



Ing. Peter Mihálka, PhD. TOB Projekt
Autorizovaný stavebný inžinier – stavebná fyzika
Odborne spôsobilá osoba pre energetickú certifikáciu budov
Tepelná ochrana stavebných konštrukcií a budov

Sídlo firmy a korešpondenčná adresa:
Gorkého 17/10
Prievidza
971 01

tel.: 0907 246 416
e-mail: tobprojekt@gmail.com
www.tobprojekt.sk

Projektové energetické hodnotenie k stavebnému povoleniu

v zmysle Zákona č. 555/2005 Z.z. v neskoršom znení Zákona č. 300/2012 Z.z.
a vyhl. 364/2012 Z.z. v neskoršom znení Vyhl. 324/2016 Z.z.

Tepelnotechnické posúdenie

podľa STN 730540-2Z1+Z2/2019 a súvisiacich noriem

Názov stavby:
Dostavba pavilónu Základnej školy Miloslavov

Miesto stavby:
Miloslavov, areál ZS Miloslavov, Alžbetin Dvor, parc.č. 221/5, 221/6

Investor:
Obec Miloslavov

Zodpovedný projektant:
Ing. Andrej Marcík, M PRO, s.r.o., Kadnárova 23, 831 52, Bratislava

Autor posudku:
Ing. Peter Mihálka, PhD., Ing. Andrej Marcík – tepelná ochrana budov
Ing. Zalmai Masodi – vykurovanie a príprava teplej vody
Ing. Vierošlava Dubovanová – osvetlenie

Dátum spracovania: December 2019

1. IDENTIFIKAČNÉ ÚDAJE

Názov projektu : Dostavba pavilónu Základnej školy Miloslavov

Adresa : Miloslavov, areál ZS Miloslavov, Alžbetin Dvor, parc.č. 221/5, 221/6

Investor : Obec Miloslavov

Generálny projektant : M PRO, s.r.o., Kadnárova 23, 831 52, Bratislava

Spracovateľ : Tepelná ochrana budov - Ing. Peter Mihálka, PhD., Ing. Andrej Marcík
Vykurovanie a príprava teplej vody – Ing. Zalmi Masodi
Osvetlenie – Ing. Vierošlava Dubovanová

Dátum vyhotovenia : 12/2019

Tepelnotechnické posúdenie bolo spracované na základe poskytnutej projektovej dokumentácie spracovanej spracovateľom uvedenom v bode 1. Na projektovú dokumentáciu sa uplatňujú požiadavky STN 730540-221+Z2/2019 pre obdobie výstavby od 1.1.2016 (citovaná zmena normy nadobudla účinnosť 1.7.2019) a Vyhl.364/2012 Z.z. v neskoršom znení a doplnení Vyhl.324/2016 Z.z.. Stavebné povolenie musí byť vydané do 31.12.2020, po uvedenom termíne nadobudne účinnosť prísnejšia časť legislatívy. V zmysle objednávky medzi zhotoviteľom projektovej dokumentácie a investorom je objekt projektovaný na zatriedenie do energetickej triedy A1 podľa globálneho ukazovateľa.

Podľa Vyhl.364/2012 Z.z. § 5, 3) Minimálnou požiadavkou na energetickú hospodárnosť nových budov postavených po 31. decembri 2015 je horná hranica energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ; významne obnovovaná budova musí túto požiadavku splniť ak je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné.

Podľa STN 730540-221+Z2/2019 bodu 3.2.3 musia splniť normalizované požiadavky aj významne obnovované budovy. Ak to nie je funkčne, technicky a ekonomicky uskutočniteľné, musia spĺňať stavebné konštrukcie, na ktorých sa uskutočňuje významná obnova, aspoň minimálne požiadavky na energeticky úsporné budovy.

Na zlepšenie tepelného komfortu v letnom a prechodnom období budú inštalované exteriérové tieniace prvky.

