

Stavba : **Zateplenie budovy školského internátu,
Trieda SNP 53, Banská Bystrica**
Investor : Stredná športová škola, Trieda SNP 54, Banská Bystrica
Objekt : **SO-01** Zateplenie školského internátu
Stupeň : Projektové hodnotenie

ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOVY
SO-01 ZATEPLENIE ŠKOLSKÉHO INTERNÁTU
Trieda SNP 53, BANSKÁ BYSTRICA

II. TEPLOTECHNICKÉ POSÚDENIE BUDOVY

1. Údaje o budove a stavebných konštrukciách potrebné k výpočtu

Školský internát sa nachádza na ul. Trieda SNP 53 v Banskej Bystrici. Objekt má päť obytných nadzemných podlaží a jedno neobytné (technické) čiastočne podzemné podlažie. Objekt je panelový pôvodne s plochou strechou v súčasnosti so sedlovou strechou.

- Obvodová stena 250 (čelná) je so železobetónových panelov so škvárobetónovou výplňou hr. 250 mm (omietka, čelezobetón - 75 mm, škvárobetón - 100 mm, železobetón - 75 mm, omietka), súčiniteľ prechodu tepla $U = 2,203 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Stena sa dodatočne zateplí tepelnou izoláciou s doskami so šedého polystyrénu hr. 200 mm („ETICS“ sto therm classic), súčiniteľ prechodu tepla po zateplení $U = 0,162 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Obvodová stena 250 (štíty) je so železobetónových panelov so škvárobetónovou výplňou hr. 250 mm (omietka, čelezobetón - 75 mm, škvárobetón - 100 mm, železobetón - 75 mm, omietka), súčiniteľ prechodu tepla $U = 2,203 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Stena sa dodatočne zateplí tepelnou izoláciou s doskami so šedého polystyrénu hr. 200 mm („ETICS“ sto therm classic), súčiniteľ prechodu tepla po zateplení $U = 0,162 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Obvodová stena 250 (logia) je so železobetónových panelov so škvárobetónovou výplňou hr. 250 mm (omietka, čelezobetón - 75 mm, škvárobetón - 100 mm, železobetón - 75 mm, omietka), súčiniteľ prechodu tepla $U = 2,203 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Stena sa dodatočne zateplí tepelnou izoláciou s doskami so šedého polystyrénu hr. 150 mm („ETICS“ sto therm classic), súčiniteľ prechodu tepla po zateplení $U = 0,211 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Strecha nad posledným obytným podlažím (pôvodne plochá) je nezisteného zloženia (hodnoty určené z knihy „Obnova bytových domov“ autor Zuzana Sternová a kol.). Predpokladá sa zloženia zo stropných panelov hr. 150 mm, suchá triedená škvára, vzduchová medzera, strešná doska, krytina. Súčiniteľ prechodu tepla stropu $U = 1,083 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Vrstvy až po stropný panel sú v súčasnosti odstránené a objekt je prestrešený sedlovou strechou. Strecha sa dodatočne zateplí tepelnou izoláciou na báze minerálnej vlny hr. 400 mm. Súčiniteľ prechodu tepla strechy po zateplení $U = 0,096 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Strop medzi neobytnou časťou (technické podlažie) a obytným priestorom je zo stropných železobetónových panelov a podlahy. Strop je pôvodne zateplený tepelnou izoláciou z čadičovej plsti hr. 35-50 mm, súčiniteľ prechodu tepla stropu $U = 0,80 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Okná a balkónové dvere v obytných miestnostiach (pôvodné drevené dvojité so súčiniteľom prechodu tepla okna $U = 2,80 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) sú už všetky vymenené za plastové so súčiniteľom prechodu tepla min. $U = 1,40 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Výplne otvorov na schodisku (presvetlenie schodiska) sú kruhové sklenené, súčiniteľ prechodu tepla $U = 3,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$. Otvory sa čiastočne zamurujú a čiastočne nahradia novými plastovými oknami so súčiniteľom prechodu tepla okna min. $U = 1,00 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.
- Vstupné dvere predného vstupu na schodisku (pôvodné drevené so súčiniteľom prechodu tepla dverí $U = 3,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$) sú už vymenené za plastové so súčiniteľom prechodu tepla min. $U = 1,70 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$.

