

Ing. Mária Ďurčáková, autorizovaný stavebný inžinier, č. oprávnenia 2635, Popradská 6436/5, Prešov
kontakt: 0908 318 562, majadurcakova@gmail.com

ZÁKLADNÁ ŠKOLA S VYUČOVACÍM JAZYKOM MAĎARSKÝM - ALAPISKOLA

Školská 646/7, Tomášov (okr. Senec)
parcela č. KN-C 1228/9, k.ú. Tomášov

AKTUÁLNY STAV

F) Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budov
spracované v zmysle zákona č. 555/2005 a zákona č. 300/2012 a vykonávacej
vyhlášky č. 364/2012 Z.z.

Prešov, máj 2023

Vyhotovil: Ing. Mária Ďurčáková
autorizovaný stavebný inžinier
č. oprávnenia 2635

Obsah

1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE	2
1.1 Účel vypracovania tepelnotechnického posudku	2
1.2 Základné informácie o objekte (podrobnejšie pozri stavebná časť)	2
1.3 Vyznačenie vykurovanej časti budovy	4
2. NORMOVÉ POŽIADAVKY.....	5
Okrajové podmienky	5
3. ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOVY.....	10
TEPELNOTECHNICKÉ VÝPOČTY STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ.....	10
HODNOTENIE.....	13
ZATRIEDENIE DO ENERGETICKEJ TRIEDY	14
4. PRÍLOHA č.1 – Tepelnotechnický výpočet stavebných konštrukcií.....	26
5. PRÍLOHA č.2 – Výpočet potreby tepla na vykurovanie.....	33
6. PRÍLOHA č.3 – Výpočet pomocou dvojrozmerných polí.....	36
Zvislý rez obvodovým plášťom, strešnou konštrukciou a nadpražím – vodorovné kúty	36
Vodorovný rez nárožím obvodového plášťa – zvislý kút	37
7. PRÍLOHA č.4 – Posúdenie tepelnej stability	38

1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

1.1 Účel vypracovania tepelnotechnického posudku

Účelom vypracovania projektového hodnotenia je posúdiť obalové konštrukcie a objekt ako celok v zmysle požiadaviek STN 73 0540. Uvedená norma platí pre celý rozsah budov pozemných stavieb – bytových a nebytových, s trvalým pobytom osôb vo vnútornom priestore alebo jeho funkčne vymedzenej časti (> 4 hod/deň pri trvalom užívaní viac ako 1x v týždni).

1.2 Základné informácie o objekte (podrobnejšie pozri stavebná časť)

Budova základnej školy sa nachádza severne od centra obce Tomášov, na ulici Školská, so súpisným číslom 646 a orientačným číslom 7. Budova je osadená na parcele C-KN 1228/9 v katastrálnom území Tomášov v obci Tomášov, okres Senec.

Hodnotená časť budovy je obdĺžnikového pôdorysu, má dve nadzemné podlažia a jedno podlažie čiastočne zapustené v zemi, s valbovou strechou. Táto časť budovy má v suteréne osadenú kotolňu a vlastný vstup do budovy. Budova nie je pamiatkovo chránená.

V budove základnej školy sa nachádzajú učebne, kabinety, administratívne priestory a sociálne zariadenia. Budovu v zmysle zákona č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov radíme do kategórie “Budovy škôl a školských zariadení”.

Katastrálna mapa:



Aktuálny stav

Obvodový plášť je vymurovaný z plných pálených tehál hr. 450 mm, ktorý je obojstranne omietnutý. Deliaci priečka medzi hodnotenou časťou budovy a susednou časťou budovy je vymurovaná z plných pálených tehál hr. 450 mm.

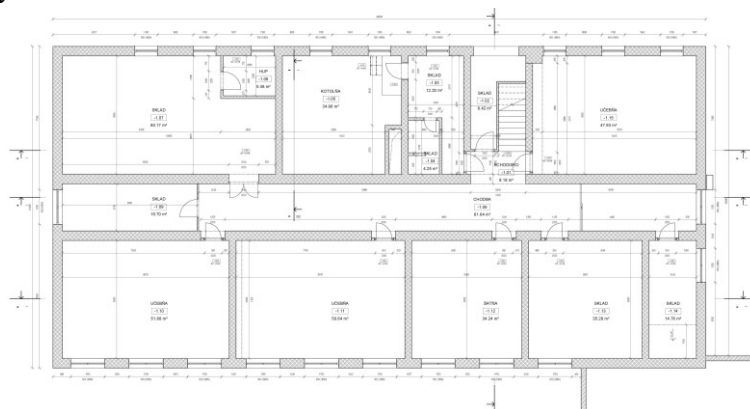
Strecha je zhotovená z drevenej nosnej konštrukcie. Strop do podstrešného priestoru zo strany interiéru tvorí omietka, železobetónová stropná doska hr. 250 mm, na ktorej je cementový poter hr. 50 mm a degradovaná tepelná izolácia z minerálnej vlny hr. 100 mm.

Strop nad suterénom pravdepodobne tvorí železobetónová stropná doska hr. 250 mm, na ktorej sú pravdepodobne tepelnoizolačné dosky hr. 20 mm, betónová mazanina hr. cca 65 mm a nášľapná vrstva podľa využitia miestnosti – keramická dlažba, alebo PVC.

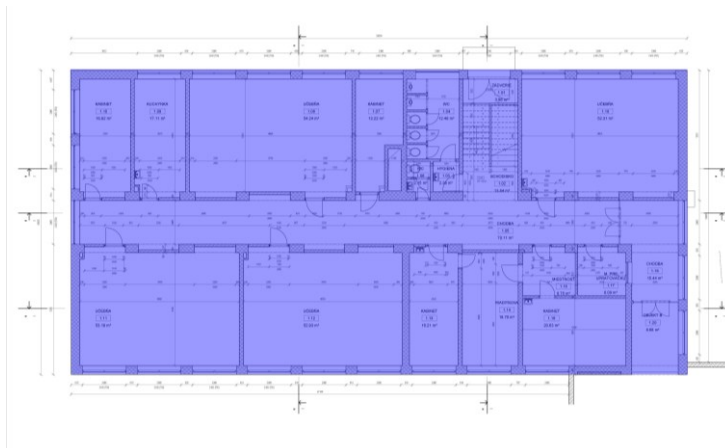
Na objekte bola väčšina pôvodných okien vymenená za plastové s izolačným dvojsklom, ktoré už sú technicky zastarané. Vstupné dvere sú plastové s izolačným dvojsklom. Garážová brána je z hliníkových profilov s tepelnoizolačnou výplňou.

1.3 Vyznačenie vykurovanej časti budovy

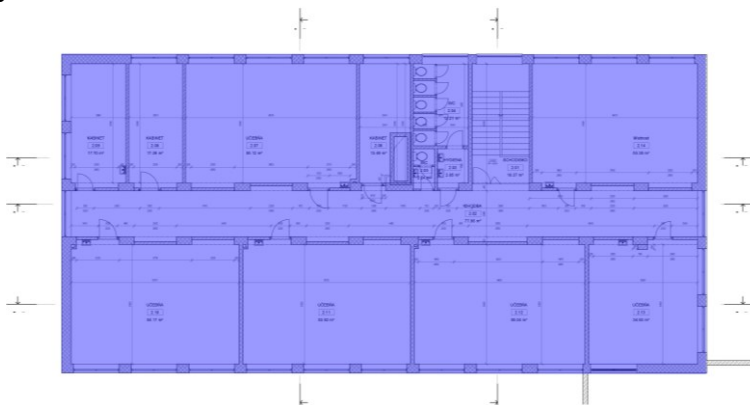
- Pôdorys 1.PP



- Pôdorys 1.NP



- Pôdorys 2.NP



- Rez



2. NORMOVÉ POŽIADAVKY

V zmysle základnej tepelnotechnickej normy STN 73 0540 je potrebné prihliadať na splnenie tepelnotechnických požiadaviek, aby nedochádzalo k nedostatkom a poruchám pri užívaní budov.

Okrajové podmienky

Okrajové podmienky pre obec Tomášov (okre. Senec) pri tepelnotechnických výpočtoch sú brané pre zimné klimatické obdobie podľa STN 73 0540 nasledovne:

Vlastnosti vonkajšieho prostredia

Nadmorská výška	130 m.n.m.
Teplotná oblasť	1
vonkajšia výpočtová teplota	$\theta_{ae} = -11\text{ °C}$
veterná oblasť	2
súčiniteľ prestupu tepla – vonkajší povrch h_e	$= 23\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ resp. $R_{se}=0,04\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

Vlastnosti vnútorného prostredia

teplota vzduchu	$\theta_{ai} = 20\text{ °C}$ (pre trvalý pobyt ľudí),
relatívna vlhkosť	$\varphi_i = 50\text{ %}$,
teplota pod podlahou na rastlom teréne θ_{pdl}	$= 5\text{ °C}$,
kritická povrchová teplota na vznik plesní – obvodové steny $\theta_{si,N}$	$= 12,62\text{ °C}$,
pre neprerušované vykurovanie $\theta_{si,N}$	$= 13,12\text{ °C}$,
pre prerušované vykurovanie s poklesom vnútor. vzduchu do 10 K $\theta_{si,N}$	$= 13,62\text{ °C}$,
kritická povrchová teplota rosného bodu – výplňové konštrukcie θ_{dp}	$= 9,26\text{ °C}$,
súčiniteľ prestupu tepla – vnútorný povrch h_i	$= 10\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, smer tepelného toku nahor,
resp. R_{si}	$= 0,10\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$
súčiniteľ prestupu tepla – vnútorný povrch h_i	$= 8\text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$, smer tepelného toku vodorovne,
resp. R_{si}	$= 0,13\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$

súčiniteľ prestupu tepla – vnútorný povrch $h_i = 6 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$, smer tepelného toku nadol, resp. $R_{si}=0,17\text{m}^2.\text{K}/\text{W}$

Tepelnotechnické požiadavky na stavebné konštrukcie

Pri návrhu a posúdení stavebných konštrukcií a priestorov budovy, vymedzených určeným stavom vnútorného prostredia je požadované preukázanie týchto kritérií:

- kritérium minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebnej konštrukcie (maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie)
- kritérium výmeny vzduchu (minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti)
- hygienické kritérium (minimálnej teploty vnútorného povrchu)
- kritérium maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie (v závislosti od faktora tvaru budovy)
- kritérium min. energetickej hospodárnosti (v závislosti od kategórie budovy)
- ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vlhkosti

Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie „ $U_{\max}$ “, resp. „ U_N “.