Projektová dokumentácia nepredpisuje konkrétny typ kontajnerového systému a tak nie je známe ani riešenie stavebných detailov daného typu kontajnerového systému, z tohto dôvodu nebolo možné spracovať tepelnotechnické posúdenie stavebných detailov t.j. preukázanie požiadavky STN 730540-221+Z2/2019 na minimálnu povrchovú teplotu. Projektované je len ideové riešenie s použitím kontajnerov. V dokumentácii dodávateľa kontajnerového systému tak bude potrebné zabezpečiť kompletné tepelnotechnické posúdenie všetkých stavebných detailov, posúdenie musí preukázať plnenie požiadavky STN 730540-221+Z2/2019 na minimálnu povrchovú teplotu, tepelnoizolačných vlastností fragmentov stavebných konštrukcií konkrétneho kontajnerového systému ako aj plnenie požiadavky na šírenie vlhkosti. Toto posúdenie hodnotí len ideový návrh na základe poskytnutej projektovej dokumentácie. V dokumentácii dodávateľa bude potrebné pre konkrétny typ kontajnerového systému zabezpečiť aj tepelnotechnické posúdenie fragmentov stavebných konštrukcií na tepelnoizolačné vlastnosti a šírenie vlhkosti. Posúdenie uvedené v tomto dokumente má len informatívny charakter.

Toto posúdenie sa nevyjadruje k nákladovej efektívnosti vynaložených finančných prostriedkov ani ku kompatibilitate jednotlivých vrstiev.

Tento posudok sa nevyjadruje k žiadnym iným skutočnostiam.

Súhlas na citovanie technických noriem udelil Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky pod č. UNMS/00702/2019-702/003011/2019.

2. ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Predmetom tejto projektovej dokumentácie je novostavba objektu základnej školy. Budova bude dvojpodlažná.

3. ÚDAJE O OBVODOVOM PLÁŠTI NADSTAVBY

Parametre obvodového plášťa boli stanovené na základe projektovej dokumentácie spracovanej spracovateľom projektovej dokumentácie.

Obvodové steny kontajnerového systému: sadrokartón, parotesná vrstva, minerálna vlna hr.120mm vložená v konštrukcii kontajnera, plech, zateplenie kontaktným zatepľovacím systémom na báze minerálnej vlny hr.200mm. Konštrukcia obsahuje parotesný pech vnútri skladby, za podmienok výpočtu dochádza ku kondenzácii vodnej pary na plechu. V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné venovať zvýšenú pozornosť vhodnému návrhu parotesnej vrstvy a vhodnému riešeniu stykov parotesnej vrstvy zo strany interiéru. Podľa STN 730540-2Z1+Z2/2019 skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. V dokumentácii dodávateľa sa požaduje navrhnuť také riešenie ktoré bezpečne eliminuje kondenzáciu vodnej pary na plechu. Napr. sa odporúča nahradiť trapézový plech paropriepustným materiálom, napr. cementovláknitými doskami, prípadne dostatočne perforovať plech čím by sa znížil jeho difúzny odpor, alebo použiť iný paropriepustný materiál namiesto plechu. Plech je nevyhnutné opatriť permanentným protikoróznym prípravkom! Posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v prílohe má preto len informatívny charakter a keďže v prípade kontajnerovej konštrukcie sa jedná o systémový prvok, návrh zámeny trapézového plechu za iný materiál, prípadne návrh perforácie plechu je nevyhnutné spracovať dodávateľom stavby. Pokiaľ by bol použitý trapézový plech bez dostatočnej perforácie, mohlo by dochádzať na interiérovej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a skondenzovaná vodná by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. **V dielenskej dokumentácii dodávateľa je preto potrebné zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie skladby podľa systémového prvku dodávateľa, posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v tomto posúdení má len informatívny charakter.**

