

Materská škola Ďurčiná – prestavba s dostavbou objektu

projektové energetické hodnotenie

Názov stavby :	Materská škola Ďurčiná - prestavba s dostavbou objektu
Druh objektu :	budovy škôl a školských zariadení
Druh realizácie :	prestavba s dostavbou
Miesto stavby :	Kraj Žilinský, okres Žilina, k. ú. : Ďurčiná (813851), obec: Ďurčiná, p.č. 782/4 ; LV: 1
Zodpovedný projektant:	Ing. Marcel Zsóka, PhD.
Autor projektu:	Ing. Arch. Maroš Miko
Vypracoval:	Ing. Marianna Šuštiaková, PhD.

1 Úvod

Predmetom projektového energetického hodnotenia je výpočet spotreby energie pre miesto spotreby vykurovanie, príprava teplej vody a osvetlenie a výpočet globálneho ukazovateľa „primárna energia“ na deklarovanie splnenia požiadavky na minimálnu energetickú hospodárnosť budovy.

V hodnotení je boli stanovené a posúdené tepelnotechnické parametre jednotlivých obalových konštrukcií - strecha, obvodové steny, podlaha - v navrhovanej skladbe vo fragmentoch konštrukcií, t.j. súčiniteľ prechodu tepla (hodnota U), teplota vnútorného povrchu, priepustnosť vzduchu, potreba tepla na vykurovanie, energetická hospodárnosť a dokladovať ich výpočtom podľa platných STN pre klimatické podmienky situovania budovy.

Posúdenie vychádza z požiadaviek základnej tepelnotechnickej normy STN 73 0540:2012, posúdená je budova v navrhovanom stave podľa kritérií pre normalizované hodnoty.

Posúdenie je v zmysle Zákona č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov (najmä zákona č. 300/2012 Z. z.) a vyhlášky MDVRR SR č. 364/2012 Z. z. Vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov v znení vyhlášky 324/2016 Z. z. spracované v rozsahu projektového hodnotenia, pretože sa jedná o stupeň projektovej dokumentácie pre stavebné povolenie.

1.01 Použité podklady

Pri riešení boli použité nasledovné podklady:

- Súbor STN EN ISO z oblasti „Energetickej hospodárnosti budov“ (predovšetkým STN 73 0540:2012) a súvisiace predpisy.
- Sternová, Z., Bendžalová, J., Rakovský, Š.: Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov. Tepelná ochrana budov - Časť 1 - 4 Komentár k STN 73 0540:2012. VVÚPS-NOVA Bratislava, 2012.
- Chmúrny, I.: Tepelná ochrana budov. Jagagroup Bratislava, 2003.
- Chmúrny, I. a kol.: Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov. MVarR SR, Bratislava, 2007
- Katalógy výrobcov použitých stavebných konštrukcií, poskytnuté objednávatelom posúdenia

2 Popis budovy a navrhovaných stavebných konštrukcií

Predmetom posúdenia je rekonštrukcia a prestavba objektumaterskej školy. Pôdorysne má objekt tvarnepravidelného písmena „L“ a je zastrešený plochoustrechou. So susednou budovou má spoločnú časť steny. Objekt prešiel obnovou pred menej

Obvodový plášť pôvodnej časti prešiel nedávno rekonštrukciou. Presná skladba konštrukcie nie je známa. Vzhľadom na obdobie, kedy bola rekonštrukcia vykonaná je v posudku uvažovaná hodnota $U = 0,32 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ záväzná v období rekonštrukcie. Novonavrhovaný obvodový plášť je murovaný z blokov hrúbky 300 mm s $R_{\min} = 2,73 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ so zateplením z minerálnej vlny hr. 140 mm s $R_{\min} = 3,59 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$.

Plochá strecha pôvodnej časti prešla nedávno rekonštrukciou. Presná skladba konštrukcie nie je známa. Vzhľadom na obdobie, kedy bola rekonštrukcia vykonaná je v posudku uvažovaná hodnota $U = 0,20 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ záväzná v období rekonštrukcie. Plochá strecha a terasa nad novovybudovanou časťou bude zateplená tepelnou izoláciou s $R = 9,43 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ - napríklad PIR dosky hr 240 mm, EPS 150 S hrúbky 330 mm alebo iné.

Podlaha nad suterénom v pôvodnej časti je pôvodná bez zásahov. Vzhľadom na vek konštrukcie a období, kedy bola budova postavená sa uvažuje s tepelným odporom $R = 0,96 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$. Podlaha na teréne novej časti bude zateplená tepelnou izoláciou s $R_{\min} = 2,86 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ - napríklad podlahový polystyrén hr. 120 mm, EPS 100 NEO hr. 100 mm alebo iné.