Uvedené hodnoty vlastností stavebných konštrukcií boli konfrontované s hodnotami uvedenými v knihe „Obnova bytových domov“ autor Zuzana Sternová a kol

Teplotechnické požiadavky na stavebné konštrukcie sú stanované podľa STN 73 0540-2/2012.

Predmetom návrhu nového riešenia je:

Navrhovaná etapa (1.etapa):

- zateplenie obvodových stien čelných a štítových, zateplenie plochej strechy objektu, nové okná na schodisku.

Výhľadová etapa (2.etapa):

- výmena všetkých (v súčasnosti vymených) okien v obytných miestnostiach a vstupných dverí za plastové so súčiniteľom prechodu tepla min. $U = 0,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$.

Z uvedeného dôvodu je predmetom posudku nový stav.

2. Vnútrotná povrchová teplota stavebnej konštrukcie

Podľa STN 73 0540 teplota vnútorného povrchu musí na každom mieste vnútorného povrchu stavebnej konštrukcie spĺňať podmienku

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si}$$

$\theta_{si,N}$ - je najnižšia vnútrotná povrchová teplota, ktorá sa určí pre najmenej priaznivé vzájomné spolupôsobenie materiálovej skladby a geometrie stavebnej konštrukcie, vrátane tepelných mostov

$\theta_{si,80}$ - kritická povrchová pre vznik plesní stanovaná pri teplote vnútorného vzduchu θ_{si} a relatívnu vlhkosť ϕ vnútorného vzduchu

$\Delta\theta_{si}$ - bezpečnostná prírážka zohľadňujúca spôsob vykurovania a užívania miestností

V kútoch, stykoch s viacrozmerným vedením tepla je teplota vnútorného povrchu konštrukcie nižšia ako v ostatných miestach s homogenným vedením tepla. Kritické sú miesta horizontálnych a vertikálnych kútov.

V kritických miestach vybraných detailov je splnená požiadavka na najnižšiu teplotu vnútorného povrchu.

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,6 + 1 = 13,6 \text{ } ^\circ\text{C} \text{ pre } h_i < 8 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

pri prerušovanom vykurovaní s poklesom teploty vnútorného vzduchu do 5 K.

Z výsledkov vyplýva, že podmienka je splnená na každom mieste vnútorného povrchu konštrukcie za daných prevádzkových podmienok po zateplení a navrhovaných úpravách.

3. Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu teplota stavebnej konštrukcie

Pre stavebné konštrukcie uvedeného objektu bol urobený výpočet tepelného odporu, súčiniteľa prechodu tepla a posúdenie kondenzácie vodnej pary existujúcich a navrhovaných stavebných konštrukcií. Vo výpočte je zohľadnená materiálová skladba, hrúbky konštrukcií a potrebné parametre jednotlivých materiálov, ktoré sú potrebné k výpočtu.

Steny a stropy musia mať tepelný odpor konštrukcie R resp. súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U taký aby bola splnená podmienka

$$U \leq U_N \text{ resp. } R \geq R_N$$

Normatívne hodnoty R_N (U_N) pre budovy sú uvedené v STN 73 0540-2/2012.

Vonkajšia stena:

$$R_N = 3,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}, \quad U_N = 0,32 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Strop pod nevykurovaným priestorom:

$$R_N = 3,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}, \quad U_N = 0,25 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Strecha plochá

$$R_N = 4,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}, \quad U_N = 0,20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Normatívne hodnoty R_N (U_N) pre budovy sú uvedené v STN 73 0540-2+Z1+Z2/2019.