Strešná konštrukcia kontajnerovej nadstavby – sadrokartón, parotesná vrstva (projektová dokumentácia neuvádza konkrétny typ ani vlastnosti), minerálna vlna hr.200mm, trapézový plech ako systémový prvok kontajneru. Požaduje sa zabezpečiť dostatočné perforovanie trapézového plechu aby nedochádzalo ku kondenzácii vodnej pary zo spodnej strany plechu. Trapézový plech je potrebné opatriť permanentnou protikoróznou ochranou. Následne bude dodatočne aplikovaná tepelnoizolačná vrstva na z minerálnej vlny hr.280mm. Návrh vhodnej perforácie trapézového plechu je potrebné spracovať v dielenskej dokumentácii dodávateľa a výpočtom preukázať elimináciu kondenzácie vodnej pary aj riziko oxidácie oceľových prvkov. Štandardne je trapézový plech s výnimkou stykov parotesný a vtedy by za podmienok výpočtu dochádzalo ku kondenzácii vodnej pary na plechu, zo spodnej strany. V prípade kontajnerov je potrebné použiť trapézový plech ktorý je dostatočne perforovaný aby sa zabránilo kondenzácii vodnej pary resp. k nárastu relatívnej vlhkosti na plechu aby nedochádzalo ku korózii či k rastu plesní pod plechom na minerálnej vlne. Napríklad sa požaduje dostatočne perforovať trapézový plech s cieľom znížiť jeho difúzny odpor, prípadne nahradiť plech iným prvkom s nižším difúznym odporom. V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné venovať zvýšenú pozornosť návrhu dostatočnej perforácie trapézového plechu ako aj vhodnému návrhu parotesnej vrstvy a vhodnému riešeniu stykov parotesnej vrstvy zo strany interiéru. Podľa STN 730540-2Z1+Z2/2019 skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. V realizačnej dokumentácii alebo v dielenskej dokumentácii sa požaduje navrhnuť také opatrenie ktoré zabráni kondenzácii vodnej pary na plechu, takisto je potrebné zabrániť korózii v skladbe konštrukcie vplyvom vyššej relatívnej vlhkosti pod plechom. Plech a kovové prvky je potrebné opatriť permanentnou protikoróznou úpravou. Posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v prílohe má preto len informatívny charakter a keďže v prípade kontajnerovej konštrukcie sa jedná o systémový prvok, návrh zámeny trapézového plechu za iný materiál, prípadne návrh perforácie plechu je nevyhnutné spracovať dodávateľom stavby. Pokiaľ by bol použitý trapézový plech bez perforácie, mohlo by dochádzať na spodnej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a skondenzovaná vodná by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie, zvýšená relatívna vlhkosť pod plechom môže spôsobovať koróziu kovových prvkov. **V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie skladby podľa systémového prvku dodávateľa.** V prílohe je orientačne posúdené šírenie vlhkosti za predpokladu použitia trapézového plechu bez perforácie a následne s potrebou perforáciou plechu.

Podlaha kontajnerov na styku s terénom – nášľapné vrstvy, samonivelačná vrstva, betónový poter hr.55mm, parotesná vrstva bez udania typu, XPS hr.120mm, trapézový plech, dodatočné zateplenie XPS hr.200mm, štrk. Z podložia bude dochádzať k difúzii vodnej pary čo môže viesť k nárastu relatívnej vlhkosti prípadne povrchovej kondenzácii. V dokumentácii dodávateľa bude potrebné navrhnuť vhodný systém na elimináciu rizika oxidácie kovových prvkov.

Pre použité stavebné materiály sa požadujú nasledovné limitné hodnoty tepelnoizolačných vlastností:

Minerálna vlna použitá v kontaktnom zatepľovacom systéme

- deklarovaná hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda_D \leq 0.035 \text{ W/m.K}$
- návrhová hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda \leq 0.043 \text{ W/m.K}$

Minerálna vlna použitá v systémovom prvku kontajnerovej obv.steny

- deklarovaná hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda_D \leq 0.035 \text{ W/m.K}$
- návrhová hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda \leq 0.040 \text{ W/m.K}$

Minerálna vlna použitá v zateplení podstrešných priestorov

- deklarovaná hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda_D \leq 0.035 \text{ W/m.K}$
- návrhová hodnota súčiniteľa tepelnej vodivosti $\lambda \leq 0.043 \text{ W/m.K}$