Výplne otvorov pôvodnej časti boli nedávno vymenené sú vo vyhovujúcom stave. Jedná sa o okenné konštrukcie zasklené izolačným dvojsklom s $U_w \leq 1,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$. Okná v novej časti navrhované s $U_f \leq 0,94 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, zasklené izolačným trojsklom $U_g = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$, $U_w \leq 1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

Ako zdroj tepla slúžia pôvodné 3 ks stacionárnych plynových kotlov ATTACK EKO, menovitý výkon 40 kW. Existujúci vykurovací okruh je tvorený ocelovým potrubím. Existujúce doskové vykurovacie telesá sú napájané priamym pripojením z boku. Distribúciu tepla z technickej miestnosti zabezpečuje obehové čerpadlo WILO TOP - S40/7. Navrhované rozvody vykurovacej vody sú plastlinikové. Radiátorové vykurovanie je navrhnuté na teplotný spád 70/50 °C. Teplá voda bude pripravovaná v priamovýhrevnom zásobníku teplej vody.

Informácie o pôvodnom stávajúcom osvetlení neboli v čase spracovania posudku k dispozícii a inštalovaný výkon svietidiel v pôvodnej časti je len odhadovaný. Jedná sa o pôvodnú osvetľovaciu sústavu so žiarovkovým a žiarivkovým osvetlením. Nové osvetlenie je realizované prostredníctvom svietidiel LED.

3 Tepelnotechnické posúdenie

Predmetom tejto časti posúdenia sú obalové konštrukcie v zmysle požiadaviek STN 73 0540:2012. Uvedená norma platí pre celý rozsah budov pozemných stavieb - bytové a nebytové s dlhodobým pobytom osôb vo vnútornom priestore alebo jeho funkčne vymedzenej časti (> 4 hod/deň pri trvalom užívaní aspoň 1x do týždňa).

3.01 Tepelnotechnické požiadavky

Pri návrhu a posúdení stavebných konštrukcií a priestorov budovy, vymedzených určeným stavom vnútorného prostredia sa požadujú nasledovné kritériá:

- minimálnej teploty vnútorného povrchu - hygienické kritérium (čl. 4.3.1 a 4.3.6 citovanej normy),
- minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií - maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie - U (čl. 4.1.1 a 4.1.4),
- minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti - n (čl. 6.2.1),
- maximálnej potreby tepla na vykurovanie - energetické kritérium (čl. 8.1.2)
- potreba tepla na vykurovanie s preukázaním predpokladu splnenia energetickej hospodárnosti budovy - kritérium minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov (čl. 8.2.2).

Minimálna povrchová teplota konštrukcie

Steny, stropy a podlahy s relatívnou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80 \%$ musia mať na každom mieste vnútorného povrchu teplotu „ θ_{si} “ bezpečne vyššiu ako je kritická povrchová teplota na vznik plesní „ $\theta_{si,80}$ “.

$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} \quad [^\circ\text{C}]$$

pre zabezpečenie tepelnej pohody $\Delta\theta_{si} = \theta_{ai} - \theta_{si} \leq 6 \text{ K}$ pre zvislé konštrukcie

$$\Delta\theta_{si} = \theta_{ai} - \theta_{s,podl} \leq 3 \text{ K pre podlahy}$$

Rámy, nepriesvitné a priesvitné výplne otvorov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou vzduchu $\varphi_i \leq 50 \%$ musia mať na každom mieste povrchovú teplotu $\theta_{si,ok}$ nad teplotou rosného bodu θ_{dp} .

$$\theta_{si,ok} > \theta_{si,ok,N} = \theta_{dp} \quad [^\circ\text{C}]$$

kde $\theta_{si,ok}$ sa určí z výpočtovej teploty vnútorného vzduchu pozdĺž výplne otvoru „ $\theta_{ai,ok}$ “.

Tab. 1 - Normalizovaný súčiniteľ prechodu tepla transparentnou konštrukciou

Konštrukcia / komponent	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $W / [(m^2 \cdot K)]$		
	Maximálna hodnota ¹⁾	Normalizovaná (požadovaná) hodnota	Odporúčaná hodnota
	$U_{W,max} [W / (m^2 \cdot K)]$	$U_{W,N} [W / (m^2 \cdot K)]$	$U_{W,r1} [W / (m^2 \cdot K)]$
Okná, dvere, zasklené steny ²⁾ v obvodovej stene	1,40 ⁴⁾	1,00 ⁴⁾	0,60 ⁴⁾
Okná v šikmej strešnej konštrukcii	1,50 ³⁾	1,40 ³⁾	1,00 ³⁾

¹⁾ Platí pre budovy, na ktorých sa čiastočné stavebné úpravy vykonali v minulosti

²⁾ Požiadavky neplatia pre celopresklené obvodové plášte

⁴⁾ Požiadavky platia pre vonkajšie okná s plochou aspoň 1,8 m², okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú

Tab. 2 - Normalizovaný súčiniteľ prechodu tepla netransparentnou konštrukciou

druh stavebnej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $W / [(m^2 \cdot K)]$								
	Maximálna hodnota			Normalizovaná (požadovaná) hodnota			Odporúčaná hodnota		
	$U_{max} [W / (m^2 \cdot K)]$			$U_N [W / (m^2 \cdot K)]$			$U_{r1} [W / (m^2 \cdot K)]$		
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom $> 45^\circ$	0,32			0,22			0,15		
Strecha plochá a šikmá $\leq 45^\circ$	0,20			0,15			0,10		
Strop nad vonkajším prostredím ¹⁾	0,20			0,15			0,10		
Strop pod nevykurovaným priestorom ²⁾	0,25			0,20			0,15		
Stena s vodorovným tepelným tokom ³⁾ / strop s tepelným tokom zdola nahor ²⁾ / strop s tepelným tokom zhora nadol ¹⁾ , medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou vnútorného vzduchu v oddelených priestoroch ²⁾ :	smer tepelného toku								
	vodorovne	zdola nahor	zhora nadol	vodorovne	zdola nahor	zhora nadol	vodorovne	zdola nahor	zhora nadol
- do 10 K	1,5	1,7	1,35	1,2	1,2	0,85	1	0,95	0,6
- do 15 K	1,05	1,1	0,95	0,75	0,75	0,6	0,7	0,5	0,35
- do 20 K	0,8	0,85	0,75	0,6	0,6	0,5	0,55	0,35	0,25
- do 25 K	0,65	0,7	0,6	0,55	0,5	0,4	0,45	0,3	0,2
- nad 25 K	0,45	0,5	0,4	0,4	0,4	0,3	0,35	0,25	0,15

Poznámky:

1. Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2 \cdot K/W$ (tepelný tok zhora nadol).
2. Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2 \cdot K/W$ (tepelný tok zdola nahor).
3. Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2 \cdot K/W$ (tepelný tok vodorovne).
4. **Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu konštrukcie $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2 \cdot K/W$**
5. **Normalizovaná hodnota pre budovy vo vlastníctve orgánov verejnej správy**

Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie „U“, resp. tepelný odpor konštrukcie „R“.

S ohľadom na splnenie požiadaviek tepelnej pohody v zimnom období a z hľadiska energetického kritéria pre $\varphi_i \leq 80\%$ sa požaduje aby súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U bol menší, nanajvýš rovný normovému súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie „U_N“ (Tab. 1, Tab. 2):

$$U_k \leq U_N \quad [W/(m^2.K)]$$

Kritérium výmeny vzduchu - minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti

Intenzita výmeny vzduchu v miestnosti n vyhovuje, ak sa škárovouprievzdušnosťou stykov a škár vyplní otvorov (prírodná infiltrácia) splní podmienka:

$$n \geq n_N \quad [1/h]$$

n_N - požadovaná výmena vzduchu

Ak nie je zabezpečená potrebná výmena vzduchu prirodzenou infiltráciou, je potrebné ju zabezpečiť iným spôsobom. Vo všetkých priestoroch bytových a nebytových budov je stanovená priemerná minimálna hodnota n_N = 0,5 1/h, ak hygienické predpisy a prevádzkové podmienky nevyžadujú iné hodnoty. V budovách s požadovanou tesnosťou a veľmi nízkou spotrebou tepla (napr. budovy s takmer nulovou spotrebou energie) sa požaduje využitie spätného získavania tepla z odpadového vzduchu (rekuperácie) s účinnosťou aspoň 60%.

Energetické požiadavky na budovy

Hodnotenie budov z hľadiska potreby tepla na vykurovanie vychádza z obostavaného objemu budovy určeného z vonkajších rozmerov budovy, z mernej tepelnej straty $H = H_T + H_V$ vo W/K jednotlivých vykurovaných podlaží, z tepelných ziskov od slnečného žiarenia „Q_s“ a vnútorných tepelných ziskov „Q_i“, z normatívnych dennostupňov $D = 3422$ K. deň pre referenčné vykurovacie obdobie s počtom dní d = 210 a porovnávacieho rozdielu teplôt $\theta_{ai} - \theta_{ae} = 35$ K.

Budovy spĺňajú energetické kritérium, ak majú v závislosti od faktora tvaru budovy mernú potrebu tepla Q_{H,nd}:

$$Q_{H,nd} \leq Q_{H,nd,N} \quad [kWh/(m^2.a)]$$

Q_{H,nd,N} normalizovaná hodnota mernej potreby tepla (Tab. 4).

Energetická hospodárnosť budov

Výpočet potreby tepla na preukázanie predpokladu splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov zohľadňuje aj prevádzkový čas vykurovania budov so stanoveným vplyvom na pokles vnútornej teploty v budove určenej kategórie.

Budovy spĺňajú kritérium energetickej hospodárnosti ak majú v závislosti od kategórie budovy potrebu tepla na vykurovanie Q_{EP}:

$$Q_{EP} \leq Q_{N,EP} \quad [kWh/(m^2.a)]$$

Q_{N,EP} normalizovaná hodnota potreby tepla na vykurovanie na dosiahnutie energetickej hospodárnosti budovy (Tab. 3).