S ohľadom na splnenie požiadaviek tepelnej pohody v zimnom období a z hľadiska energetických požiadaviek bytových a nebytových budov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80 \%$ sa požaduje (tab. 1 – nepriesvitné konštrukcie, tab. 2 – otvorené konštrukcie):

$$U \leq U_N \quad [\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})]$$

Tabuľka 1: Požiadavky na hodnoty „ U “

Druh stavebnej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$					
	Normalizovaná (požadovaná) hodnota U_{r2}			Odporúčaná hodnota U_{r3}		
Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom $> 45^\circ$ ^{c)}	0,22			0,15		
Plochá a šikmá strecha $\leq 45^\circ$ ^{b)}	0,15			0,10		
Strop nad vonkajším prostredím ^{a)}	0,15			0,10		
Strop pod nevykurovaným priestorom ^{b)}	0,20			0,15		
Stena s vodorovným tepelným tokom ^{c)} / strop s tepelným tokom zdola nahor ^{b)} / strop s tepelným tokom zhora nadol ^{a)} , medzi vnútornými priestormi s rozdielnou teplotou vnút.vzduchu v oddelen. priestoroch:	Smer tepelného toku			Smer tepelného toku		
	vodo- rovne	zdola nahor	zhora nadol	vodo- rovne	zdola nahor	zhora nadol
	1,20	1,20	0,85	1,00	0,95	0,60
	0,75	0,75	0,60	0,70	0,50	0,35
	0,60	0,60	0,50	0,55	0,35	0,25
	0,50	0,50	0,40	0,45	0,30	0,20
- do 10 K	0,40	0,40	0,30	0,35	0,25	0,15
- do 15 K						
- do 20 K						
- do 25 K						
- nad 25 K						
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu konštrukcie je $R_{se} = 0,04 \text{ m}^2.\text{K}/\text{W}$						

- a) Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (tepelný tok zhora nadol)
b) Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (tepelný tok zdola nahor)
c) Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu konštrukcie je $R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ (tepelný tok vodorovne)

Tabuľka 2: Požiadavky „Uw“ vonkajších otvorových konštrukcií

Konštrukcia/komponent	Súčiniteľ prechodu tepla [W/(m².K)] ⁵⁾	
	Normalizovaná (požadovaná) hodnota U _{w,r2}	Odporúčaná hodnota U _{w,r3}
Okná, dvere ²⁾ v obvodovej stene ³⁾	0,85	0,65
Okná v šikmej strešnej konštrukcii	1,20 ⁴⁾	1,00 ⁴⁾
Dvere do ostatných priestorov		
- bez zádveria	≤ 2,0	
- so zádverím	≤ 2,0	

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

²⁾ Platí pre balkónové, terasové dvere, francúzske okná z rovnakých konštrukčných prvkov ako okná

³⁾ Požiadavky neplatia pre závesné steny a ľahké obvodové plášte (LOP)

⁴⁾ Strešné okno sa nadväzne na STN EN ISO 673 hodnotí s prihliadnutím na sklon strešného okna pri zabudovaní:

- sklon od 20° do ≤ 40° zhoršuje dvojsklo o + 0,4 W/(m².K) a trojsklo o + 0,2 W/(m².K),
- sklon od 40° do ≤ 60° zhoršuje dvojsklo o + 0,3 W/(m².K) a trojsklo o + 0,2 W/(m².K),
- sklon od 60° do ≤ 70° zhoršuje dvojsklo o + 0,2 W/(m².K) a trojsklo o + 0,1 W/(m².K),
- pri sklone nad 70° sa už hodnota zasklenia U_g nezhoršuje.

⁵⁾ Požiadavky platia pre vonkajšie okná s plochou aspoň 1,8 m²; okná menšej plochy, ktoré nespĺňajú požadované hodnoty, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky.

Intenzita výmeny vzduchu „n“ vyhovuje, ak sa škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní otvorov (prirodzenou infiltráciou) splní podmienka vyjadrená množstvom vzduchu, ktoré je z daného objemu miestnosti vymenené za hodinu, pričom musí byť splnená požiadavka

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

n_N – požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu, v 1/h, avšak prioritnou požiadavkou je hygienická požiadavka, preto nasledovné minimálne hodnoty musia byť vždy dodržané
pre budovy s trvalým pobytom osôb minimálna hodnota $n_N = 0,5 \text{ 1/h}$
pre ostatné budovy minimálna hodnota $n_N = 0,3 \text{ 1/h}$, resp. podľa hygienických predpisov

Súčiniteľ škárovej prievzdušnosti „i_{LV}“ vyjadruje množstvo vzduchu v m^3 , ktoré prejde škárou dĺžky 1 m za 1 sekundu pri tlakovom rozdieli v Pa.

Výplne otvorov oddeľujúce schodiská a zádveria od vonkajšieho prostredia a výplne otvorov oddeľujúce priestory od spoločných nevykurovaných priestorov (chodby, schodiská,...) musia zhotoviť vzduchotesné podľa dosiahnuteľného stavu techniky

Najnižšia povrchová teplota konštrukcie

Steny, stropy a podlahy s relatívnou vlhkosťou vzduchu $\varphi_i \leq 80 \%$ musia mať na každom mieste vnútorného povrchu teplotu „ θ_{si} “ vyjadrenú v $^\circ\text{C}$, ktorá je bezpečne nad teplotou rosného bodu a vylučuje riziko vzniku plesní.

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

pre zabezpečenie tepelnej pohody vnútorného prostredia je najväčší dovolený rozdiel medzi teplotou vnútorného vzduchu a povrchovou teplotou (ľahká a veľmi ľahká práca)

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

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

Energetické požiadavky na budovy

Hodnotenie budov z hľadiska mernej 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 $D = 3422 \text{ K.deň}$ pre referenčné vykurovacie obdobie s počtom dní $d = 210$ a porovnávacieho rozdielu teplôt

$$\theta_{ai} - \theta_{ae} = 35 \text{ K}$$

Budovy s pobytom osôb spĺňujú energetické kritérium pri neprerušovanom vykurovaní v závislosti od faktora tvaru budovy, ak ich merná potreba tepla (tab. 9) vyhovuje:

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

Tabuľka 3: Normalizovaná hodnota mernej potreby tepla $Q_{H,nd,N}$

Faktor tvaru budovy	Potreba tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a)	
	Normalizovaná (požadovaná) hodnota	Odporúčaná hodnota
	$Q_{H,nd,r2}$	$Q_{H,nd,r3}$
$\leq 0,3$	25,00	12,50
0,4	28,55	14,28
0,5	32,15	16,08
0,6	35,70	17,85
0,7	39,30	19,65
0,8	42,85	21,43
0,9	46,45	23,23
$\geq 1,0$	50,00	25,00

Budovy spĺňujú kritérium energetickej hospodárnosti, ak majú v závislosti od kategórie budovy potrebu tepla na vykurovanie (tab. 14):

$$Q_{EP} \leq Q_{N,EP}$$

Tabuľka 4: Preukázanie predpokladu dosiahnutia energetickej hospodárnosti budovy

Kategórie budov	Hodnoty potreby tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a)	
	Maximálna hodnota Q _{r2,EP}	Odporúčaná hodnota Q _{r3,EP}
Rodinné domy	40,7	20,4
Bytové domy	25,0	12,5
Administratívne budovy	26,8	13,4
Budovy škôl a školských zariadení	27,6	13,8
Budovy nemocníc	33,2	16,6
Budovy hotelov a reštaurácií	33,7	16,9
Športové haly a pod.	31,5	15,8
Budovy pre služby	30,9	15,5

Ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vlhkosti

Bez kondenzácie vodnej pary v konštrukcii musia sa navrhnuť strechy, stropy a steny, v ktorých by skondenzovaná vodná para mohla ohroziť ich požadovanú funkciu.

S obmedzenou kondenzáciou vodnej pary v konštrukcii, ktorá sa určí bez uvažovania vplyvu slnečného žiarenia, možno navrhnuť strechy, stropy a steny, v ktorých sa splnili všetky tieto podmienky:

- a) skondenzovaná vodná para neohroziť požadovanú funkciu konštrukcie
- b) prípustné celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary je:
 - pre jednoplášťové strechy: $M_c \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$
 - pre ostatné konštrukcie: $M_c \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

V stavebnej konštrukcii s pripustenou obmedzenou kondenzáciou nesmie ročnou bilanciou skondenzovanej a vyparenej vodnej pary preukázať žiadne zostávajúce množstvo skondenzovanej vodnej pary, čiže ročná bilancia musí byť priaznivá:

$$M_c < M_{ev}$$

3. ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOVY

Kategória budovy:	Budovy škôl a školských zariadení
Vykurované priestory:	1.NP - 2.NP
Nevykurované/temperované priestory:	1.PP
Počet vykurovaných podlaží:	2

Tabuľka 5: Technické a geometrické parametre budovy

Technické a geometrické parametre budovy	Hodnoty	Veličiny
Obostavaný vykurovaný objem	4 194,45	[m ³]
Merná plocha	1 103,80	[m ²]
Priemerná konštrukčná výška podlažia	3,80	[m]
Teplovýmenná plocha obalových konštrukcií	1 863,73	[m ²]
Faktor tvaru budovy	0,444	[m ⁻¹]

Hodnoty fyzikálnych veličín stavebných materiálov vyskytujúcich sa v skladbách jednotlivých konštrukcií boli brané podľa STN 73 0540, prípadne z katalógov, pri podlahách boli súčinitele prechodu tepla brané v zmysle STN EN ISO 13 370.

TEPELNOTECHNICKÉ VÝPOČTY STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ

Kritérium minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií

- Podrobné výpočty jednotlivých konštrukcií sú uvedené v **prílohe č.1** a sú pre tieto konštrukcie:
 - **obvodový plášť** – plná pálená tehla hr. 450 mm
 - **deliaca priečka** – plná pálená tehla hr. 450 mm
 - **strop do podstrešného priestoru** – omietka + železobetónová stropná doska hr. 250 mm + cementový poter hr. 50 mm + minerálna vlna
 - **strop nad suterénom** – nášľapná vrstva + betónová mazanina hr. 65 mm + tepelnoizolačné dosky hr. 20 mm + železobetónová stropná doska hr. 250 mm
 - **plastové okná a dvere** s izolačným dvojsklom

Tabuľka 6: Prehľad súčiniteľov prechodu tepla „U“ stavebných konštrukcií

Stavebná konštrukcia	Aktuálny stav	Súčiniteľ prechodu tepla U [W/(m²K)]		
		Normalizované hodnoty	Maximálne hodnoty	Hodnotenie
obvodový plášť	1,408	0,220	0,460	nevyhovuje
deliaca priečka	1,249	1,200	2,750	vyhovuje na maximálnu hodnotu
strop do podstrešného priestoru	0,543	0,200	0,350	nevyhovuje
strop nad suterénom	0,947	0,600	1,600	vyhovuje na maximálnu hodnotu
plastové okná a dvere	1,352	0,850	1,700	vyhovuje na maximálnu hodnotu

Z vyššie uvedených vypočítaných hodnôt vyplýva, že **aktuálne konštrukcie vyhovujú** požiadavkám normy **na maximálne hodnoty**, alebo **nevyhovujú** požiadavkám normy **na normalizované ani na maximálne hodnoty**.

