

# Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy

*vyhláška č. 364/2012, č. 324/2016  
zákon č. 555/2005 Z.z., č. 300/2012 Z.z.  
STN 730540-2/2012*

Spracované pre : Zateplenie kultúrneho domu  
Hradisko  
Parcela: 71/1

Dátum vyhotovenia : 13.09.2019  
Vyhotovil : Ing. Rastislav Tvarog  
Kontroloval: : Ing. Rastislav Tvarog

## 1. Výpočtový postup

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody v miestnosti v zimnom období a splnenie energetických požiadaviek musia mať steny, stropy a podlahy vykurovaných alebo klimatizovaných bytových a nebytových budov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou  $\varphi_i \leq 80 \%$  taký súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie  $U$ , aby sa splnila podmienka

$$U \leq U_N$$

kde  $U_N$  je normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie, vo  $W/m^2 \cdot K$ .

Normalizované hodnoty  $U_N$  sa pre bytové a nebytové budovy uvádzajú v norme STN 73 0540-2/2012, resp. sa určia z hodnôt tepelného odporu  $R$  a z príslušných odporov pri prestupe tepla na vnútornom a vonkajšom povrchu  $R_{si}$  a  $R_{se}$  podľa vzťahu:

$$U_N = \frac{1}{R_{si} + R_{se} + R_N}$$

kde  $R_N$  je hodnota tepelného odporu, v  $m^2 \cdot K/W$

Pri konštrukcii s rozličnými vrstvami za sebou a za predpokladu jednorozmerného šírenia tepla sa tepelný odpor  $R$  v  $m^2 \cdot K/W$  určí zo vzťahu:

$$R = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda_j} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} = \sum_{j=1}^n R_j$$

kde  $d$  - hrúbka vrstvy v m,

$\lambda$  - súčiniteľ tepelnej vodivosti vo  $W/(m \cdot K)$ ,

$R_j$  - tepelný odpor j-tej vrstvy v  $m^2 \cdot K/W$ ,

$n$  - počet vrstiev

Normatívne, minimálne a odporúčané hodnoty tepelného odporu sa uvádzajú v norme STN 73 0540-2/2012, pričom platí:

$$R \geq R_N$$

Súčiniteľ prechodu tepla okien alebo dverí  $U$  vo  $W/(m^2 \cdot K)$  sa určuje zo vzťahu:

$$U_w = \frac{U_g A_g + U_f A_f + \psi_g l_g}{A_g + A_f}$$

kde  $U_f$  - súčiniteľ prechodu tepla rámu a krídla vo  $W/(m^2 \cdot K)$ ,

$U_g$  - súčiniteľ prechodu tepla zasklenia vo  $W/(m^2 \cdot K)$ ,

$\psi_g$  - lineárny stratový súčiniteľ vo  $W/(m \cdot K)$ ,

$l_g$  - obvod zasklenia.

Vonkajšie okná a dvere bytových a nebytových budov musia mať súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie:

$$U_w \leq U_{w,N}$$

kde  $U_w$  - výpočtová hodnota vo  $W/(m^2 \cdot K)$ , rovnajúca sa nameranej hodnote alebo vypočítaná z nameraných hodnôt zasklenia a rámu konštrukcie podľa STN EN ISO 10077-1 a STN RN ISO 10007-2.

Merná tepelná strata  $H$  vo  $W/K$  sa určí pomocou súčtu mernej tepelnej straty prechodom tepla  $H_T$  a mernej tepelnej strany vetraním  $H_V$ :

$$H = H_T + H_V$$

Merná tepelná strata prechodom tepla sa určuje podľa STN EN ISO 13789. Na výpočet potreby tepla platí vzťah:

$$H_T = \sum U_i A_i + \Delta H_{TM} + H_U + L_S$$

kde  $\sum U_i A_i$  - tepelná vodivosť (priepustnosť) medzi vykurovaným priestorom a exteriérom bez vplyvu tepelných mostov vo  $W/K$ ,  
 $\Delta H_{TM}$  - zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov vo  $W/K$ ,  
 $H_U$  - merná tepelná strata medzi vykurovaným priestorom a vonkajším prostredím cez nevykurované priestory vo  $W/K$ ,  
 $L_S$  - tepelná vodivosť (priepustnosť) podlahy na teréne vo  $W/K$ .

Pri určení tepelnej vodivosti (priepustnosť) podlahy na teréne  $L_S$  sa berie do úvahy súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy  $2 W/(m^2 \cdot K)$ .