Kategoríe budov	Faktor tvaru budovy	Konštrukčná výška	Teplota vnútorného vzduchu	Výmena vzduchu	Vnútorná výpočtová teplota počas tlmenej prevádzky	Upravená výpočtová teplota pre prerušované vykurovanie	Počet dennostupňov pre vykurovacie obdobie 212 dní	Hodnoty potreby tepla na vykurovanie na dosiahnutie energetickej hospodárnosti budovy		
								Maximálna hodnota	Normalizovaná (požadovaná) hodnota	Odporúčaná hodnota
								$Q_{N,max}$	$Q_{N,EP}$	$Q_{r1,EP}$
	1/m	m	°C	1/h	°C	°C	K.deň	kWh/(m ² .a)		
Rodinné domy	0,7	2,9	20	0,5	17	20	3422	81,40	40,70	20,40
Bytové domy	0,3	2,8	20	0,5	17	20	3422	50,00	25,00	12,50
Administratívne budovy	0,3	3,3	20	0,5	17	18,5	3104	53,50	26,80	13,40
Budovy škôl a školských zariadení	0,3	3,3	20	0,5	17	18,4	3083	53,20	33,20	13,80
Budovy nemocníc	0,3	3,3	22	0,5	19	22	3846	66,3	33,2	16,6
Budovy hotelov a reštaurácií	0,4	3,3	20	0,5	20	20	3422	67,40	33,70	16,90
Športové budovy a iné budovy určené na šport	0,3	4,5	18	0,5	15	16,5	2680	63,00	31,50	15,80
Budovy pre veľkoobchodné a maloobchodné služby	0,5	3,6	18	0,5	15	15,9	2553	61,70	30,90	15,50
Pre budovy so zmiešaným účelom sa minimálna požiadavka určí vážením podľa celkovej podlahovej plochy jednotlivých účelov v hodnotenej budove										

Tab. 4 - Normalizovaná hodnota mernej potreby tepla podľa faktoru tvaru budovy

Faktor tvaru budovy 1/m	Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a)					
	Maximálna hodnota $Q_{H,nd,max}$		Normalizovaná (požadovaná) hodnota $Q_{H,nd,N}$		Odporúčaná hodnota $Q_{H,nd,r2}$	
	kWh/(m ² .a)	kWh/(m ³ .a)	kWh/(m ² .a)	kWh/(m ³ .a)	kWh/(m ² .a)	kWh/(m ³ .a)
≤ 0,3	50,00	17,90	25,00	8,93	12,50	4,47
0,4	57,10	20,40	28,55	10,20	14,28	5,1
0,5	64,30	23,00	32,15	11,49	16,08	5,75
0,6	71,40	25,50	35,70	12,75	17,85	6,38
0,7	78,60	28,10	39,30	14,04	19,65	7,02
0,8	85,70	30,60	42,85	15,31	21,43	7,66
0,9	92,90	33,20	46,45	16,60	23,23	8,3
1,0	100,00	35,70	50,00	17,86	25,00	8,93

3.02 Okrajové podmienky, vstupné údaje, metodika výpočtu

Okrajové podmienky pre tepelnotechnické výpočty sú brané pre zimné klimatické obdobie podľa STN 73 0540-3 a lit. pre mesto Ďurčiná nasledovne:

Vlastnosti vonkajšieho prostredia

Nadmorská výška 513 m n.m.,
 Teplotná oblasť 3 (mapa teplotných oblastí na obr. A.1),
 vonkajšia výpočtová teplota $\theta_{ae} = -16^{\circ}\text{C}$ (tab. A.1),
 veterná oblasť 1 (rýchlosť vetra v do 2,0 m/s)

Vlastnosti vnútorného prostredia

teplota vzduchu $\theta_{ai} = 20^{\circ}\text{C}$ (pre trvalý pobyt ľudí),
 relatívna vlhkosť $\varphi_i = 50\%$,
 kritická povrchová teplota na vznik plesní - obvodové steny $\theta_{si,N} = 12,82^{\circ}\text{C}$,
 kritická povrchová teplota rosného bodu - výplňové konštrukcie $\theta_{dp} = 9,26^{\circ}\text{C}$,
 teplota pod podlahou na rastlom teréne $\theta_{pdl} = 5^{\circ}\text{C}$,
 súčiniteľ prestupu tepla - vnútorný povrch $h_i = 10 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, smer tepelného toku nahor,
 súčiniteľ prestupu tepla - vnútorný povrch $h_i = 8 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, smer tepelného toku vodorovne,
 súčiniteľ prestupu tepla - vnútorný povrch $h_i = 6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, smer tepelného toku nadol,
 súčiniteľ prestupu tepla výplňové konštrukcie - $h_i = 7,69 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$,

