tepelnotechnické vlastnosti s rozmermi jednotlivých konštrukcií (obvodový plášť, okná, dvere, podlaha a strecha), volí sa priemerná vnútorná teplota vzduchu a polohou objektu je daná lokalita, teda aj vonkajšia výpočtová teplota. Výsledná potreba tepla je súčin obstavaného objemu, mernej tepelnej charakteristiky určenej z príslušných grafov a rozdielu vnútornej a vonkajšej teploty. Tento spôsob výpočtu je podstatne presnejší ako predchádzajúci, ale v záujme spoľahlivosti prevádzky vykurovacej sústavy neodporúčame na základe neho voliť veľkosť kotla.

### C. Pre realizačný projekt – úroveň realizačného projektu

Pri tomto spôsobe výpočtu postupujeme podľa normy STN 06 0210, ktorá presne vymedzuje postup a presnosť výpočtu tepelných strát na vykurovanie. Na základe takto vypočítanej tepelnej straty sa navrhuje veľkosť konkrétnych vykurovacích telies do rodinného domu. Na základe súčtu výkonov všetkých vykurovacích telies sa volí veľkosť zdroja tepla na vykurovanie, teda

kotla. V každom rodinnom dome sa už považuje za samozrejmosť, že kotol okrem vykurovania zabezpečuje aj prípravu TÚV. V súčasnosti sa už navrhujú kotly v spolupráci s tlakovými zásobníkovoými ohrievačmi, pričom sa využíva tzv. prednostná príprava TÚV. Pri prednostnej príprave TÚV sa dočasne na malé časové obdobie cca 15 až 20 minút obmedzí prevádzka vykurovacej sústavy a celý tepelný výkon kotla sa usmerní na prípravu TÚV. Ohrievač musí byť zabezpečený vhodnou kapacitou teplovýmennnej plochy (vhodnou veľkosťou ohrevnej vložky), čím sa dosiahne pomerne rýchly ohrev TÚV. Po dosiahnutí požadovanej teploty TÚV sa opäť obnoví činnosť vykurovacej sústavy. Celý tento proces riadi elektronický regulátor, ktorý sa považuje za neoddeliteľnú súčasť modernej vykurovacej sústavy.

### 2. Spotreba tepla

Spotreba tepla je množstvo tepla v J, kJ, MJ alebo GJ (prípadne v kWh), ktoré je skutočne spotrebované za určité časové obdobie, napr. za deň, mesiac, rok na vykurovanie. Ročný odber tepla na vykurovanie závisí od krivky ročného trvania teplôt (päťdesiatročný alebo tridsaťročný priemer) pre jednotlivé miesta alebo oblasti krajiny a má byť (pre každý prípad) doložený podkladom z Hydrometeorologického ústavu. Ak nie sú tieto merania k dispozícii, je možné použiť údaje z najbližšieho miesta s podobnými klimatickými podmienkami. Možno je použiť aj priložené zovšeobecnené krivky pre SR v prílohe 5 STN 38 3350.

Začiatok a koniec vykurovacieho obdobia je daný poklesom alebo rastom strednej dennej teploty  $t_{ds} = +13$  °C vonkajšieho vzduchu v troch po sebe nasledujúcich dňoch.

Začiatok a koniec vykurovacieho obdobia v prevádzke stavebných objektov (obytných, občianskych a priemyselných) je závislý od správcu objektu, resp. majiteľa stavebného objektu. Spotreba tepla za vykurovacie obdobie sa vypočíta:

- skráteným spôsobom – pre zadanie stavby (pre projekt na stavebné povolenie),
- podrobným spôsobom – pre projekt stavby (vykonávací alebo realizačný projekt).

### 3. Spotreba paliva

Spotreba paliva sa najčastejšie vyčísluje pre časové obdobie hodiny, mesiaca alebo za vykurovacie obdobie.

Hodinová spotreba paliva  $B_h$  uvádza, koľko paliva sa v zdroji spotrebuje za obdobie jednej hodiny. Spravidla je uvedená na štítku zdroja tepla.

Spotreba paliva za vykurovacie obdobie  $B_r$  slúži na to, aby sme mohli vhodne navrhnúť sklad paliva pri tuhom palive a predpokladanú spotrebu zemného plynu za celé vykurovacie obdobie, prípadne spotrebu elektrickej energie, a tak vyčíslit finančné nároky na prevádzku zdroja tepla.