Kritérium výmeny vzduchu

- Požiadavka výmeny vzduchu je na 0,5-násobok. Výpočtom stanovená hodnota $n = 0,451$ l/h je nižšia, ako požiadavka normy, z hľadiska šetrenia energiou je výhodné vetranie cez rekuperačnú jednotku.

dĺžka škár: 749,90 m
 vykurovaný objem: 3 355,56 m³
 vypočítaná intenzita výmeny vzduchu: 0,451 l/h
 požiadavka normy: 0,500 l/h
 hodnotenie: $0,451 < 0,500 \Rightarrow$ splnené
 výpočtová hodnota: 0,500 l/h
 Vetranie je v súčasnosti zabezpečené prirodzeným spôsobom.

Hygienické kritérium

Minimálna požadovaná povrchová teplota pre zamedzenie rizika vzniku plesní pri normalizovaných podmienkach v súlade s požiadavkami STN 73 0540 je 12,62 °C. Bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania a spôsob využívania miestnosti pre neprerušované, resp. tlmené prerušované s poklesom teploty vnútorného vzduchu do 5-10K je 0,5 čo spolu činí 13,12 °C (pre 18-20°, 50%).

Bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania a spôsob využívania miestnosti pre prerušované, resp. tlmené s poklesom teploty vnútorného vzduchu nad 10K je 1,5 čo spolu činí 14,12 °C (pre 18-20°, 50%).

Rámy, nepriesvitné a priesvitné výplne otvorov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou vzduchu 50%, musia mať na každom mieste povrchovú teplotu nad teplotu rosného bodu v súlade s požiadavkami STN 73 0540 t.j. 9,26 °C.

- Vypočítané hodnoty metódou dvojrozmerného teplotného poľa (uvedené v **prílohe č.3**):
 - zvislý rez obvodovým plášťom, strešnou konštrukciou a nadpražím – vodorovné kúty:
teplota v kúte pod stropom $7,99\text{ °C} < 13,12\text{ °C} \Rightarrow$ **nevyhovuje**
teplota v kúte pri okne $1,18\text{ °C} < 9,26\text{ °C} \Rightarrow$ **nevyhovuje**
 - vodorovný rez nárožím obvodového plášťa – zvislý kút:
teplota v kúte $6,29\text{ °C} < 9,26\text{ °C} \Rightarrow$ **nevyhovuje**

Dosiahnuté teploty v kritických detailoch nevyhovujú požiadavkám normy.

Energetické kritérium

- Výpočet mernej potreby tepla je uvedený v **prílohe č. 2** - budova **nevyhovuje na normalizované ani na maximálne hodnoty** požiadavky STN 73 0540 z hľadiska potreby tepla na vykurovanie, pretože budova je v súčasnosti v pôvodnom stave, má len vymenené otvorové konštrukcie.

Posúdenie tepelnej stability

- Pre posúdenie bola identifikovaná kritická miestnosť č.2.10 učebňa na 2. nadzemnom podlaží s vnútornými rozmermi 6,19 x 8,76 m a svetlou výškou miestnosti 3,25 m. Podrobný výpočet je uvedený v **prílohe č.4**.

Najvyšší denný vzostup teploty $\Delta T_{a,max}$: $2,70\text{ °C}$

Maximálna teplota v miestnosti: $Q_{AI,max} = 20,00 + 2,70 = 22,70\text{ °C}$

Požiadavka normy: $Q_{AI,max,N} = 26,00\text{ °C}$

$22,70\text{ °C} \leq 26,00\text{ °C} \Rightarrow$ **vyhovuje**

HODNOTENIE

Tabuľka 7: Porovnanie normalizovanej a vypočítanej hodnoty mernej potreby tepla $Q_{H,nd,N}$

OBJEKT	NORMOVÉ		PROJEKTOVANÉ
	Maximálna hodnota $Q_{H,nd,max}$ kWh/(m ² .rok)	Normalizovaná hodnota $Q_{H,nd,r2}$ kWh/(m ² .rok)	Merná potreba tepla $Q_{H,nd}$ kWh/(m ² .rok)
ZŠ Tomášov (faktor tvaru 0,444)	82,37	30,15	112,59

Objekt **nevyhovuje** požiadavke STN 73 0540 z hľadiska potreby tepla na vykurovanie **na normalizované ani na maximálne hodnoty**.

Tabuľka 8: Preukázanie predpokladu dosiahnutia energet. hospodárnosti budovy – aktuálny stav

Kategória budovy	Hodnoty potreby tepla na vykurovanie kWh/(m ² .a)	PROJEKTOVANÉ
	Normalizovaná hodnota $Q_{r2,EP}$	Merná potreba tepla kWh/(m ² .rok)
ZŠ Tomášov (Budovy škôl a školských zariadení)	27,60	99,17

Objekt v aktuálnom stave **nevyhovuje** požiadavke STN 73 05 40 z hľadiska predpokladu dosiahnutia energetickej hospodárnosti budovy **na normalizované hodnoty**, pretože sa jedná o budovu prevažne v pôvodnom stave.

Tabuľka 9: Priemerný súčiniteľ prechodu tepla obalových konštrukcií celej budovy

Objekt	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla obalových konštrukcií celej budovy $U_{e,m}$		PROJEKTOVANÉ
	Maximálna hodnota [W/(m ² .K)]	Normalizovaná hodnota [W/(m ² .K)]	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W/(m ² .K)]
ZŠ Tomášov (faktor tvaru 0,444)	0,622	0,341	0,898

Objekt **vyhovuje** požiadavke STN 73 0540 z hľadiska hodnotenia priemerného súčiniteľa prechodu tepla obalových konštrukcií celej budovy **na normalizované hodnoty**.

Tabuľka 10: Ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vlhkosti

Stavebná konštrukcia	Množstvo vodnej pary		
	Množstvo skondenzovanej vodnej pary Gk (kg/(m ² .rok)) (Mc kg/(m ² .a))	Prípustné celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary Gk (kg/(m ² .rok)) (Mc kg/(m ² .a))	Množstvo vyparenej vodnej pary Gv (kg/(m ² .rok)) (Mev kg/(m ² .a))
obvodový plášť	0,0006	0,5000	2,8492

Z vyššie uvedeného vyplýva, že ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary hodnotených konštrukcií je priaznivá.

ZATRIEDENIE DO ENERGETICKEJ TRIEDY

Pre zatriedenie do energetickej triedy v zmysle Vyhlášky č.364/2012, ktorou sa vykonáva zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov, sme vychádzali z nasledovných predpokladov:

Kategória budovy: 100 % **Budovy škôl a školských zariadení**

Vykurovanie: vykurovací systém je dvojručkový teplovodný s núteným obehom vykurovacej vody. Zdrojom tepla je 3 ks plynových kotlov osadených v kotolni v suteréne. Teplo je distribuované oceľovými rozvodmi k vykurovacím telesám – panelovým radiátorom. Regulácia teploty je na kotly a termostatickými hlaviciami osadenými na časti radiátoroch.

Príprava teplej vody: je zabezpečená v mimoohrievanom zásobníkovom ohrievači teplej vody, ktorý je osadený v suteréne. Zdrojom tepla je plynový kotol. Rozvody sú z PPR, tepelne izolované. V budove je cirkulácia teplej vody.

Vetranie/chladenie: nehodnotí sa.

Osvetlenie: v budove sú v súčasnosti osadené svietidlá s lineárnymi žiarivkami s elektronickým predradníkom a kompaktné žiarivky. Ovládanie osvetlenia je manuálne – vypínačmi.

Na základe vyššie uvedených predpokladov je zatriedenie budovy nasledovné:

Tabuľka 11: Zatriedenie budovy do energetickej triedy

	Veličina	Aktuálny stav	
		Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m ² .a)	Energetická trieda
7	Potreba tepla na vykurovanie	99,17	-
	Potreba energie:		
8	na vykurovanie	118,47	E
9	na prípravu teplej vody	13,54	C
10	na chladenie/vetrание	nehodnotí sa	-
11	na osvetlenie	17,83	B
12	Celková potreba energie kWh/(m².a):	149,84	D
13	Primárna energia kWh/(m².a):	194,26	C
	Emisie CO ₂ v kg/(m ² .a)	33,41	-

Potreba energie na vykurovanie dosahuje energetickú triedu E, príprava teplej vody energetickú triedu C a osvetlenie dosahuje energetickú triedu B, celková potreba energie dosahuje energetickú triedu D a primárna energia – globálny ukazovateľ dosahuje energetickú triedu C.

Prešov, máj 2023

Ing. Mária Ďurčáková
autorizovaný stavebný inžinier

Tabuľka 1: Tepelná ochrana budovy, potreba tepla na vykurovanie a chladenie

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE				
1	Názov budovy:		Základná škola		
2	Ulica, číslo:		Tomášov 646/7		
3	Obec:		Tomášov		
4	Parc. č.:		1228/9		
5	Katastrálne uzemie:		Tomášov		
6	Účel spracovania energetického certifikátu:		0		
	Výpočet potreby tepla na vykurovanie				
	VSTUPNÉ ÚDAJE				
7	Budova	Kategória budovy (jeden účel užívania)		4 – budova školy alebo školského zariadenia	
8		Zmiešaný účel užívania - kategória 1		-	
9		Zmiešaný účel užívania - kategória 2		-	
10		Podiel celkovej podlahovej plochy - kategória 1		-	%
11		Podiel celkovej podlahovej plochy - kategória 2		-	%
12		Rok kolaudácie		0	
13		Rok poslednej zmeny tepelnej ochrany		-	
14		Typ, konštrukčný systém, stavebná sústava (bytové domy)		-	
15		Šírka budovy		16,455	m
16		Dĺžka budovy		33,540	m
17		Výška budovy		7,600	m
18		Počet podlaží		2	
19		Obostavaný objem		4194,445	m³
20		Celková podlahová plocha		1103,801	m²
21		Celková teplovýmenná plocha		1863,725	m²
22	Priemerná konštrukčná výška		3,800	m	
23	Faktor tvaru		0,444	1/m	
24	Výpočet	Výpočtová metóda		mesačná	
25		Počet dennostupňov		3083	K.deň
	Tepelné straty	Popis / názov obvodovej konštrukcie		Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U _i (W/(m².K))	Teplovýmenná plocha A _i (m²)
			Obvodový plášť / strop nad vonk. prostredím :		Teplotný redukčný faktor b (-)
26		1	Obvodový plášť	1,41	424,21
27		2	Deliaca priečka	1,25	53,43
28		3	0	0,00	0,00
29		4	0	0,00	0,00
30		5	0	0,00	0,00
			Strecha / strop pod nevykurovaným priestorom :		
31		1	Strecha - plochá	0,00	0,00
32		2	Strecha - podstrešný priestor 1	0,54	551,90
33		3	Strecha - podstrešný priestor 2	0,00	0,00