3.03 Tepelnotechnické vyhodnotenie

V zmysle základnej tepelnotechnickej normy STN 73 0540:2012 je potrebné prihliadať na splnenie tepelnotechnických požiadaviek, aby nedochádzalo k nedostatkom a poruchám pri užívaní budov. Posúdenie bolo spracované v plnom rozsahu záväzných kritérií pre navrhovaný stav. Geometrické charakteristiky budovy sú zadávané podľa sústavy vonkajších rozmerov budovy. Budova je uvažovaná ako jednozónový model neprerušovaného vykurovania. Pri výpočte tepelnotechnických charakteristík boli použité doporučené postupy podľa STN EN ISO 6946, STN EN ISO 13788, STN EN ISO 13789, pri podlahách a konštrukciách v styku s terénom boli súčinitele prechodu tepla brané v zmysle STN EN ISO 13370. Výpočet tepelných strát, tepelných ziskov a potreby tepla na vykurovanie bol uvažovaný v zmysle STN EN ISO 13790:2009.

3.03.1 Minimálna povrchová teplota konštrukcie

Vyhodnotenie minimálnej povrchovej teploty v jednotlivých fragmentoch obalových konštrukcií sa nachádza v Tab. 5. Všetky fragmenty vyhovujú hygienickému kritériu.

Tab. 5 - vypočítané tepelnotechnické charakteristiky netransparentných obalových konštrukcií

$\theta_i = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\varphi_i = 50\%$	Požadovaný súčiniteľ prechodu tepla	Maximálny súčiniteľ prechodu tepla	Najnižšia vnútorná povrchová teplota	Teplota na vnútornom povrchu	Tepelný odpor vedením	Súčiniteľ prechodu tepla
Druh konštrukcie	U_N [W/(m ² .K)]	U_{max} [W/(m ² .K)]	$\theta_{si,N}$ [$^{\circ}\text{C}$]	θ_{si} [$^{\circ}\text{C}$]	R [m ² .K/W]	U [W/(m ² .K)]
Navrhovaný stav						
Plochá strecha nová	0,10	0,15	13,1	19,00	9,663	0,102
Terasa	0,10	0,15	13,1	18,68	9,663	0,102
Podlaha n. teréne	R=2,5 m ² .K/W	R=2,5 m ² .K/W	17	17,40	2,894	0,201
Obvodový plášť nový	0,15	0,22	13,1	18,73	6,327	0,154

3.04.2 Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie „ U_N “

Posúdenie vyskytujúcich sa **plných častí obalových konštrukcií** v budove z hľadiska súčiniteľa prechodu tepla, resp. tepelného odporu za ustáleného teplotného stavu uvádza Tab. 5. Z posúdenia vyplýva **dobrá tepelnotechnická kvalita obalových konštrukcií v navrhovanom stave**. Všetky spĺňajú kritérium pre normalizovanú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla.

Výplňové konštrukcie otvorov sú navrhnuté plastové s izolačným trojsklom. Navrhované sú výplňové konštrukcie spĺňajúce požiadavku $U_w \leq 1,0 \text{ W/(m}^2\text{.K)}$.

3.04.3 Šírenie vzduchu v konštrukciách

Vo výpočtoch mernej potreby tepla navrhovaného stavu je uvažovaný súčiniteľ škárovej prievzdušnosti okien s hodnotou $i_{Lv} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/(\text{s.m.Pa}^{2/3})$.

Tab. 6 - Vnútorný objem vzduchu

	1.NP - A	1.NP - B	1.NP - C	1.NP - D	2.NP	Σ
A (m ²)	288,51	133,12	162,94	46,45	606,03	1237,05
h (m)	3,41	3,41	3,41	3,41	3,10	3,26
V _v (m ³)	983,82	453,94	555,63	158,39	1878,69	4030,47

Vetranie je prirodzené, intenzita výmeny vzduchu je uvažovaná normová $n = 0,5 \text{ 1/h}$.

3.04.4 Energetické požiadavky na budovu

Hodnotenie budovy z hľadiska mernej potreby tepla na vykurovanie v zmysle STN 73 0540 pre navrhovaný stav (Tab. 10).

Pri súčasnom návrhu budova prekračuje normou stanovenú mernú potrebu tepla pri zohľadnení tvarového faktora $0,5/mQ_{H,nd,N} = 32,2 \text{ kWh/(m}^2\text{.rok)}$. Merná potreba tepla budovy v navrhovanom stave je však nižšia ako normou stanovená maximálna hodnota pri zohľadnení tvarového faktora $0,5/mQ_{H,nd} = 56 \text{ kWh/(m}^2\text{.rok)} < Q_{H,nd,N} = 64,3 \text{ kWh/(m}^2\text{.rok)}$. Vzhľadom na to, že sa jedná o existujúcu budovu, ktorá prešla v minulosti obnovou, nie sú zásahy do jej stávajúcich konštrukcií ekonomicky a funkčne efektívne. Preto je splnenie maximálnej hodnoty postačujúce.