Merná tepelná strata prechodom tepla pri výpočte potreby tepla na vykurovanie sa podľa normy STN 73 0540-2 môže približne určiť podľa vzťahu:

$$H_T = \sum b_{xi} U_i A_i + \Delta U \sum A_i$$

kde  $\Delta U$  - zvýšenie súčiniteľa prechodu tepla vplyvom tepelných mostov,  
 $b_x$  - redukčný faktor.

Intenzita výmeny vzduchu v miestnosti  $n$  vyhovuje, ak sa škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní otvorov (prirodzenou infiltráciou) splní podmienka:

$$n \geq n_N$$

kde  $n_N$  - požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu, v 1/h.

Vo všetkých vnútorných priestoroch bytových a nebytových budov je priemerná hodnota  $n_N = 0,5$  1/h kritériom minimálnej výmeny vzduchu, ak hygienické predpisy a prevádzkové podmienky nevyžadujú iné hodnoty.

Merná tepelná strata vetraním  $H_V$  vo  $W/K$  sa určí zo vzťahu:

$$H_V = 0,264 \cdot n \cdot V_b$$

kde  $V_b$  - zväčšený objem budovy v  $m^3$ ,  
 $n$  - priemerná intenzita výmeny vzduchu v 1/h.

Priemerná intenzita výmeny vzduchu vplyvom prirodzenej infiltrácie cez škáry budovy do výšky 25 m sa overuje vzťahom

$$n = 25200 \cdot \frac{\sum(i_{lv} \cdot l)}{V_b}$$

kde  $i_{lv}$  - je súčiniteľ škárovej prievzdušnosti v  $m^2/(s \cdot Pa^{0,67})$ ,  
 $l$  - dĺžka škáry v m.

Vnútorň tepelný zisk sa počíta pre referenčnú vykurovaciu sezónu charakterizovanú počtom dní  $d = 210$ , pričom vnútorné zdroje tepla sa charakterizujú priemernými tepelnými výkonmi vnútorných zdrojov tepla  $q_i$ , vo  $W/m^2$ , pre:

a) rodinný dom  $q_i \leq 4 W/m^2$ ,

b) bytový dom  $q_i \leq 5 W/m^2$ ,

c) nebytové budovy (napr. administratívne budovy a budovy škôl)  $q_i \leq 6 W/m^2$ .

Teplo získané z vnútorných zdrojov tepla  $Q_i$  v  $kWh$  počas vykurovacej sezóny sa určí vzťahom:

$$Q_i = 5 \cdot q_i \cdot A_b$$

kde  $A_b$  - merná plocha budovy v  $m^2$ , ktorá sa určí pôdorysnou plochou vykurovaných podlaží, pričom plocha sa určuje zo sústavy vonkajších rozmerov.

Na výpočet potreby tepla na vykurovanie podľa normy STN 73 0540-2/2012 sa pasívny solárny zisk  $Q_s$  v  $kWh$  počas výpočtového obdobia vykurovacej sezóny zjednodušene určí vzťahom:

$$Q_s = \sum I_{sj} \cdot \sum 0,50 \cdot g_{nj} \cdot A_{nj}$$

kde  $A_{nj}$  - plocha priesvitnej otvorovej konštrukcie v  $m^2$ ,

$I_{sj}$  - celková energia slnečného žiarenia na jednotku plochy s nasmerovaním  $j$  počas výpočtového obdobia v  $kWh/m^2$ ,

$g_{nj}$  - celková priepustnosť slnečnej energie zasklením s nasmerovaním  $j$ .

$I_{sj}$  v  $kWh/m^2$  počas vykurovacej sezóny sa určí podľa orientácie k svetovým stranám.

Výpočet mernej potreby tepla  $Q_{H,nd}$  pri uvažovaní neprerušovaného vykurovania je hodnotením energetického kritéria, ktoré zohľadňuje vplyv stavebných konštrukcií na maximálnu potrebu tepla bez zohľadnenia kategórie budovy podľa účelu jej užívania.

Budovy splňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla:

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N}$$

kde  $Q_{H,nd,N}$  - normalizovaná hodnota mernej potreby tepla v  $kWh/(m^2 \cdot a)$ ,

$Q_{H,nd}$  - merná potreba tepla stanovená podľa normy STN 73 0540-2/2012 v  $kWh/(m^2 \cdot a)$ .