Vonkajšia stena: $R_N = 4,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, $U_N = 0,22 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Strop pod nevykurovaným priestorom: $R_N = 4,9 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, $U_N = 0,20 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Strecha plochá $R_N = 6,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, $U_N = 0,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Normatívne hodnoty vonkajších otvorových konštrukcií (okná, dvere, zasklené steny v obvodovej stene) pre budovy sú uvedené v STN 73 0540-2/2012-2016.

$$U_W \leq U_{W,N}$$

Vonkajšia otvorová konštrukcia: $U_{W,N} = 1,00 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$

Požadované normatívne hodnoty R_N (U_N) pre budovy boli splnené podľa STN 73 0540 platnej v danom období pri spracovaní PD a nie sú v súčasnosti predmetom úpravy

4. Posúdenie a výsledky výpočtu

Výpočet mernej potreby tepla na vykurovanie objektu (energetická požiadavka) je podrobne uvedený v bode I - Hodnotenie budovy z hľadiska potreby tepla (I a - existujúci stav, I b - navrhované riešenie).

Z výsledku výpočtu vyplýva, že objekt po:

Navrhovaná etapa (1.etapa) - zateplenie obvodových stien čelných a štítových, zateplenie plochej strechy, výmena okien na schodisku. Objekt nevyhovuje požiadavke STN 73 0540-2+Z1+Z2/2019 (stav od roku 2016) ako normalizovaná hodnota. Objekt vyhovuje požiadavke ako maximálna hodnota (stav od roku 2016) a je splnená energetická požiadavka. Objekt vyhovuje požiadavke STN 73 0540-2/2012 (stav do roku 2016) a je splnená energetická požiadavka.

Výhľadová etapa (2.etapa) – výmena všetkých (v súčasnosti už vymenených) okien v obytných miestnostiach a vstupných dverí za plastové so súčiniteľom prechodu tepla min. $U = 0,85 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$. Objekt vyhovuje požiadavke STN 73 0540-2+Z1+Z2/2019 a je splnená energetická požiadavka.

Merná potreba tepla (energetická požiadavka) stav do roku 2016. Maximálna hodnota od roku 2016.

$$\text{Pôvodný stav} \quad 151,25 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a} = Q_{\text{Hnd}} > Q_{\text{HndN}} = 54,26 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$$

$$\text{Navrhovaná etapa} \quad 31,66 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a} = Q_{\text{Hnd}} < Q_{\text{HndN}} = 53,55 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$$

Merná potreba tepla (energetická požiadavka) stav po roku 2016

$$\text{Pôvodný stav} \quad 151,25 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a} = Q_{\text{Hnd}} > Q_{\text{HndN}} = 27,13 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$$

$$\text{Navrhovaná etapa} \quad 31,66 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a} = Q_{\text{Hnd}} > Q_{\text{HndN}} = 26,78 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$$

$$\text{Výhľadová etapa} \quad 26,22 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a} = Q_{\text{Hnd}} < Q_{\text{HndN}} = 26,78 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{a}$$

Dosiahnutie menšej ako normalizovanej hodnoty potreby tepla na vykurovanie v tomto objekte nie je v súčasnosti ekonomicky uskutočniteľné. Všetky konštrukcie, ktoré sa budú zatepovať sú navrhnuté s vyhovujúcim súčiniteľom prechodu tepla po zateplení, ale na to aby sa dosiahla menšia ako normalizovaná hodnota potreby tepla na vykurovanie by bolo potrebné vymeniť všetky už vymenené okná s nevyhovujúcim súčiniteľom prechodu tepla čo nie je z ekonomických dôvodov v súčasnosti reálne.

* Okná v objekte si vlastníci vymenili pred účinnosťou STN 73 0540-2+Z1+Z2/2019, ktorou sa sprísnila požiadavka na súčiniteľ prechodu tepla. Výmena týchto už menených okien nie je ekonomicky uskutočniteľná vzhľadom na reálne finančné možnosti vlastníkov bytov (uvažovaná výmena ako výhľad).