3.04.5 Minimálna požiadavka na energetickú hospodárnosť budov

Pre výpočet potreby tepla na preukázanie predpokladu splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť bola použitá mesačná metóda. Pri súčasnom návrhu budova prekračuje normou stanovenú mernú potrebu tepla na vykurovanie na stanovenie predpokladu splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov stanovenú pre kategóriu budovy škôl a školských zariadení $Q_{N,EP} = 33,2 \text{ kWh/(m}^2\text{.rok)}$. Spĺňa však normou stanovenú maximálnu mernú potrebu tepla na vykurovanie na stanovenie predpokladu splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov stanovenú pre kategóriu budovy škôl a školských zariadení $Q_{EP} = 47,2 \text{ kWh/(m}^2\text{.rok)} < Q_{N,EP} = 53,5 \text{ kWh/(m}^2\text{.rok)}$. Čo je, vzhľadom na to, že sa jedná o obnovovanú budovu, postačujúce.

4 Vykurovanie

Vykurovanie objektu je teplovodné prostredníctvom pôvodných vykurovacích telies a nových doskových vykurovacích telies typu KORADO. Zdrojom tepla sú 3 ks plynových liatinových kotlov ATTACK EKP s menovitým výkonom 40 kW.

Vykurovanie

Účinnosť zdieľania /distribúcie: 98,0 % / 98,0 %

Názov zdroja tepla: plynový kotol

Typ zdroja tepla: plynový kotol

Palivo: zemný plyn

Účinnosť výroby/regulácie: 88,0 % / 95,0 %

Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla je 64,4 kWh/(m².a). Vlastná elektrická energia pre čerpadlá je 9,01 kWh/(m².a)

5 Príprava teplej vody

Ohrev teplej úžitkovej vody je riešený v priamovýhrevnomzásobníku.Výtokové batérie s dotykovým systémom.

Názov zdroja tepla: zásobník

Typ zdroja tepla prípravy TV: elektrická špirála

Účinnosť zdroja prípravy TV: 99,0 %

Potreba vlastnej elektrickej energie čerpadiel distribúcie TV: 4,58 kWh/m².a

Účinnosť distribúcie teplej vody: 80,0 %

Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV je 21,0 kWh/m².a.

6 Osvetlenie

V prístavbe budovyje použitých5 typov LED svietidiel.

LED svietidlo A 36 W- 21 ks - celkový inštalovaný príkon 756 W

LED svietidlo B 28 W- 64 ks - celkový inštalovaný príkon 1792 W

LED svietidlo C 172 W- 6 ks - celkový inštalovaný príkon 1032 W

LED svietidlo D 41 W- 14 ks - celkový inštalovaný príkon 574 W

LED svietidlo E 77 W - 5 ks - celkový inštalovaný príkon 385 W

Tab. 7-Celkový inštalovaný výkon osvetlenia

Nové	Príkon	Ks	Σ
LED 36W	36	21	756
LED 28W	28	64	1792
LED 172 W	172	6	1032
LED 41 W	41	14	574
LED 77 W	77	5	385
Σ	354	110	4539

V pôvodnej časti budovy sú inštalované žiarovkové a žiarivkové svietidlá s odhadovaným príkonom

Na hodnotenie osvetlenia je použitá rýchla metóda.

Typ budovy - B2 - školy a školské zariadenia,

typ riadenia osvetlenia R1

plocha budovy 1686,53 m², z toho - nová časť - 284,05 m², pôvodná časť - 1402,48 m²

odhadovaný celkový inštalovaný príkon vnútorného osvetlenia je $P_n = 51$ kW,

čas využitia denného osvetlenia $t_D = 1800$ h/rok,

čas využitia osvetlenia bez denného osvetlenia $t_N = 200$ h/rok,

činiteľ využitia denného svetla $F_D = 0,92$,

činiteľ obsadenosti $F_O = 0,5$,

činiteľ konštantnej osvetlenosti $F_C = 1$,

odhad ročnej spotreby energie $W = 6 \cdot A + P_n \cdot F_C \cdot F_O \cdot (t_D \cdot F_D + t_N) = 6 \cdot 1686,53 + 51 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot (1800 \cdot 0,92 + 200) = 57\,447,2$ kWh/a,

číselný ukazovateľ energie na osvetlenie LENI 34,06 kWh/m²/rok.

7 Záver

Z tepelnotechnického posúdenia vyplýva, že všetky navrhované konštrukcie spĺňajú požiadavky STN 73 0540-2. Ďalšie zvyšovanie ochrany tepla stavby zásahom do stávajúcich konštrukcií je

ekonomicky, funkčne a technicky neuskutočniteľné. Z energetického vyhodnotenia vyplýva, že budova po obnove spĺňa požiadavku na maximálnu mernú potrebu tepla v závislosti od faktora tvaru 0,5m $Q_{H,nd} = 56 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok}) < Q_{H,nd,N} = 64,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$.