Pri hodnotení budov z hľadiska potreby tepla na vykurovanie sa vychádza z:

a) obostavaného objemu jednotlivých podlaží a obostavaného objemu budovy  $V_b$ , v  $m^3$ , základom na výpočet sú pôdorysné rozmery vymedzené vonkajším povrchom obvodových stien jednotlivých podlaží a budovy (v prípade styku obvodovej steny so zeminou rozmery vnútorného povrchu hydroizolácie). Obostavaný objem podlažia je súčinom jeho pôdorysnej plochy a konštrukčnej výšky (v prípade bytového podlažia pod šikmou strechou priemernej konštrukčnej výšky)  $h_k$ , v m; obostavaný objem budovy  $V_b$  je súčtom obostavaných objemov jednotlivých podlaží;

- b)** mernej tepelnej straty  $H$ , vo W/K, jednotlivých podlaží určenej podľa STN EN ISO 13789;
- c)** tepelných ziskov od slnečného žiarenia a vnútorných tepelných ziskov podľa STN 73 0540-3;
- d)** normalizovaného počtu dennostupňov;
- e)** priemernej hodnoty výmeny vzduchu v budove pre vnútorný objem budovy  $V_{bi} = 0,75 \cdot V_b$  až  $0,85 \cdot V_{bi}$ , pričom  $0,75 \cdot V_b$  platí pre nové rodinné domy,  $0,85 \cdot V_b$  pre posudzovanie obnovovaných budov v pôvodnom stave, pre ostatné budovy platí  $0,80 \cdot V_b$ ;
- f)** mernej plochy budovy  $A_b$  v  $m^2$ , ktorá je súčtom pôdorysných plôch jednotlivých podlaží určených podľa odseku a).

$Q_{em,ls}$  je dodatočná strata odovzdávania tepla (v časovom období) v kWh;

$$Q_{em,ls} = \left( \frac{f_{hydr} \cdot f_{im} \cdot f_{rad}}{\eta_{em}} - 1 \right) \cdot Q_h$$

- kde:  $Q_{em,ls}$  tepelná strata systému odovzdávania tepla (v aktuálnom časovom období),  
 $Q_h$  energia potrebná na vykurovanie (v aktuálnom časovom období) EN ISO 13790),  
 $f_{hydr}$  koeficient pre hydraulickú rovnováhu,  
 $f_{im}$  koeficient pre prerušovanú činnosť (pričom pod prerušovanou činnosťou sa rozumie časovo závislá možnosť poklesu teploty v každej jednotlivej miestnosti),  
 $f_{rad}$  koeficient pre účinok sálania (platí pre systém vykurovania sálaním)  
 $\eta_{em}$  celkový stupeň účinnosti systému odovzdávania tepla v miestnosti.

$\eta_{em}$  celkový stupeň účinnosti systému odovzdávania tepla v miestnosti:

$$\eta_{em} = \frac{1}{(4 - (\eta_{str} + \eta_{ctr} + \eta_{emb}))}$$

- kde:  $\eta_{str}$  je čiastkový stupeň účinnosti pre vertikálny teplotný profil,  
 $\eta_{ctr}$  čiastkový stupeň účinnosti pre miestnosť s regulovanou teplotou,  
 $\eta_{emb}$  čiastkový stupeň účinnosti pre osobitné straty externých komponentov (zabudované v systéme).

$\eta_{str}$  je čiastkový stupeň účinnosti pre vertikálny teplotný profil:

$$\eta_{str} = (\eta_{str1} + \eta_{str2})/2$$

Pre  $\eta_{str}$  sa určí stredná hodnota z údajov pre parametre vplyvu, zo zvýšenej teploty a špecifických tepelných strát cez externé komponenty.

Prídavná energia procesu odovzdávania tepla do miestnosti sa vypočíta podľa:

$$W_{em,aux} = W_{ctr} \cdot W_{iná}$$

- Kde:  $W_{em,aux}$  je prídavná energia (v príslušnom období),  
 $W_{ctr}$  prídavná energia regulačného systému,  
 $W_{iná}$  prídavná energia ventilátorov.

$W_{ctr}$  prídavná energia regulačného systému (v príslušnom období) v kWh:

$$W_{ctr} = \frac{P_{ctr} \cdot d \cdot 24}{1000}$$

kde:  $P_{ctr}$  predpísaná hodnota elektrického príkonu regulačného systému s prídavnou energiou,  
 $d$  počet dní v období.