34	4	Lodžia	0,00	0,00	1,00		
35	5	0	0,00	0,00	0,00		
	Podlaha :						
36	1	Podlaha na teréne	0,00	0,00	1,00		
37	2	Strop nad suterénom	0,95	551,90	0,50		
38	3	0	0,00	0,00	1,00		
39	4	0	0,00	0,00	0,50		
40	5	0	0,00	0,00	0,00		
	Otvorové konštrukcie :						
41	1	Sklobetón	0,00	0,00	1,00		
42	2	Dvere plast	0,00	0,00	1,00		
43	3	Okná plast	1,35	282,29	1,00		
44	4	Okná 2	0,00	0,00	1,00		
45	5	Dvere2	0,00	0,00	1,00		
46	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla U _m			0,90	W/(m².K)		
47	Tepelná vodivosť (priepustnosť) podlahy a stien vo vyk. suterene L _s				W/K		
48	Vplyv tepelných mostov ΔU			0,1	W/(m².K)		
49	Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov ΔH _{TM}			186,37	W/K		
	Popis otvorovej konštrukcie			Celková dĺžka škár otvorových konštrukcií l (m)	Súčiniteľ prievzdušnosti otvorových výplní i .10 ⁴ (m²/(s.Pa ^{0,67}))		
50	1	okná, dvere – plast s izolačným dvojsklom		749,896	1		
51	2						
52	3						
53	Charakteristické číslo budovy B (ak sa použije na výpočet výmeny vzduchu)				Pa ^{0,67}		
54	Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná n			0,451	1/h		
55	Nameraná vzduchotesnosť n ₅₀				1/h		
56	Uvažovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu n			0,500	1/h		
57	Rekuperačná jednotka			-			
58	Účinnosť rekuperačnej jednotky			-			
59	Podiel vzduchu prechádzajúceho cez jednotku			-			
60	Tep. výkon vnútorného zdroja q			6	W/m²		
61	Vnútorné tepelné zisky Q _i			33 114,04	kWh/a		
	Orientácia		Intenzita slnečného žiarenia I _s (kWh/m²)	Priepustnosť slnečného žiarenia g (-)	Tieniacy faktor (-)	Plocha zasklených otvorových konštrukcií A (m2)	Účinná kolekčná plocha plné časti A (m2) (chladenie)
62	1	juh	320	0,75	1	103,03	
63	2	východ	200	0,75	1	34,34	
64	3	západ	200	0,75	1	34,34	
65	4	sever	100	0,75	1	110,57	
66	5	horizontál	340	0,75	-	0,00	
67	6	JZ/JV	260	0,75	-	0,00	
68	7	SZ/SV	130	0,75	-	0,00	
69	8						

70	Solárne tepelné zisky	21 661,63	kWh/a
	Sezónna metóda		
71	Merná tepelná strata prechodom H_t	1 673,05	W/K
72	Merná tepelná strata H_v	474,47	W/K
72	Faktor využitia tepelných ziskov	0,95	
73	Merná potreba tepla na vykurovanie - sezónna metóda	112,59	kWh/(m ² .a)
	Mesačná metóda		
74	Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie vykurovania	3,86	°C
75	Trvanie obdobia vykurovania	212	dni
76	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie vykurovania	18,40	°C
77	Prerušované vykurovanie (áno/nie)	nie	
78	Počet hodín s normálnou prevádzkou v pracovnom dni		h
79	Počet hodín s normálnou prevádzkou počas dní víkendu		h
80	Spôsob uvažovania prerušovaného vykurovania (upravená vnútorná teplota/redukčný faktor)		
81	Redukčný faktor pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)		
82	Upravená vnútorná teplota pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)	18,40	°C
83	Typ konštrukcie	stredne ťažká	
84	C - vnútorná tepelná kapacita J/(K.m ²)	165000	J/(K.m ²)
85	Priemerný faktor využitia tepelných ziskov - vykurovanie -mesačná metóda	0,000	
86	Merná potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda	99,17	kWh/(m ² .a)
	Chladenie		
87	Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie chladenia		°C
88	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie chladenia		°C
89	Trvanie obdobia chladenia		dni
90	Účinná solárna kolektčná plocha plných častí v m ²		m ²
91	Priemerný faktor využitia tepelných strát - chladenie - mesačná metóda		
92	Potreba chladu na chladenie - mesačná metóda		kWh/(m ² .a)
	VÝSLEDKY		
93	Merná tepelná strata bez tepelných ziskov (ak sa vyžaduje)	2 147,52	W/K
94	Merná potreba tepla na vykurovanie - sezónna metóda	112,59	kWh/(m².a)
95	Merna potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda	99,17	kWh/(m².a)
96	Merná potreba chladu na chladenie - mesačná metóda		kWh/(m².a)

Tabuľka 2: Potreba energie na vykurovanie

Č. r. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE		
1	Názov budovy:	Základná škola
2	Ulica, číslo:	Tomášov 646/7
3	Obec:	Tomášov
4	Parc. č.:	1228/9
5	Katastrálne územie:	Tomášov
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	0
Výpočet potreby energie na vykurovanie		
VSTUPNÉ ÚDAJE		

7	Budova	Kategória budovy	4 – budova školy alebo školského zariadenia	
8		Celková podlahová plocha	1 103,80	m ²
9		Vykurovací systém	teplovodný	
10		Distribučný systém	nútený obeh	
11		Druh tepelnej ochrany rozvodov	penová	
12		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	5	mm
13		Teplotný spád	70/50	°C
14		Druh a typ rekuperácie	nie je	
15		Teplotná regulácia na vykurovacích telesách (áno/nie)	čiastočne áno	
16		Teplotná regulácia v budove (áno/nie)	áno	
17	Zdroj tepla	Typ zdroja	3 x plynový kotol	
18		Energetický nosič	zemný plyn	
19		Umiestnenie zdroja	V budove	
20		Účinnosť výroby tepla	95	%
21	Potreba tepla a energie	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	99,17	kWh/(m ² .a)
22		Druh výpočtovej metódy na potrebu tepelnej energie	zjednodušená	
23		Podrobná metóda:		
24		Dĺžka potrubia v zóne 1		m
25		Dĺžka potrubia v zóne 2		m
26		Dĺžka potrubia v zóne 3		m
27		Súčiniteľ tepelnej vodivosti tepelnej izolácia	0,038	W/(m.K)
28	Potreba tepla a energie	Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia		mm
29		Teplota okolitého prostredia		°C
30		Stredná teplota vykurovacej látky		°C
31		Počet prevádzkových hodín za rok		h
32		Zjednodušená metóda:		
33		Dĺžka zóny	33,54	m
34		Šírka zóny	16,46	m
35		Výška zóny	7,60	m
36		Počet podlaží v zóne	2	
37		Merná tepelná strata		W/m
38		Teplota okolitého prostredia	20	°C
39		Stredná teplota vykurovacej látky	30	°C
40		Počet prevádzkových hodín	5088	h
41		Potreba tepelnej energie pri jej odovzdávaní do priestoru	10,91	kWh/(m ² .a)
42		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie	9,42	kWh/(m ² .a)
43		Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov)	119,50	kWh/(m ² .a)
44		Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätné získané teplo)	2,46	kWh/(m ² .a)
45	Potreba tepla a energie	Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov	117,05	kWh/(m ² .a)
46		Príkon čerpadiel	450	W
		Čas prevádzky počas roka	4660	h
		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadlá)	1,42	kWh/(m ² .a)

47	Potreba vlastnej elektrickej energie (rekuperácia tepla)	0,00	kWh/(m ² .a)
48	Výpočtový prietok vzduchu		m ³ /h
49	Účinnosť		%
50	Získaná tepelná energia zo zariadenia		kWh/(m ² .a)
51	Spôsob uloženia potrubia		
52	Dĺžka potrubia		m
53	Technické údaje o tepelnej izolácii		
54	Čas prevádzkovania siete		h
55	Tepelné straty pri odovzdávaní mimo hranice budovy	0,00	kWh/(m ² .a)
56	Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	0,00	kWh/(m ² .a)
57	Strata pri výrobe (účinnosť zdroja)	6,16	kWh/(m ² .a)
58	Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja		kWh/(m ² .a)
VÝSLEDKY			
59	Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	99,17	kWh/(m ² .a)
60	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	123,21	kWh/(m ² .a)
61	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	123,21	kWh/(m ² .a)
62	Vlastná elektrická energia	1,42	kWh/(m ² .a)
63	Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove	79,07	%

Tabuľka 3: Potreba energie na prípravu teplej vody (TV)

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE			
1	Názov budovy:	Základná škola		
2	Ulica, číslo:	Tomášov 646/7		
3	Obec:	Tomášov		
4	Parc. č.:	1228/9		
5	Katastrálne územie:	Tomášov		
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	0		
Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody (TV)				
	VSTUPNÉ ÚDAJE			
7	Budova	Kategória budovy	4 – budova školy alebo školského zariadenia	
8		Spôsob hodnotenia	normalizované	
9		Systém prípravy TV - veľkosť zásobníka v litroch	200	l
10		Celková podlahová plocha	1 103,80	m²
11		Distribučný systém	S cirkuláciou	
12		Druh tepelnej ochrany rozvodov	pena	

13		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	5 mm
14		Meranie a regulácia	automatická
15	Zdroj tepla	Typ zdroja	plynový kotol
16		Energetický nosič	zemný plyn
17		Umiestnenie zdroja	V budove
18		Účinnosť výroby tepla	95 %
19	Potreba tepelnej energie a energie	Potrebný objem TV	0,127 m ³ /deň
20		Potrebný denný objem TV na m ² celkovej podlahovej plochy	0,000115 m ³ /m ²
21		Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	10 kWh/(m ² .a)
22		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	0,042 W/(m.K)
23		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	5 mm
24		Dĺžka potrubí	25,00 m
25		Merná tepelná strata	W/K
26		Teplota vody v potrubí	55 °C
27		Teplota okolitého prostredia	20 °C
28		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia)	1,56 kWh/(m ² .a)
29		Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník)	1,31 kWh/(m ² .a)
30		Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV	kWh/(m ² .a)
31		Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	12,87 kWh/(m ² .a)
32		Dĺžka vykurovacieho obdobia	365 dni
33	Potreba tepelnej energie a energie	Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	1,44 kWh/(m ² .a)
34		Typ čerpadla	elektr
35		Príkon čerpadla (spolu)	0,3 kW
36		Počet prevádzkových hodín v roku	245 h
37		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadlá v budove)	0,67 kWh/(m ² .a)
38		Obnoviteľný zdroj	
39		Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	kWh/a
40		Plocha slnečných kolektorov	m ²
41		Účinnosť slnečných kolektorov	80 %
42		Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	0,00 kWh/(m ² .a)
43		Potreba tepelnej energie na prípravu TV po zohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	12,87 kWh/(m ² .a)
44		Popis a spôsob uloženia potrubia	
45		Dĺžka potrubia	m
46		Hrúbka tepelnej izolácie	mm
47	Potreba tepelnej energie a energie	Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	kWh/(m ² .a)
48		Strata pri výrobe (účinnosť výroby)	0,68 kWh/(m ² .a)
		Účinnosť odovzdávania tepla vým. stanice	
	VÝSLEDKY		
49		Potreba energie na prípravu TV budovy	10,00 kWh/(m ² .a)
50		Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a	13,55 kWh/(m ² .a)

		výrobe TV	
51		Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	13,55 kWh/(m².a)
52		Vlastná elektrická energia (čerpadá)	0,67 kWh/(m².a)