Rekonštrukcia osvetľovacej a vykurovacej sústavy pôvodnej časti budovy nie je predmetom projektu.

Pri hodnotení celkovej potreby energie budovy je možné budovu zaradiť do energetickej triedy C. Z hľadiska primárnej energie budova vykazuje spotrebu energie 202,75 kWh/(m²·rok), čo ju radí do **energetickej triedy C** a tomu zodpovedajúce emisie CO₂ predstavujú hodnotu 22,84 kg/(m²·rok).

Tab. 8 - Výpočet potreby primárnej energie a emisií CO₂

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby		Potreba energie	Výkurovací olej	Zemný plyn	Uhlie	Drevo	Teplá energia z elektriny vyrobenej v budove	Elektrická energia	Energetický nosič <i>n</i>	Solárna tepelná energia	Vážená energia a CO ₂
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	64,40		55,40				9,00			
2		Príprava teplej vody	21,00						21,00			
3		Chladenie a vetranie										
4		Osvetlenie	34,06						34,06			
5		Celková potreba energie	119,46		55,40				64,06			
6	OZE	V budove a v blízkosti										
7		Mimo pozemku užívaného s budovou										
7	Mimo budovy	Straty pri výrobe										
7		Straty pri distribúcii mimo budovy										
8		Straty pri odovzdávaní mimo budovy										
9	Dodaná energia kWh/(m²·a)		119,46		55,40				64,06			
10	Primárna energia, CO ₂	Typ energetického nosiča										
11		Váhové faktory pre primárnu energiu			1,10				2,200			
12		Primárna energia kWh/(m²·a)			60,94				140,93			201,87
13		Váhové faktory pre emisie CO ₂			0,22				0,167			
14		Emisie CO₂ v kg/(m²·a)			12,19				10,70			22,89

V Žiline, marec 2019

.....

Tab. 9 - Vstupné údaje a geometrické charakteristiky pre energetické hodnotenie

1. Budova - materská škola					
Obostavaný objem [m³]:		Celková podlahová plocha [m²]:			
$V_b = 6325,38$		$A_b = 1686,53$			
Obytná budova		Priemerná konštrukčná výška vykurovaných podlaží [m]:			
áno nie		$h_{k,pr} = 3,75$			
Budova obnovovaná		Verejná budova			
2. Merná tepelná strata prechodom tepla H_T [W/K]					
Konštrukcia	Plocha A_i m²	U_i W/m²K	$U_i \cdot A_i$ W/K	Faktor b_x	$b_x \cdot U_i \cdot A_i$ W/K
Plocha strecha pôvodná	701,24	0,20	141,40	1	141,40
Plocha strecha nová	88,03	0,102	8,98	1	8,98
Terasa	196,02	0,102	20,00	1	20,00
Podlaha n. teréne	284,05	0,201	56,97	1	56,97
Podlaha n. suterénom	701,24	0,906	635,09	0,5	317,54
Obvodový plášť pôvodný	501,40	0,314	157,54	1	157,54
Obvodový plášť nový	259,48	0,154	39,94	1	39,94
Okná pôvodné	285,00	1,400	399,00	1	399,00
Okná nové	33,92	1,000	33,92	1	33,92
Dvere pôvodné	9,62	1,400	13,47	1	13,47
Dvere nové	8,28	1,000	8,28	1	8,28
Súčty	$\Sigma A_i = 3068,28$		1514,59	$\Sigma b_x \cdot U_i \cdot A_i =$	1197,04
3. Započítanie vplyvu tepelných mostov: exaktne , paušálne					
Exaktne: zadá sa vypočítaná hodnota vzťahom			$\Delta U = 0,05$		
Paušálne:		$\Delta U = 0,05$ zatepľované konštrukcie			
		$\Delta U = 0,1$ jednovrstvové murované konštrukcie			
Vplyv tepelných mostov [W / K] :		$\Delta U \cdot \Sigma A_i =$		153,414	
Merná tepelná strata H_T [W / K] :		$H_T = \Sigma b_x \cdot U_i \cdot A_i + \Sigma U_i \cdot A_i =$		1350,459	
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W / (m² . K)] :		$U_m = H_T / \Sigma A_i =$		0,440	
4. Merná tepelná strata vetraním H_v [W / K] :					
Intenzita výmeny vzduchu v 1/h		$H_v = 0,333 \cdot n \cdot V_v$		$H_v = 665,028$	
$n = 0,500$		$V_v = 4030,5 \text{ m}^3$			
5. Merná tepelná strata $H = H_T + H_v$ [W / K] : 2015,486					
6. Solárne zisky Q_s [kWh]	I_{sj}	g_{nj}	A_{nj}	$Q_s = \Sigma I_{sj} \cdot \Sigma 0,50 \cdot g_{nj} \cdot A_{nj}$	
severozápad / severovýchod	130	0,67	118,2	5148,655	
juhozápad / juhovýchod	260	0,67	200,7	17480,970	
sever	100	0,67	0,0	0,000	
juh	320	0,67	0,0	0,000	
východ/západ	200	0,67	0,0	0,000	
Horizontálne	340	0,67	0,0	0,000	
				$Q_s =$	22629,6
7. Vnútorne zisky Q_i [kWh] $Q_i = 5 \cdot q_i \cdot A_b$		$q_i =$	6	$Q_i =$	50595,9
[W/m²] : $q_i = 4$		$q_i = 5$		$q_i = 6$	
Rodinný dom		Bytový dom		Verejná budova	
8. Celkové vnútorné zisky $Q_i + Q_s$ [kWh]				$Q_i + Q_s =$	73225,5
9. Potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok]					
$Q_h = 82,1 \cdot (H_T + H_v) - 0,95 \cdot (Q_i + Q_s)$				$Q_h =$	79636,7
10. Merná potreba tepla na vykurovanie [kWh/m²]					
$Q_{H,nd} = Q_h / A_b$				$Q_{H,nd} =$	47,2
11. Faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$				$\Sigma A_i / V_b =$	0,5