5. Záver

Na záver možno konštatovať, že uvedenou úpravou (zateplením obvodových čelných a štítových stien, výmenou okien a balkónových dverí v bytoch) sú splnené požiadavky STN 73 0540/Z1/2016 pre budovy ako maximálna hodnota. Po úpravách výhľadovej etapy bude splnená energetická požiadavka podľa STN 73 0540-2+Z1+Z2/2019.

Navrhované riešenie zabezpečí, že na všetkých miestach vnútorného povrchu miestností v obytných podlažiach nebude klesať povrchová teplota pod hodnotu kritickej teploty vzniku pliesní zvýšenú o bezpečnostnú prírážku (pre uvažované okrajové podmienky vnútorného prostredia $\theta_i = 20^\circ\text{C}$ a relatívnu vlhkosť vzduchu 50 %).

Navrhovaným riešením sa zabezpečí hygienické kritérium pre možnosť bývania, energetické kritérium pre zníženie nákladov na vykurovanie a zároveň aj statické kritérium pre predĺženie životnosti nosných zvarov krížových stykov, resp. pre sanačné statické opatrenia v rámci odstránenie systémových porúch.

Z porovnania výsledkov vypočítanej potreby tepla na vykurovanie pre pôvodný stav (stav pred zásahom do tepelnej ochrany konštrukcií) a navrhovaný stav uvažovaného objektu sa dá konštatovať, že navrhovanými úpravami dochádza k:

- cca **78,2%** úspore energie po navrhovaných úpravách oproti pôvodnému stavu (čo predstavuje úsporu cca 1282,0 GJ) po navrhovanej etape
- cca **82,0%** úspore energie po navrhovaných úpravách oproti pôvodnému stavu (čo predstavuje úsporu cca 1343,0 GJ) po výhľadovej etape

Uvedná úspora po realizácii úprav na zateplení objektu sa docieli iba za predpokladu dodržania takých prevádzkových podmienok aké boli pred realizáciou úprav na zateplení objektu.

Objekt je vykurovaný teplovodným radiátorovým vykurovaním z vlastnej teplovodnej kotolne na plyné palivo umiestnenej v suteréne objektu. Kotolňa slúži pre vykurovanie a pre ohrev TV. V kotolni sú inštalované plynové kondenzačné kotly. Pri výpočtoch systému vykurovania sa vychádzalo z existujúceho stavu. Vykurovací systém objektu je pred zateplením hydraulicky vyregulovaný. Pre správnu funkciu vykurovacej sústavy a dosiahnutie uvedených úspor je potrebné po zateplení objektu urobiť potrebné výpočty a vykonať **nové hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústavy**, ktoré zohľadňuje navrhovaný stav.

Je potrebné upozorniť na možné rozdiely medzi výpočtovými predpokladmi a reálnymi podmienkami stavby. Systémové poruchy, trhliny a stav zateplenia nebolo možné pri posúdení uvažovať, pretože neboli urobené sondy v jednotlivých častiach posudzovaných konštrukcií objektu.

Pri návrhu sa vychádzalo z dokumentácie stavebnej časti, z podkladov a požiadaviek ktoré poskytol investor, platných noriem a príslušnej literatúry.

Na záver sa dá konštatovať, že navrhovaný objekt ako celok dosahuje po zateplení hodnotu globálneho ukazovateľa primárnej energie **73,19 kWh/m² .a.**

Pri výpočte globálneho ukazovateľa boli použité transformačné a prepočítavacie faktory primárnej energie podľa druhu použitého energetického nosiča v zmysle vyhlášky (elektrika, plynne palivo - zemný plyn).

Podľa zákona č. 555/2005 Z.z., vyhlášky č. 364/2012 a 324/2016 je budova zatriedená do kategórie budov „bytové domy“. Pre túto kategóriu je budova zatriedená do **energetickej triedy „B“**. a pre globálny ukazovateľ zatriedená do **energetickej triedy „B“**. Dosiahnutie menšej hodnoty v tomto objekte nie je v súčasnosti prevádzkovo a ekonomicky uskutočniteľné.