### 4. Potreba a spotreba tepla pre konkrétny rodinný dom

Pri tomto porovnaní berieme za základ konkrétny katalógový rodinný dom, ktorý si môže budúci užívateľ objednať a postaviť na ľubovoľnej lokalite (samozrejme, po vybavení stavebného povolenia). Volené lokality sú zhodné s krajskými mestami s rôznymi polohami a parametrami, zachytené v tab. 3.

Pre lepšiu orientáciu budúcich užívateľov rodinného domu sme pracovali s dvomi základnými variantmi vyhotovenia, ktoré sú charakterizované ako 1. a 2. variant:

**1. Variant – klasický, resp. typický rodinný dom**, ktorého stavebné konštrukcie spĺňajú požiadavky tepelnotechnickej normy STN 73 0540. V tomto rodinnom dome bude použitá teplovodná dvojrúrovňová vykurovacia sústava s núteným obehom, panelovými vykurovacími telesami s teplotným spádom 80/60 °C alebo 75/55 °C. Zdrojom tepla bude teplovodný nástenný kotol alebo teplovodný kotol, umiestnený na podlahe najnižšieho podlažia s uvažovanou účinnosťou spaľovania zemného plynu 0,90 až 0,94. Teplota teplotnosnej pracovnej látky do vykurovacej sústavy sa bude upravovať podľa teploty vonkajšieho vzduchu (ekvitermická regulácia) a obeh teplotnosnej pracovnej látky zabezpečí obehové čerpadlo. Prevádzku vykurovacej sústavy bude

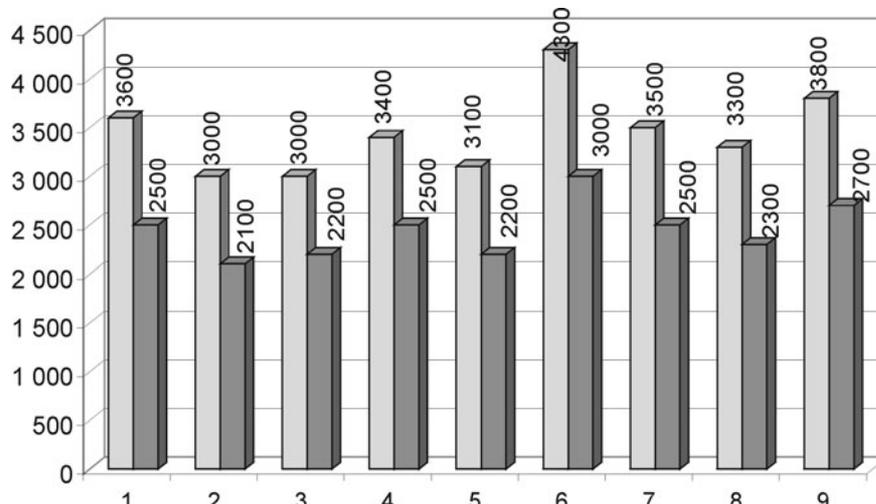
riadí mikropočítačový programovateľný regulátor.

**2. Variant – nízkoenergetický rodinný dom**, ktorého tepelnotechnické vlastnosti budú podstatne lepšie ako sú požiadavky STN 73 0540, tým aj jeho tepelná strata bude nižšia. V tomto rodinnom dome bude aplikované veľkoplošné nízko teplotné sálavé vykurovanie s teplotným spádom 50/35 °C alebo 45/35 °C. Zdrojom tepla bude kondenzačný kotol na zemný plyn, ktorého účinnosť je 1,03 až 1,05. Teplota teplosnej pracovnej látky sa bude upravovať podľa vonkajšej teploty vzduchu tak, aby povrchová teplota podlahy nepresiahla teplotu 28 až 29, výnimočne 30 °C v kúpeľniach. Prevádzku vykurovacej sústavy bude riadiť mikropočítačový programovateľný regulátor.

Porovnanie obidvoch volených variantov 1. a 2. je spracovaný v tab. 4 pre vybrané lokality Slovenska.

## Záver

Z porovnania potrieb a spotrieb tepla na vykurovanie je zrejmé, že spotreba zemného plynu pre nízkoenergetický rodinný dom je nižšia. Je potrebné podotknúť, že takýto dom je zabezpečený dokonalejším zdrojom, a tiež aj vhodnou vykurovacou sústavou, ktorá je investične náročnejšia. Pri



Obr.1 Spotreba zemného plynu v m³ pre rodinné domy typu DOMINANT-124

druhom variante sa pri prevádzke ušetrí približne 35 až 38 % paliva oproti klasickému rodinnému domu s teplovodnou vykurovacou sústavou a teplovodným kotlom.