$W_{iná}$  prídavná energia ventilátorov a príslušných čerpadiel (v príslušnom období) v kWh:

$$W_{iná} = \frac{(P_{fan} \cdot n_{fan} + P_{pmp} \cdot n_{pmp}) \cdot t_h}{1000}$$

kde:  $n_{fan}$  počet ventilátorov/ventilátorových jednotiek,  
 $n_{pmp}$  počet prídavných čerpadiel,  
 $t_h$  čas chodu v období,  
 $P_{fan}$  hodnota elektrického príkonu ventilátorov,  
 $P_{pmp}$  hodnota elektrického príkonu čerpadiel z údajov od výrobcu.

Teplná strata pre 1 m potrubia vo W/m:

$$Q = \frac{2 \cdot \pi \cdot \lambda}{\ln\left(\frac{D}{2} + b\right) - \ln\left(\frac{D}{2}\right)} \cdot (t_m - t_o)$$

kde:  $\lambda$  súčiniteľ tepelnej vodivosti izolácie,  
 $D$  vonkajší priemer potrubia,  
 $b$  hrúbka izolácie,  
 $t_m$  teplota vody v potrubí (požadovaná teplota),  
 $t_o$  teplota okolia.

Energia dodaná teplej vode v Mj/deň:

$$Q_W = 4\,182 \cdot V_W \cdot (\theta_{W,t} - \theta_{W,o})$$

Kde:  $V_W$  množstvo dodanej teplej vody pri stanovenej teplote,  
 $\theta_{W,t}$  teploty vody na výstupe z ohrievača vody,  
 $\theta_{W,o}$  teplota vody na vstupe z ohrievača vody.

Objem spotrebovanej teplej vody v m<sup>3</sup>/deň:

$$V_W = \frac{\alpha \cdot N_U}{1000}$$

Kde:  $\alpha$  súčiniteľ vzťahujúci sa na dennú spotrebu a teplotu 60°C,  
 $N_U$  počet spotrebných jednotiek,

Tieto dve hodnoty sú závislé od typu budovy, uskutočnenej činnosti v budove a kategórie objektu.

## 2. Popis materiálov a technických zariadení v navrhovanom objekte

### AKTUÁLNY STAV:

- Obvodová stena: Plné pálené tehly a železobetón hrúbky 40 až 50 cm.
- Strop pod podstrešným priestorom: Pôvodná tepelnoizolačná vrstva.
- Podlaha na teréne: Pôvodná tepelnoizolačná vrstva.
- Otvorové výplne: Plastové okná a dvere s izolačný dvojsklom,  $U = 1,4$  (W/(m<sup>2</sup>.K)).
- Zdroj tepla a vykurovací systém: Kotel na drevo s radiátorovým vykurovaním.
- Príprava teplej vody: Zásobník napojený na kotel a elektrická špirála.
- Osvetlenie: Svietidlá prevažne žiarovkové a trubicové svietidlá 2 x 36 W staršieho typu.

### NAVRHOVANÝ STAV:

- Obvodová stena: Zateplenie z polystyrénu hrúbky 15 cm.
- Strop pod podstrešným priestorom: Zateplenie z minerálnej vlny hrúbky 30 cm.

## 3. Záver

Posudzovaný objekt podľa projektu vyhovuje požiadavkám normy STN 730540/2012, z hľadiska tepelného odporu navrhovaných konštrukcií, resp. súčiniteľa prechodu tepla, vnútornej povrchovej teploty a mernej potreby tepla na vykurovanie ako aj požiadavky vyhlášky č. 364/2012 na zaradenie do kategórie globálneho ukazovateľa primárnej energie A1, čím spĺňa energetické kritérium. Tepelný odpor nevyhovuje pri podlahe na teréne a steny pod terénom. Tieto konštrukcie nie je možné z technických dôvod zatepliť.

## 4. Poznámky

Ako podklady pre spracovanie projektového hodnotenia budovy boli použité jednotlivé časti projektu, uvedené vyhlášky, zákony a slovenské technické normy. Vypočítané hodnoty nepredstavujú skutočnú potrebu energie, ale porovnávacie hodnoty podľa normalizovaných podmienok.

***Pred kolaudáciou je potrebné dať spracovať oprávnenej osobe energetický certifikát podľa skutočného vyhotovenia stavby !***

Vypracované v Žiline dňa 13.09.2019

Vypracoval:  
Ing. Rastislav Tvarog

Kontroloval:  
Ing. Rastislav Tvarog