53		Podiel potreby energie na prípravu teplej vody z celkovej potreby energie v budove	9,03 %
----	--	---	---------------

Tabuľka 5: Potreba energie na osvetlenie

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE			
1	Názov budovy:	Základná škola		
2	Ulica, číslo:	Tomášov 646/7		
3	Obec:	Tomášov		
4	Parc. č.:	1228/9		
5	Katastrálne územie:	Tomášov		
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	0		
Výpočet potreby energie na osvetlenie				
	VSTUPNÉ ÚDAJE			
7	Budova	Kategória budovy	B4	-
8		Celkový počet miestností v budove	34	-
9		Počet miestností určených na overenie dodržania projektovej hodnoty osvetlenosti	3	-
10		Počet overených miestností s vyhovujúcim osvetlením	3	-
11		Celková podlahová plocha	1 103,80	m²
12		Lokalita - zemepisná šírka	48°14,254' N	°
13		Lokalita - zemepisná dĺžka	17°33,597' E	°
14		Prevádzkový čas od:	8:00	h
15		Prevádzkový čas do:	14:30	h
16		Korekčný činiteľ pre víkendy (C _{we})	0,714285714	-
17	Svietidlá	Celkový počet inštalovaný svietidiel	173	ks
18		Celkový inštalovaný príkon svietidiel	12,01	kW
19		Celkový inštalovaný príkon na nabíjanie batérií núdzových svietidiel (P _{em})	0	kW
20		Celkový inštalovaný príkon na pohotovostný režim automatických radiacích prvkov vo svietidlách (P _{pc})	0	kW
21	Denné svetlo	Celková plocha stavebných otvorov vo vertikálnej fasáde	282,285	m²
22		Celková plocha stavebných otvorov pre svetlíky	0	m²
23		Celková plocha s denným svetlom	282,285	m²
24	Riadenie osvetlenia	Prevažujúci typ riadenia osvetlenia v budove – kód1)	R1	-
25		Priemerný činiteľ využitia denného svetla v budove (F _D)	0,8785	-
26		Priemerný činiteľ obsadenosti budovy (F _O)	0,8265	-
27		Priemerný činiteľ konštantnej osvetlenosti v budove (F _C)	1	-

VÝSLEDKY				
28		Ročná potreba energie na plnenie svetelnotechnickej funkcie (WL)	19 680,78	kWh/m ²
29		Ročná pohotovostná potreba energie (WP)	0	kWh/m ²
30		Ročná potreba energie na osvetlenie (LENI)	17,83	kWh/(m ² .a)
31		Merná ročná potreba energie na osvetlenie (WE)	0	kWh/(m ² .lx.a)
32		Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie budovy	11,90	%

Tabuľka 12: Výpočet potreby energie – *aktuálny stav*

Miesto spotreby	Vykurovanie			Teplá voda			Chladenie a vetranie		Osvetlenie		Spolu
Zdroj/energetický nosič	1	2	3	1	2	3	1	2	1	2	
Potreba tepla/energie v kWh/(m ² .a)	99,17			10,00					17,83		127,00
Straty vykurovacieho systému v budove:											0
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	10,91			0,00							10,91
Straty pri rozvode tepla	9,42			1,56							10,98
Straty pri akumulácii tepla				1,31							1,31
											0
Spätne získané teplo v kWh/(m ² .a)	2,46										-2,46
Vlastná energia v budove:											0
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku	1,42			0,67							2,09
Potreba energie v budove bez strát pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	118,47			13,54					17,83		149,84
Straty mimo hranice bud:úč. VS	0,00			0,00							0,00
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	6,16			0,68							6,84
Straty pri distribúcii	0,00			0,00							0,00
Vlastná elektrická energia:											0,00
Potreba energie so stratami pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	124,63			14,21					17,83		156,68
Energia z obnoviteľných zdrojov (solárna a iná)	0			0,00					0		0
Dodaná energia bez energie z obnoviteľných zdrojov v kWh/(m ² .a):	124,63			14,21			0		17,83		156,68

Tabuľka 13: Výpočet potreby primárnej energie a emisií CO₂ – aktuálny stav

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby		Potreba energie	Vykurovací olej	Lokálne vykurovanie – plynové kotly	Uhlie	Centrálne zásobovanie teplom	Diaľkové chladenie	Drevo	Tepelná energia vyrobená z elektriny v budove	Elektrická energia	Energetický nosič <i>n</i>	Solárna tepelná energia	Solárna energia fotovoltaická energia	Elektrická energia z kogenerácie	Teplo z kogenerácie	Vážená energia a CO ₂
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	124,63		123,21	0,00	0,00		0,00	0,00	1,42						
2		Príprava teplej vody	14,21		13,55	0,00	0,00		0,00	0,00	0,67						
3		Chladenie a vetranie	0														
4		Osvetlenie	17,83								17,83						
5		Celková potreba energie v budove	156,68	0	136,76	0	0		0	0,00	19,92						
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)		156,68	0	136,76	0	0,00	0	0	0,00	19,92						
10	Primárna energia, CO ₂	Typ energetického nosiča															
11		Váhové faktory pre primárnu energiu		1,10	1,10	1,10	0,314		0,10	2,20	2,20						
12		Primárna energia kWh/(m².a)		0,00	150,43	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	43,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	194,26
13		Váhové faktory pre emisie CO ₂		0,290	0,220	0,360	0,048		0,020	0,167	0,167						
14		Emisie CO₂ v kg/(m².a)		0,00	30,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,41

4. PRÍLOHA č.1 – Tepelnotechnický výpočet stavebných konštrukcií

KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HĽADISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

podľa STN EN ISO 13788, STN EN ISO 6946, STN 730540 a ČSN 730540
Teplo 2015

Názov úlohy : **Obvodový plášť**
Zakázka : ZŠ Tomášov

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Stena vonkajšia jednoplášťová
Korekcia súč. prechodu tepla dU : 0.000 W/m²K

Skladba konštrukcie (od interiéru) :

Číslo	Názov	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Omietka VC	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Plná pálená te	0,4300	0,8600	900,0	1800,0	9,0	0.0000
3	Omietka VC	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je hrúbka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelnej vodivosti vrstvy, C je merná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnosť vrstvy, Mi je faktor difúzneho odporu vrstvy a Ma je počiatočná zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.04 m²K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : -11.0 C
Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RH_i : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka[dni]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.0	50.6	1182.5	-3.5	81.5	371.5
2	28	20.0	54.6	1276.0	-0.7	80.7	465.0
3	31	20.0	56.1	1311.0	3.8	79.2	634.8
4	30	21.0	55.4	1377.0	9.3	76.6	896.9
5	31	22.0	56.5	1493.0	14.2	73.4	1188.0
6	30	22.0	60.0	1585.4	17.2	70.7	1386.7
7	31	22.0	62.0	1638.3	18.8	69.0	1496.5
8	31	22.0	61.3	1619.8	18.2	69.7	1456.0
9	30	22.0	56.3	1487.7	14.0	73.6	1175.9
10	31	21.0	55.1	1369.6	8.9	76.8	875.3
11	30	20.0	56.0	1308.7	3.5	79.3	622.3
12	31	20.0	53.0	1238.6	-1.7	80.9	429.0

Poznámka: Tai, RH_i a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary) a Te, RHe a Pe sú priem. mesačné parametre v prostredí na vonkajšej strane konštrukcie (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary).

Pre vnútorné prostredie sa uplatnila prirážka priemernej relatívnej vlhkosti : 0.0 %

Počiatočný mesiac pre výpočet bilancie sa stanovuje výpočtom podľa STN EN ISO 13788.

Počet hodnotených rokov : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOTENEJ KONŠTRUKCIE :

Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla podľa STN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konštrukcie R : 0.540 m²K/W
 Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : **1.408 W/m²K**

Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U_k : 1.43 / 1.46 / 1.51 / 1.61 W/m²K

Uvedené orientačné hodnoty platia pre rôznu kvalitu riešení tep. mostov vyjadrenú približnou prirážkou podľa poznámok k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzny odpor a tepelne akumulčné vlastnosti:

Difúzny odpor konštrukcie Z_{pT} : 2.5E+0010 m/s

Teplotný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 50.9

Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 14.3 h

Teplota vnútorného povrchu a teplotný faktor podľa STN 730540 a STN EN ISO 13788:

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach T_{si,p} : 10.67 C

Teplotný faktor v návrhových podmienkach f_{Rsi,p} : **0.699**

Číslo mesiaca	Minimálne požadované hodnoty pri max. rel. vlhkosti na vnútornom povrchu:				Vypočítané hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	12.8	0.694	9.4	0.551	12.9	0.699	79.4
2	14.0	0.709	10.6	0.545	13.8	0.699	81.1
3	14.4	0.654	11.0	0.444	15.1	0.699	76.3
4	15.2	0.500	11.7	0.208	17.5	0.699	69.0
5	16.4	0.284	13.0	-----	19.7	0.699	65.3
6	17.4	0.034	13.9	-----	20.6	0.699	65.6
7	17.9	-----	14.4	-----	21.0	0.699	65.8
8	17.7	-----	14.2	-----	20.9	0.699	65.7
9	16.4	0.295	12.9	-----	19.6	0.699	65.3
10	15.1	0.510	11.6	0.227	17.4	0.699	69.1
11	14.4	0.658	11.0	0.452	15.0	0.699	76.6
12	13.5	0.701	10.1	0.545	13.5	0.699	80.3

Poznámka: RH_{si} je relatívna vlhkosť na vnútornom povrchu, T_{si} je teplota vnútorného povrchu a f_{Rsi} je teplotný faktor.

Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

Priebeh teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary pri výpočtových okrajových podmienkach:

rozhranie:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	14.3	13.4	-8.4	-9.3
p [Pa]:	1168	1089	279	199
p _{sat} [Pa]:	1632	1541	299	277

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstiev, p je predpokladaný čiastočný tlak vodnej pary na rozhraní vrstiev a p_{sat} je čiastočný tlak nasýtenej vodnej pary na rozhraní vrstiev.

Pri vonkajšej výpočtovej teplote dochádza v konštrukcii ku kondenzácii vodnej pary.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzačnej zóny ľavá [m]	pravá	Množstvo kondenzujúcej vodnej pary [kg/(m ² s)]
1	0.3640	0.3697	9.944E-0010

Ročná bilancia skondenzovanej a vyparitelnej vodnej pary:

Množstvo skondenzovanej vodnej pary za rok Mc,a: **0.0006 kg/(m².rok)**

Množstvo vyparitelnej vodnej pary za rok Mev,a: **2.8492 kg/(m².rok)**

Ku kondenzácii dochádza pri vonkajšej teplote nižšej ako -10.0 C.

Bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary podľa STN EN ISO 13788:

Ročný cyklus č. 1

V konštrukcii nedochádza počas modelového roka ku kondenzácii vodnej pary.

Poznámka: Hodnotenie difúzie vodnej pary bolo vyhotovené pre predpoklad 1D šírenia vodnej pary prevažujúcou skladbou konštrukcie. Pre konštrukcie s výraznými systematickými tepelnými mostami je výsledok výpočtu len orientačný. Presnejšie výsledky sa dajú získať pomocou 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HĽADISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

podľa STN EN ISO 13788, STN EN ISO 6946, STN 730540 a ČSN 730540
Tepló 2015

Názov úlohy : **Deliaca priečka**
Zakázka : **ZŠ Tomášov**

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Stena vnútorná
Korekcia súč. prechodu tepla dU : 0.000 W/m²K

Skladba konštrukcie (od interiéru) :

Číslo	Názov	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Omietka VC	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Plná pálená te	0,4300	0,8600	900,0	1800,0	9,0	0.0000
3	Omietka VC	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je hrúbka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelnej vodivosti vrstvy, C je merná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnosť vrstvy, Mi je faktor difúzneho odporu vrstvy a Ma je počiatočná zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.13 m²K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m²K/W
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.13 m²K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.13 m²K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : 5.0 C
Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 76.0 %
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHi : 50.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOTENEJ KONŠTRUKCIE :

Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla podľa STN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konštrukcie R : 0.540 m²K/W
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : **1.249 W/m²K**

Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U_{kce} : 1.27 / 1.30 / 1.35 / 1.45 W/m²K
Uvedené orientačné hodnoty platia pre rôznu kvalitu riešení tep. mostov vyjadrenú približnou prírážkou podľa poznámok k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzny odpor a tepelne akumulčné vlastnosti:

Difúzny odpor konštrukcie ZpT : 2.5E+0010 m/s
Teplotný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 83.0
Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 15.2 h

Teplota vnútorného povrchu a teplotný faktor podľa STN 730540 a STN EN ISO 13788:

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach Tsi,p : 15.93 C
Teplotný faktor v návrhových podmienkach f_{Rsi,p} : **0.728**

Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

Priebeh teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary pri výpočtových okrajových podmienkach:

rozhranie: i 1-2 2-3 e

theta [C]: 17.6 17.2 7.8 7.4
 p [Pa]: 1168 1127 704 663
 p,sat [Pa]: 2007 1959 1059 1032

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstiev, p je predpokladaný čiastočný tlak vodnej pary na rozhraní vrstiev a p,sat je čiastočný tlak nasýtenej vodnej pary na rozhraní vrstiev.

Pri vonkajšej výpočtovej teplote nedochádza v konštrukcii ku kondenzácii vodnej pary.

Množstvo difundujúcej vodnej pary Gd : 2.185E-0008 kg/(m2.s)

Poznámka: Hodnotenie difúzie vodnej pary bolo vyhotovené pre predpoklad 1D šírenia vodnej pary prevažujúcou skladbou konštrukcie. Pre konštrukcie s výraznými systematickými tepelnými mostami je výsledok výpočtu len orientačný. Presnejšie výsledky sa dajú získať pomocou 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HĽADISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

podľa STN EN ISO 13788, STN EN ISO 6946, STN 730540 a ČSN 730540
Teplo 2015

Názov úlohy : **Strop do podstrešného priestoru**
 Zakázka : ZŠ Tomášov

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Strecha dvojplášťová alebo strop pod pôdou
 Korekcia súč. prechodu tepla dU : 0.000 W/m2K

Skladba konštrukcie (od interiéru) :

Číslo	Názov	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Vápennocemento	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Železobetón	0,2500	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	Poter cementov	0,0500	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Tepelná izolácia	0,1000	0,0700	880,0	50,0	1,2	0.0000

Poznámka: D je hrúbka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelnej vodivosti vrstvy, C je merná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnosť vrstvy, Mi je faktor difúzneho odporu vrstvy a Ma je počiatočná zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.10 m2K/W
 dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.10 m2K/W
 dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.10 m2K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : -5.0 C
 Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C
 Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHi : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka[dni]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.0	50.6	1182.5	-3.5	81.5	371.5
2	28	20.0	54.6	1276.0	-0.7	80.7	465.0
3	31	20.0	56.1	1311.0	3.8	79.2	634.8
4	30	21.0	55.4	1377.0	9.3	76.6	896.9
5	31	22.0	56.5	1493.0	14.2	73.4	1188.0
6	30	22.0	60.0	1585.4	17.2	70.7	1386.7
7	31	22.0	62.0	1638.3	18.8	69.0	1496.5
8	31	22.0	61.3	1619.8	18.2	69.7	1456.0
9	30	22.0	56.3	1487.7	14.0	73.6	1175.9
10	31	21.0	55.1	1369.6	8.9	76.8	875.3
11	30	20.0	56.0	1308.7	3.5	79.3	622.3
12	31	20.0	53.0	1238.6	-1.7	80.9	429.0

Poznámka: Tai, RH_i a P_i sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary) a Te, RHe a Pe sú priem. mesačné parametre v prostredí na vonkajšej strane konštrukcie (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak vodnej pary).

Pre vnútorné prostredie sa uplatnila prirážka priemernej relatívnej vlhkosti : 0.0 %

Počiatkový mesiac pre výpočet bilancie sa stanovuje výpočtom podľa STN EN ISO 13788.

Počet hodnotených rokov : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOTENEJ KONŠTRUKCIE :

Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla podľa STN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konštrukcie R : 1.640 m²K/W

Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : **0.543 W/m²K**

Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U_k : 0.56 / 0.59 / 0.64 / 0.74 W/m²K

Uvedené orientačné hodnoty platia pre rôznu kvalitu riešení tep. mostov vyjadrenú približnou prirážkou podľa poznámok k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzny odpor a tepelne akumulčné vlastnosti:

Difúzny odpor konštrukcie Z_{pT} : 4.5E+0010 m/s

Teplotný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 185.8

Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 10.7 h

Teplota vnútorného povrchu a teplotný faktor podľa STN 730540 a STN EN ISO 13788:

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach T_{si,p} : 16.86 C

Teplotný faktor v návrhových podmienkach f_{Rsi,p} : **0.874**

Číslo mesiaca	Minimálne požadované hodnoty pri max. rel. vlhkosti na vnútorom povrchu:				Vypočítané hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	12.8	0.694	9.4	0.551	17.0	0.874	60.9
2	14.0	0.709	10.6	0.545	17.4	0.874	64.2
3	14.4	0.654	11.0	0.444	18.0	0.874	63.7
4	15.2	0.500	11.7	0.208	19.5	0.874	60.7
5	16.4	0.284	13.0	-----	21.0	0.874	60.0
6	17.4	0.034	13.9	-----	21.4	0.874	62.3
7	17.9	-----	14.4	-----	21.6	0.874	63.5
8	17.7	-----	14.2	-----	21.5	0.874	63.1
9	16.4	0.295	12.9	-----	21.0	0.874	59.9
10	15.1	0.510	11.6	0.227	19.5	0.874	60.5
11	14.4	0.658	11.0	0.452	17.9	0.874	63.7
12	13.5	0.701	10.1	0.545	17.3	0.874	62.9

Poznámka: RH_{si} je relatívna vlhkosť na vnútorom povrchu, T_{si} je teplota vnútorného povrchu a f_{Rsi} je teplotný faktor.

Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

Priebeh teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary pri výpočtových okrajových podmienkach:

rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	18.6	18.5	16.4	15.8	-3.6
p [Pa]:	1168	1150	442	349	337
p _{sat} [Pa]:	2147	2129	1859	1791	450

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstiev, p je predpokladaný čiastočný tlak vodnej pary na rozhraní vrstiev a p_{sat} je čiastočný tlak nasýtenej vodnej pary na rozhraní vrstiev.

Pri vonkajšej výpočtovej teplote nedochádza v konštrukcii ku kondenzácii vodnej pary.

Množstvo difundujúcej vodnej pary G_d : 1.954E-0008 kg/(m².s)

Bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary podľa STN EN ISO 13788:

Ročný cyklus č. 1

V konštrukcii nedochádza počas modelového roka ku kondenzácii vodnej pary.

Poznámka: Hodnotenie difúzie vodnej pary bolo vyhotovené pre predpoklad 1D šírenia vodnej pary prevažujúcou skladbou konštrukcie. Pre konštrukcie s výraznými systematickými tepelnými mostami je výsledok výpočtu len orientačný. Presnejšie výsledky sa dajú získať pomocou 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HĽADISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

podľa STN EN ISO 13788, STN EN ISO 6946, STN 730540 a ČSN 730540
Teplo 2015

Názov úlohy : **Strop nad suterénom**

Zakázka : ZŠ Tomášov

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Podlaha nad nevykur. a menej vykur. vnútorným priestorom

Korekcia súč. prechodu tepla dU : 0.000 W/m²K

Skladba konštrukcie (od interiéru) :

Číslo	Názov	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Lepidlo	0,0050	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
3	Betónová maza	0,0650	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
4	Tepelnoiz. dos	0,0200	0,0420	1270,0	15,0	21,0	0.0000
5	Železobetón	0,2500	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
6	Vápennocemento	0,0100	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je hrúbka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelnej vodivosti vrstvy, C je merná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnosť vrstvy, Mi je faktor difúzneho odporu vrstvy a Ma je počiatočná zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

Okrajové podmienky výpočtu :

Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.17 m²K/W

dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m²K/W

Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.17 m²K/W

dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.17 m²K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : 5.0 C

Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C

Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 76.0 %

Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHi : 50.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOTENEJ KONŠTRUKCIE :

Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla podľa STN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konštrukcie R : 0.716 m²K/W

Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : **0.947 W/m²K**

Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U_{kce} : 0.97 / 1.00 / 1.05 / 1.15 W/m²K

Uvedené orientačné hodnoty platia pre rôznu kvalitu riešení tep. mostov vyjadrenú približnou prirážkou podľa poznámok k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzny odpor a tepelne akumulčné vlastnosti:

Difúzny odpor konštrukcie ZpT : 5.9E+0010 m/s

Teplotný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 115.3

Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 13.8 h

Teplota vnútorného povrchu a teplotný faktor podľa STN 730540 a STN EN ISO 13788:

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach $T_{si,p}$: 16.70 C
Teplotný faktor v návrhových podmienkach $f_{Rsi,p}$: 0.780

Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

Priebeh teplôt a čiastočných tlakov vodnej pary pri výpočtových okrajových podmienkach:

rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	17.6	17.4	17.3	16.6	9.8	7.6	7.4
p [Pa]:	1168	1077	1072	1022	1003	671	663
p,sat [Pa]:	2010	1992	1976	1884	1211	1040	1030

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstiev, p je predpokladaný čiastočný tlak vodnej pary na rozhraní vrstiev a p,sat je čiastočný tlak nasýtenej vodnej pary na rozhraní vrstiev.