Tento predpoklad je teoretický, pretože skutočná spotreba paliva bude závisieť od skutočnej prevádzky celej vykurovacej sústavy, od zdroja tepla, voľby teplotného spádu a dĺžky vykurovacieho obdobia v danej lokalite. Bude záležať aj od toho, kedy sa uvedie vykurovací systém do činnosti a ako bude zabezpečená príprava TUV, ktorá má tiež určitý podiel na spotrebe pa-

liva (cca 15 až 20 %). Okrem toho záleží aj od dĺžky prevádzky sústavy zásobovania rodinného domu TUV.

Ďalším dôležitým faktorom je konkrétna lokalita, v ktorej bude rodinný dom situovaný. Každá lokalita je daná krajovými podmienkami, z ktorých vyplýva aj potreba a spotreba tepla na vykurovanie, a následne a spotreba paliva. Pre ten istý rodinný dom, postavený napr. v Bratislave a v Poprade, je pri 1. variante rozdiel 1 300 m³ a v prípade nízkoenergetického rodinného domu 900 m³ spotrebovaného zemného plynu. Túto skutočnosť je potrebné uvedomiť si predovšetkým pri voľbe zdroja tepla, ako aj vhodnej vykurovacej sústavy.

## Ján Takács

Stavebná fakulta STU  
Radlinského 11  
813 68 Bratislava  
e-mail: takacs@svf.stuba.sk

lokality	podľa STN 06 0210		vykurovacie obdobie			
	nadmorská výška (m)	t <sub>e</sub> (°C)	t <sub>em</sub> = +13 °C		t <sub>em</sub> = +15 °C	
			t <sub>e,s</sub> (°C)	d <sub>s</sub> (-)	t <sub>e,s</sub> (°C)	d <sub>s</sub> (-)
Banská Bystrica	362	-18	3,4	237	4,5	264
Bratislava	142	* -12 v	4,4	213	5,2	233
Komárno	112	-12	4,3	215	5,2	235
Košice	205	* -15 v	3,5	230	4,5	254
Nitra	190	-12	4,3	216	5,1	237
Poprad	675	* -18 v	2,6	270	4,1	310
Prešov	257	* -15 v	3,3	230	4,3	253
Trenčín	211	-15	4,1	229	5,1	254
Žilina	344	-18	3,4	250	4,8	286

t<sub>em</sub> – priemerná denná teplota vzduchu, pri ktorej sa začína vykurovacie obdobie

t<sub>e</sub> – vonkajšia výpočtová teplota vzduchu (°C)

t<sub>e,s</sub> – stredná teplota vo vykurovacom období (°C)

d<sub>s</sub> – počet dní vykurovacieho obdobia

v – veterná oblasť

Tab.3 Okrajové údaje pre vybrané lokality Slovenska (PROTECH)

lokality	t <sub>e</sub> (°C)	t <sub>e,s</sub> (°C)	d <sub>s</sub> (-)	Q <sub>kl</sub> (kW)	A (m³)	Q <sub>ne</sub> (kW)	B (m³)
Banská Bystrica	-18	3,4	237	14,3	3600	11,9	2500
Bratislava	-12 v	4,4	213	12,0	3000	8,0	2100
Komárno	-12	4,3	215	12,0	3000	8,0	2200
Košice	-15 v	3,5	230	13,2	3400	11,0	2500
Nitra	-12	4,3	216	12,0	3100	8,0	2200
Poprad	-18 v	2,6	270	14,3	4300	11,9	3000
Prešov	-15 v	3,3	230	13,2	3500	11,0	2500
Trenčín	-15	4,1	229	13,2	3300	11,0	2300
Žilina	-18	3,4	250	14,3	3800	11,9	2700

t<sub>em</sub> – priemerná denná teplota vzduchu, pri ktorej sa začína vykurovacie obdobie

t<sub>e</sub> – vonkajšia výpočtová teplota vzduchu (°C)

t<sub>e,s</sub> – stredná teplota vo vykurovacom období (°C)

d<sub>s</sub> – počet dní vykurovacieho obdobia

v – veterná oblasť

Q – potreba tepla, tepelná strata rodinného domu

A – teplovodné vykurovanie s klasickým teplovodným kotlom

B – nízko teplotné vykurovanie s kondenzačným kotlom, 1 až 9 – lokality z tab. 5

Tab.4 Spotreba zemného plynu v m³ pre rodinné domy typu DOMINANT-124