Parotesná vrstva

- v projektovej dokumentácii nie je špecifikovaný typ parotesnej vrstvy. Tú bude potrebné upresniť v dokumentácii dodávateľa v závislosti od zvoleného systémového prvku kontajnera. Požaduje sa prelepenie všetkých stykov parotesnej vrstvy s okolitou konštrukciou vhodnou parotesnou lepiacou páskou. Nakoľko projektová dokumentácia neobsahovala návrh parotesnej vrstvy ani konkrétnu špecifikáciu kontajnerového systému, posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v prílohe má len informatívny charakter a slúži výlučne na ilustráciu nutnosti venovať pozornosť problematike šírenia vlhkosti v dokumentácii dodávateľa.
- v skladbách stavebných konštrukcií kontajnerovej stavby (strecha a obvodová stena) sa nachádza vo vnútri konštrukcie parotesná vrstva – plech. Plech je aj na v konštrukcii podlahy nad terénom. Uvedené spôsobuje za podmienok výpočtu kondenzáciu vodnej pary pod plechom čo môže mať za následok oxidáciu plechu resp. degradáciu. Je preto potrebné v dokumentácii dodávateľa konkrétneho typu kontajnerov venovať zvýšenú pozornosť správne návrhu a realizácii parotesnej vrstvy spolu so stykmi. V tomto posúdení sa odporúča znížiť difúzny odpor plechu a to buď jeho dostatočnou perforáciou, alebo náhradou za paropriepustnejší vlhkosťou nedegradovateľný materiál, napr.cementovláknité dosky a pod.
- **posúdenie šírenia vlhkosti jednotlivých skladieb uvedené v prílohe má preto len informatívny charakter a v dokumentácii dodávateľa bude potrebné zabezpečiť posúdenie všetkých stavebných konštrukcií zvoleného kontajnerového systému**

Pozn: deklarované hodnoty sú obvykle uvádzané v technických listoch stavebných materiálov, nezohľadňujú vplyv vlhkosti a zabudovania na zhoršenie tepelnoizolačných vlastností stavebného materiálu. V návrhových hodnotách súčiniteľa tepelnej vodivosti je uvedený vplyv zohľadnený. Nakoľko sa však v technických listoch stavebných materiálov uvádzajú predovšetkým deklarované hodnoty, pri voľbe konkrétneho stavebného materiálu je potrebné riadiť sa požiadavkami na deklarované hodnoty ktoré sú uvedené v tomto posúdení a v projektovej dokumentácii. Návrhové hodnoty boli použité pri tepelnotechnickom posúdení obalového plášťa a pri výpočte potreby tepla na vykurovanie.

Tepelnotechnické parametre všetkých uvedených konštrukcií sú uvedené v teplototechnickom výpočte. Vo výpočte sú uvedené len tie vrstvy ktoré majú význam pri teplototechnickom posúdení v zmysle STN 730540, výpočet podľa STN EN ISO 6946.

Otvorové konštrukcie:

V existujúcej časti zostávajú zabudované pôvodné otvorové konštrukcie pozostávajúce z plastových rámov, zasklenie izolačným dvojsklom.

V prístavbe budú osadené okná, dvere a zasklené steny s plastovými rámami, zasklenie izolačným trojsklom. Je potrebné použiť dištančný rámik s vylepšenými tepelnoizolačnými vlastnosťami, napr. SWISSPACER. Požadované maximálne hodnoty pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020.

Okenné rámy plastové:

$$U_f \leq 0,96 \text{ W/m}^2\text{K}$$

(napr. Slovaktual Passiv HI, Rehau Geneo a pod.)

Celková priepustnosť slnečného žiarenia $g > 0,50$ (-)

Dištančná lišta:

$$\Psi_g = \text{max. } 0,06 \text{ W/m.K (SWISSPACER ULTIMATE a pod.)}$$

Celé okno:

$$U_w \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K pre všetky okná s plochou nad } 1,8 \text{ m}^2,$$

všetky menšie okná však musia byť vyrobené

z komponentov ktoré uvedenú požiadavku spĺňajú

V prípade že sa na budovu budú uplatňovať požiadavky STN 730540-221+22/2019 pre obdobie výstavby od 1.1.2021, t.j. v prípade nestihnúť termínov, bude potrebné zabezpečiť plnenie U_w max. $0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Tepelnotechnické parametre všetkých uvedených konštrukcií sú uvedené v teplototechnickom výpočte. Vo výpočte sú uvedené len vrstvy ktoré majú význam pri teplototechnickom posúdení v zmysle STN 730540, výpočet podľa STN EN ISO 6946. Skladby stavebných konštrukcií v tomto posúdení preto neobsahujú detailnú špecifikáciu všetkých vrstiev a prvkov ale len tých častí ktoré sú potrebné na tepelnotechnické posúdenie.