Pri vonkajšej výpočtovej teplote nedochádza v konštrukcii ku kondenzácii vodnej pary.

Množstvo difundujúcej vodnej pary G_d : 9.143E-0009 kg/(m².s)

Poznámka: Hodnotenie difúzie vodnej pary bolo vyhotovené pre predpoklad 1D šírenia vodnej pary prevažujúcou skladbou konštrukcie. Pre konštrukcie s výraznými systematickými tepelnými mostami je výsledok výpočtu len orientačný. Presnejšie výsledky sa dajú získať pomocou 2D analýzy.

STOP, Teplo 2015

5. PRÍLOHA č.2 – Výpočet potreby tepla na vykurovanie

Energetické hodnotenie budov						
1. Budova:		ZŠ Tomášov - aktuálny stav				
Obstavaný objem [m³]: V _b = 4 194,45		Merná plocha [m²]: = Podlahová plocha (vyhl.364/2012 Z.z.) A _b = 1 103,801				
Obytná budova nie		Priemerná konštrukčná výška vykurovaných podlaží [m]: h _{k,pr} = 3,80				
2. Merná tepelná strata prechodom tepla H _τ [W/K]						
Konštrukcia		Plocha A _i m²	U _i W/(m²K)	U _i A _i W/K	Faktor b _x	b _x U _i A _i W/K
Obvodový plášť		424,211	1,408	597,29	1,00	597,29
Deliaca priečka		53,428	1,249	66,73	0,10	6,67
Strop nad suterénom		551,901	0,947	522,65	0,50	261,32
Strecha - podstrešný priestor		551,901	0,543	299,68	0,80	239,75
Okná plast		282,285	1,352	381,65	1,00	381,65
Súčty	ΣA _i =	1863,725	5,499		Σb _x . U _i . A _i =	1 486,68
3. Započítanie vplyvu tepelných mostov: exaktne , paušálne						
		ΔU =	0,1			
Vplyv tepelných mostov [W/K]:		ΔUΣA _i =				186,37
Merná tepelná strata H _τ [W/K]:			H _τ = Σb _x . U _i . A _i + ΔUΣA _i =			1 673,05
Priemerný súčiniteľ prechodu tepla [W/(m²K)]			U _m = H _τ / Σ A _i =			0,898
4. Merná tepelná strata vetraním H _v [W/K]:						
Intenzita výmeny vzduchu v l/h n = 0,500		Dĺžka škár: Výpočet n:	749,90 0,451	H _v = 0,264 . n . V _b =		474,47
5. Merná tepelná strata H = H _τ + H _v [W/K] :					2 147,52	
6. Solárne zisky Q _s [kWh]		I _{sj}	g _{nj}	A _{nj}	Q _s = ΣI _{sj} . Σ0,50 . g _{nj} . A _{nj}	
Juh		320	0,75	103,032	12 363,84	
Východ		200	0,75	34,344	2 575,80	
Západ		200	0,75	34,344	2 575,80	
Sever		100	0,75	110,565	4 146,19	
			ΣA _{nj} =	282,285		
					Q _s =	21 661,63
7. Vnútorne zisky Q _i [kWh] Q _i = 5 . q _i . A _b					Q _i =	33 114,04
[W/m²] :		q _i = (4)	q _i = (5)	q _i = (6)	6	
Rodinný dom		Bytový dom		Verejná budova		
8. Celkové vnútorné zisky Q _i + Q _s [kWh]					Q _i + Q _s =	54 775,67
9. Potreba tepla na vykurovanie [kWh/rok]: Q _h = 82,1(H _τ +H _v)-0,95.(Q _s +Q _i)					Q _h =	124 274,63
10. Merná potreba tepla na vykurovanie [kWh/m²] : Q _{H,nd} = Q _h /A _b					Q _{H,nd} =	112,59
11. Faktor tvaru budovy ΣA _i /V _b			ΣA _i /V _b =		0,444	
			Požiadavka podľa STN 73 0540	Q _{h,nd,max} =	82,37	
				Q _{h,nd,r2} =	30,15	
				Q _{h,nd,r3} =	15,08	

Výpočet potreby tepla: Merná plocha objektu Ab: Obostavaný objem objektu Vb:	1 103,80 m² 4 194,45 m³						
	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výp. Obdobia d (dni)	31	28	31	30	31	30	31
Priemer. vonk. teplota Θ_e °C	-1,8	0,4	4,6	9,9	9,8	4,3	-0,3
Požadovaná teplota Θ_i °C	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4	18,4
Merná tepelná strata H =	2 147,52 W/K						
Tepelná strata Q_L	$D = d \cdot (\Theta_i - \Theta_e) \quad x_i = D \cdot 0,024$ $Q_L = D \cdot 0,024 \cdot H \quad (\text{kWh})$						
Spolu Q_L	32274,7	25976,4	22049,0	13142,8	13740,7	21801,6	29878,0
Vnútorné tepelné zisky Q_i (kWh)							
[W/m ²] :	$q_i = (4) \quad 0 \quad q_i = (5) \quad 0 \quad q_i = (6) \quad 6$						
Rodinný dom	Bytový dom						
Priemerný výkon $\Phi_i =$	6,62 kW						
Počet hodín trvania	744	672	744	720	744	720	744
Spolu Q_i	4927,4	4450,5	4927,4	4768,4	4927,4	4768,4	4927,4

Výpočet účinnej kolektornej plochy zasklených plôch:							
Orientácia	Fw	$g_{\perp}$	Fs.Fc.Ff	Plocha zasklenia A (m ²)			Účinná kolektorná plocha A _s (m ²)
Juh	0,9	0,75	0,50	103,03			34,77
Východ	0,9	0,75	0,50	34,34			11,59
Západ	0,9	0,75	0,50	34,34			11,59
Sever	0,9	0,75	0,50	110,57			37,32
JZ / JV	0,9	0,75	0,50	0,00			0,00
SZ / SV	0,9	0,75	0,50	0,00			0,00
Horizont.	0,9	0,75	0,50	0,00			0,00

Solárne tepelné zisky Q_s (kWh)							
Isj - juh	30,2	43,6	61,2	66,3	57,2	33,1	28,4
Solárne tep. zisky Q_s (juh)	1050,2	1516,1	2128,1	2305,5	1989,0	1151,0	987,6
Isj - východ	14,9	24,5	42,0	59,1	32,2	15,4	11,8
Solárne tep. zisky Q_s (východ)	172,7	284,0	486,8	685,0	373,2	178,5	136,8

Isj - západ	14,9	24,5	42,0	59,1	32,2	15,4	11,8
Solárne tep. zisky Qs (západ)	172,7	284,0	486,8	685,0	373,2	178,5	136,8
Isj - sever	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Solárne tep. zisky Qs (sever)	339,6	515,0	750,0	1015,0	541,1	313,5	253,7
Isj - JV / JZ	22,7	33,8	50,9	62,0	44,8	24,9	20,8
Solárne tep. zisky Qs (JV / JZ)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Isj - SV / SZ	10,2	16,1	26,8	41,6	18,3	9,6	7,4
Solárne tep. zisky Qs (SV / SZ)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Isj - horizont.	22,2	38,6	71,4	108,2	55,0	26,2	18,4
Solárne tep. zisky Qs (horizont.)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Solárne zisky spolu Qs	1735,1	2599,0	3851,8	4690,5	3276,6	1821,5	1514,9

Celkové vnútorné zisky Qg = Qi + Qs (kWh)							
Tepelné zisky spolu Qg	6662,5	7049,6	8779,2	9458,9	8203,9	6589,9	6442,2

Faktor využitia tepelných ziskov η:							
γ - pomer tep. ziskov a strát	0,21	0,27	0,40	0,72	0,60	0,30	0,22
C - vnútorná tep. kapacita (J/K.m ²)	165000	165000	165000	165000	165000	165000	165000
T - časová konštanta budovy	23,56	23,56	23,56	23,56	23,56	23,56	23,56
α_0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
T ₀	15	15	15	15	15	15	15
α	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57
η	0,986	0,974	0,941	0,826	0,873	0,967	0,985

Potreba tepla na vykurovanie Qh - mesačná: (kWh)							
Qh (kWh)	25704,1	19108,3	13784,4	5331,3	6580,3	15427,0	23534,1

Potreba tepla na vykurovanie Qh - ročná: (kWh/rok)							
---	--	--	--	--	--	--	--