Tab. 10 - Energetické požiadavky na budovu

Vykurovanie	vnútorná požadovaná teplota	upravená	priemerná vonkajšia teplota	trvanie obdobia	počet demnostupňov	Potreba tepla na vykrytie strát	vnútorné tepelné zisky $q_i = 6 \text{ W/m}^2$	celková energia slnečného žiarenia				solárne tepelné zisky	faktor využitia tepelných ziskov	Potreba tepla na vykurovanie	Merná potreba tepla	vnútorná tepelná kapacita (STN EN ISO 13790:2009)
	°C		°C	deň	K.deň	kWh mesiac	KWh	kWh/m ²				KWh		kWh mesiac		
								JZ/JV	A	SZ/SV	A					J/(K.m ²)
január	20	20	-1,8	31	675,80	32689,6	7398,5	22,7	200,70	10,2	118,22	1945,3	0,999	23354,17		280000
február	20	20	0,4	28	548,80	26546,4	6682,5	33,8	200,70	16,1	118,22	2932,6	0,997	16958,47		280000
marec	20	20	4,6	31	477,40	23092,6	7398,5	50,9	200,70	26,8	118,22	4517,8	0,986	11347,60		280000
apríl	20	20	9,9	30	303,00	14656,6	7159,8	62,0	200,70	41,6	118,22	5860,9	0,888	3099,90		280000
október	20	20	9,8	31	316,20	15295,1	7398,5	44,8	200,70	18,3	118,22	3765,4	0,942	4780,99		280000
november	20	20	4,3	30	471,00	22783,1	7159,8	24,9	200,70	9,6	118,22	2071,0	0,995	13596,51		280000
december	20	20	-0,3	31	629,30	30440,3	7398,5	20,8	200,70	7,4	118,22	1705,5	0,999	21346,45		280000
					3422	50595,9							Σ	94484,09	56,0	kWh/m ² .a

Tab. 11 - Minimálna požiadavka na energetickú hospodárnosť budov

Vykurovanie	vnútorná požadovaná teplota	upravená	priemerná vonkajšia teplota	trvanie obdobia	počet demnostupňov	Potreba tepla na vykrytie strát	vnútorné tepelné zisky $q_i = 6 \text{ W/m}^2$	celková energia slnečného žiarenia				solárne tepelné zisky	faktor využitia tepelných ziskov	Potreba tepla na vykurovanie	Merná potreba tepla	vnútorná tepelná kapacita (STN EN ISO 13790:2009)
	°C		°C	deň	K.deň	kWh mesiac	KWh	kWh/m ²				KWh		kWh mesiac		
								JZ/JV	A	SZ/SV	A					J/(K.m ²)
január	20	18,4	-1,8	31	626,20	30290,3	7398,5	22,7	200,70	10,2	118,22	1945,3	0,999	20958,73		280000
február	20	18,4	0,4	28	504,00	24379,3	6682,5	33,8	200,70	16,1	118,22	2932,6	0,996	14804,93		280000
marec	20	18,4	4,6	31	427,80	20693,4	7398,5	50,9	200,70	26,8	118,22	4517,8	0,977	9050,88		280000
apríl	20	18,4	9,9	30	255,00	12334,8	7159,8	62,0	200,70	41,6	118,22	5860,9	0,819	1676,13		280000
október	20	18,4	9,8	31	266,60	12895,9	7398,5	44,8	200,70	18,3	118,22	3765,4	0,896	2890,65		280000
november	20	18,4	4,3	30	423,00	20461,2	7159,8	24,9	200,70	9,6	118,22	2071,0	0,992	11303,15		280000
december	20	18,4	-0,3	31	579,70	28041,1	7398,5	20,8	200,70	7,4	118,22	1705,5	0,998	18952,23		280000
					3082	50595,9							Σ	79636,69	47,2	kWh/m ² .a