4. POŽIADAVKY STN 73 0540-2Z1+Z2 (2019)

Riešený objekt sa nachádza v obci Miloslavov, čomu podľa STN 73 0540-3 (2012) zodpovedá vonkajšia výpočtová teplota $\theta_e = -11^\circ\text{C}$ a relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu $\varphi_e = 83\%$. STN 730540-3/2012 uvádza v tabuľke č.1 návrhové hodnoty vnútornej teploty a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu. Vnútorné prostredie je definované teplotou vnútorného vzduchu počas vykurovacej sezóny teplotu $\theta_{ai} = 20^\circ\text{C}$ a relatívnou vlhkosťou vnútorného vzduchu $\varphi_{ai} = 50\%$. Požiadavky a okrajové podmienky na ostatné miestnosti sú definované v STN 730540-3 z r.2012 podľa typu priestoru a prevádzky.

Súhlas na citovanie technických noriem udelil Úrad pre normalizáciu, metrológiu a skúšobníctvo Slovenskej republiky pod č. UNMS/00702/2019-702/003011/2019.

Energetické kritérium

Pri hodnotení budov z hľadiska potreby tepla na vykurovanie sa vychádza z metodiky opísanej v STN EN ISO 13790 ktorá bola nahradená STN EN ISO 52016-1 a STN EN ISO 13790 NA.

Hodnotenie podľa STN 730540-2Z1+Z2 (2019) hodnotí mernú potrebu tepla $Q_{H,nd}$ pri neprerušovanom vykurovaní.

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

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

kde

$Q_{H,nd,N}$ je normalizovaná hodnota menej potreby tepla v $\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{rok})$ alebo v $\text{kWh}/(\text{m}^3.\text{rok})$ podľa tabuľky 9 v STN 73 0540-2Z1+Z2/2019 ,

$Q_{H,nd}$ merná potreba tepla stanovená podľa bodu 8.1.3 STN 730540-2 resp. STN EN ISO 13790 NA v $\text{kWh}/(\text{m}^3.\text{rok})$

Súčiniteľ prechodu tepla a tepelný odpor konštrukcie

S ohľadom na splnenie podmienok tepelnej pohody v miestnosti v zimnom období a splnenie energetických požiadaviek musia mať steny, strechy, stropy a podlahy vykurovaných alebo klimatizovaných bytových a nebytových (občianskej výstavby) budov v priestoroch s relatívnou vlhkosťou $\varphi_i \leq 80\%$ taký súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U , alebo tepelný odpor konštrukcie R , aby bola splnená podmienka

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

kde

U_N je normalizovaná hodnota súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie vo $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$; normalizované hodnoty U_N sú pre bytové a nebytové (občianske) budovy uvedené v tabuľke 1 v STN 73 0540-2; U_N sú určené z hodnôt R_N a z príslušných odporov pri prestupe tepla na vnútornom a vonkajšom povrchu R_{si} a R_{se} podľa STN 73 0540-3, podľa vzťahu:

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

kde

R je normalizovaná hodnota tepelného odporu v $\text{W}/(\text{m}^2.\text{K})$; normalizované hodnoty R_N sú v normatívnej prílohe A, v STN 73 0540-2

Vonkajšie okná a dvere bytových a nebytových (občianskej výstavby) budov musia mať súčiniteľ prechodu tepla konštrukciou

$$U_w \leq U_{w,N}, \text{ požiadavky sú uvedené v STN 730540-2Z1+Z2/2019}$$

Najnižšia povrchová teplota

Steny, stropy a podlahy v priestoroch 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 vznik plesní