Qh=

109469,48

kWh/rok/celý objekt

$$Q_h = \sum_n Q_{hn}$$

Merná potreba tepla na vykurovanie [kWh/m²] : $Q_{EP} = Q_h / A_b$

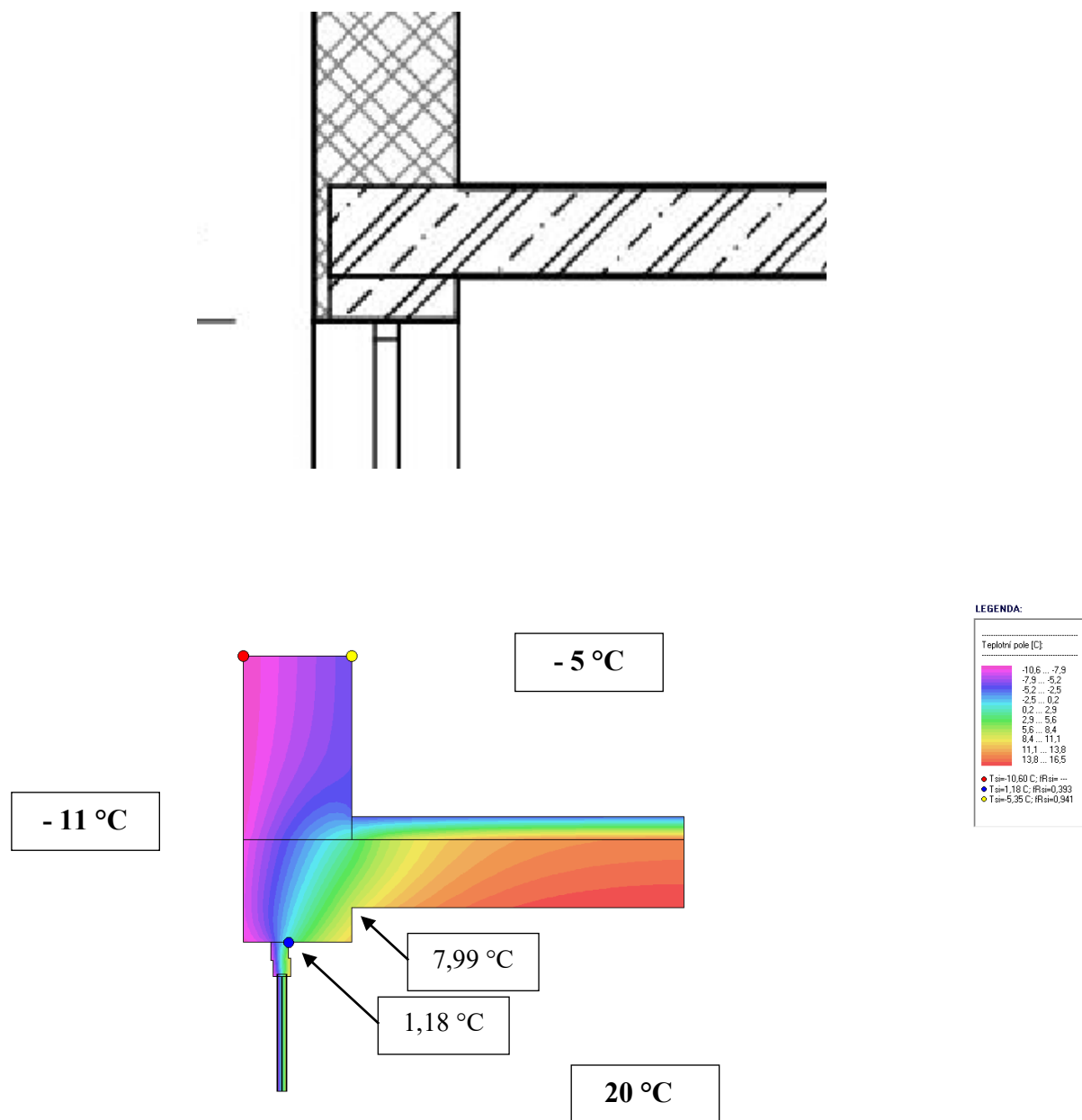
Q_{EP} = 99,17

Faktor tvaru budovy $\Sigma A_i / V_b$:

$\Sigma A_i / V_b = 0,444$

6. PRÍLOHA č.3 – Výpočet pomocou dvojrozmerných polí

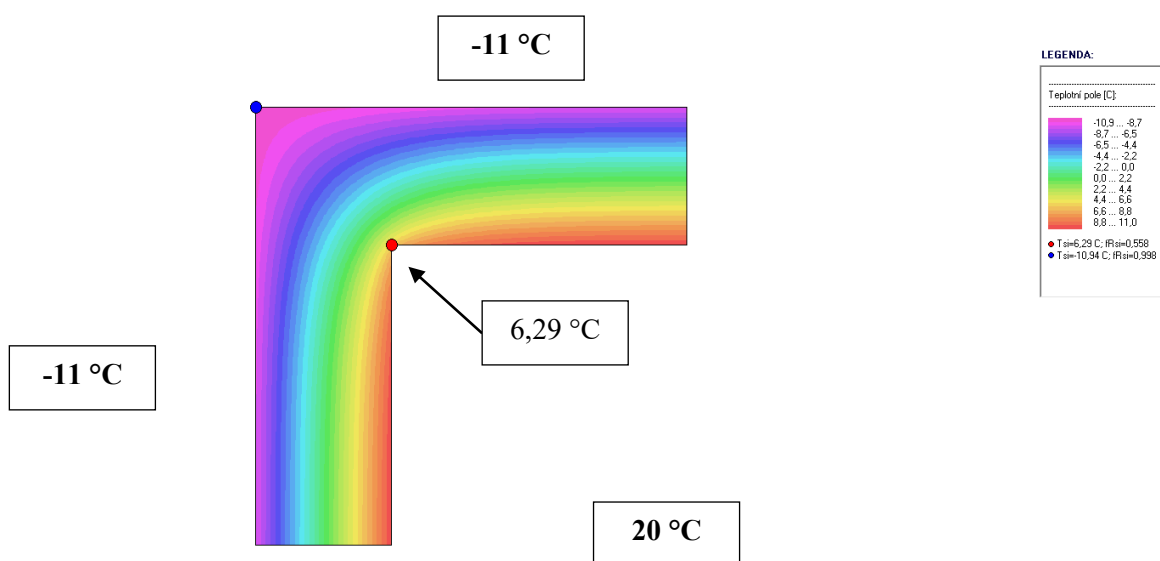
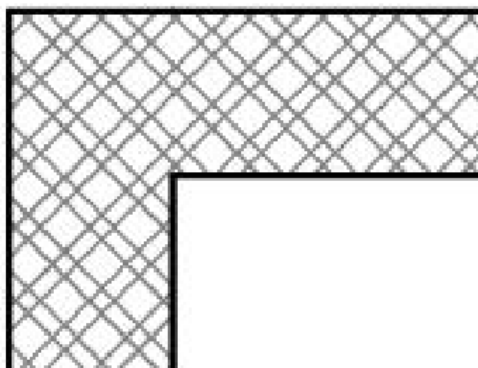
Zvislý rez obvodovým plášťom, strešnou konštrukciou a nadpražím – vodorovné kúty



$7,99\text{ °C} < 13,12\text{ °C} \Rightarrow$ **nevyhovuje**

$1,18\text{ °C} < 9,26\text{ °C} \Rightarrow$ **nevyhovuje**

Vodorovný rez nárožím obvodového pláště – zvislý kút



$6,29\text{ °C} < 13,26\text{ °C} \Rightarrow \text{nevyhovuje}$

7. PRÍLOHA č.4 – Posúdenie tepelnej stability

TEPELNÁ STABILITA MIESTNOSTI V LETNOM OBDOBÍ

Pre posúdenie bola identifikovaná kritická miestnosť č.2.10 učebňa na 2. nadzemnom podlaží s vnútornými rozmermi 6,19 x 8,76 m a svetlou výškou miestnosti 3,25 m.

podľa STN 73 0540

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Teplotní oblast: B Souč. přestupu h,e: 15.0 W/m²K
Návrh.teplota int.vzduchu Tai: 21.0 C Souč. přestupu h,i: 10.0 W/m²K

Měrné objemové teplo vnitřního vzduchu: 1217.0 J/m³K
Jiné trvalé tepelné zisky či ztráty v místnosti: 50 W
Objem vzduchu v hodnocené místnosti: 123.4 m³
Násobnost výměny vzduchu: 0.5 1/h

Jednotlivé konstrukce v místnosti:

Konstrukce číslo 1 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Obvodová
Plocha konstrukce: 20.12 m² Pohltivost vnějšího povrchu: 0.00

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Plná pálená tehla	0.4300	0.860	900.0	1800.0
2	Omítká	0.0200	0.990	790.0	2000.0

Teplotní útlum: 58.15 Fázové posunutí: 13.88 h
Tepelná energie akumulovaná v konstrukci: 286100896.0 J
Orientace kce: Z

Konstrukce číslo 2 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Obvodová
Plocha konstrukce: 11.30 m² Pohltivost vnějšího povrchu: 0.00

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Plná pálená tehla	0.4300	0.860	900.0	1800.0
2	Omítká	0.0200	0.990	790.0	2000.0

Teplotní útlum: 58.15 Fázové posunutí: 13.88 h
Tepelná energie akumulovaná v konstrukci: 160682912.0 J
Orientace kce: J

Konstrukce číslo 3 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Vnitřní neochlazovaná
Plocha konstrukce: 48.56 m²

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Plná pálená tehla	0.1500	0.860	900.0	1800.0
2	VC omítká	0.0200	0.990	790.0	2000.0

Tepelná energie akumulovaná v konstrukci: 129760968.0 J

Konstrukce číslo 4 ... Neprůsvitná kce

Typ konstrukce: Obvodová
Plocha konstrukce: 54.22 m² Pohltivost vnějšího povrchu: 0.00

vrstva č.	Název	d [m]	Lambda [W/mK]	M.teplo [J/kgK]	M.hmotnost [kg/m ³]
1	Železobeton	0.2500	1.580	1020.0	2400.0
2	Cementový poter	0.0500	1.160	840.0	2000.0

3	Min. vlna	0.1000	0.070	880.0	50.0
Teplotní útlum:		167.00	Fázové posunutí:	10.48 h	
Tepelná energie akumulovaná v konstrukci:				785862784.0 J	
Orientace kce:		H			

Konstrukce číslo 5 ... Okno 1

Typ konstrukce:	Okenní vnější		
Plocha konstrukce:	17.17 m2	Propustnost sl. záření Tau:	0.75
Orientace kce:	J		

VÝSLEDKY VYŠETŘOVÁNÍ TEPELNÉ STABILITY V LETNÍM OBDOBÍ:

Výpočet podle metodiky STN 73 0540:

Tepelná energie akumulovaná v neosluněných konstrukcích: 341.366 kWh/den

Kce č.	Název	Energie sl. záření [kWh/m ² ,den]	Tep.zisk [kWh]
1	Neprůsvitná kce	2779.0	2706.61
2	Neprůsvitná kce	2603.0	1520.12
4	Neprůsvitná kce	5125.0	2788.61
5	Okno 1	2603.0	33520.13

Tepelný zisk průsvitnými konstrukcemi Q_s: 33.520 kWh
 Tepelný zisk neprůsvitnými konstrukcemi Q_e: 7.015 kWh
 Tepelný zisk od vnitřních zdrojů Q_i: 1.200 kWh
 Tepelná ztráta větráním Q_v: 0.713 kWh
 (při délce větrání 8 h při vnější teplotě nižší než vnitřní o 4 °C dle čl. 12.1.5 STN 73 0540)
 Celkový denní tepelný zisk Q: 41.023 kWh

Nejvyšší denní vzestup teploty Delta T_{a,max} : 2.7 °C

Najvyšší denný vzostup teploty Δ T_{a,max}: 2,70 °C

Maximálna teplota v miestnosti: Q_{AI,max} = 20,00 + 2,70 = 22,70 °C

Požiadavka normy: Q_{AI,max,N} = 26,00 °C

22,70 °C ≤ 26,00 °C => **vyhovuje**