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

kde

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

- $\theta_{si,80}$ kritická povrchová teplota na vznik plesní zodpovedajúca 80% relatívnej vlhkosti vzduchu v tesnej blízkosti vnútorného povrchu stavebnej konštrukcie pri teplote vnútorného vzduchu θ_{ai} a relatívnej vlhkosti vzduchu φ_i ; pre normalizované podmienky vnútorného vzduchu podľa STN 73 0540-3 pri teplote vnútorného vzduchu $\theta_{ai} = 20^\circ\text{C}$ a relatívnej vlhkosti vnútorného vzduchu $\varphi_i = 50\%$ je $\theta_{si,80} = 12,6^\circ\text{C}$
- $\Delta\theta_{si}$ bezpečnostná prirážka zohľadňujúca spôsob vykurovania miestnosti a spôsob užívania miestnosti, ktorá sa určí podľa tabuľky 4 v STN 73 0540-2

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

$$\theta_{si,w} > \theta_{si,w,N} = \theta_{dp}$$

S ohľadom na vylúčenie kondenzácie vodnej pary na zasklení, neodporúča sa v miestnostiach s dlhodobým pobytom ľudí používať dištančné lišty z hliníka.

Okrajové podmienky pre posudzované konštrukcie boli uvažované:

- pre exteriér:
 - vonkajšia teplota vzduchu $\theta_e = -11^\circ\text{C}$, podľa STN 73 0540;
 - vonkajšia relatívna vlhkosť $\varphi_e = 83\%$, pre zimné obdobie podľa STN 73 0540;
 - súčiniteľ prestupu tepla na vonkajšom povrchu konštrukcie $h_e = 23 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$) podľa STN 73 0540;
- pre interiér:
 - vnútorná teplota vzduchu $\theta_{ai} = 20^\circ\text{C}$;
 - vnútorná relatívna vlhkosť $\varphi_i = 50\%$;
 - súčiniteľ prestupu tepla na vnútornom povrchu konštrukcie
 - $h_i = 10 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$) – smer tep. toku je nahor
 - $h_i = 8 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$) – smer tep. toku je vodorovne
 - $h_i = 6 \text{ W/m}^2\text{K}$, ($R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$) – smer tep. toku je nadol
 podľa STN 73 0540-3;

Intenzita výmeny vzduchu v miestnosti

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

$$n \geq n_N$$

kde n_N je požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu v 1/h.

Ak nie je splnená požiadavka na intenzitu výmeny vzduchu v miestnosti prirodzenou infiltráciou, treba zabezpečiť výmenu vzduchu iným spôsobom.

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

Škárová prievzdušnosť

Škárky v stavebných konštrukciách musia mať nulový súčiniteľ škárovej prievzdušnosti.

Na zamedzenie kondenzácie vodnej pary v škáre styku otvorovej konštrukcie s okolitou konštrukciou má byť tesnenie s nulovým súčiniteľom škárovej prievzdušnosti na vnútornej strane škáry.

Preukázanie predpokladu dosiahnutia plnenia energetickej hospodárnosti budovy

Podľa článku 8.2.2 zo STN 730540-ZZ1+ZZ2/2019 Budovy spĺňajú kritérium minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov, ak majú v závislosti od kategórie budovy potrebu tepla na vykurovanie:

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

kde $Q_{N,EP}$ je normalizovaná hodnota potreby tepla na vykurovanie na dosiahnutie energetickej hospodárnosti budovy, v $\text{kWh}/(\text{m}^2\cdot\text{a})$ podľa tabuľky 14 v STN 730540

kde:

Q_{EP} - potreba tepla na vykurovanie na preukázanie splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy, v kWh/(m²·a).

Šírenie vlhkosti v konštrukcii

Skondenzované množstvo vodnej pary v konštrukcii

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

$$M_c = 0 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{a)}$$

kde M_c je celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary v konštrukcii, v kg/(m²·a).

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: $M_c \leq 0,1 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{a)}$

– pre ostatné konštrukcie: $M_c \leq 0,5 \text{ kg/(m}^2\cdot\text{a)}$

Celoročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary vo vnútri konštrukcie

V stavebnej konštrukcii s pripustenou obmedzenou kondenzáciou vodnej pary vo vnútri konštrukcie sa nesmie ročnou bilanciou skondenzovanej a vyparenej vodnej pary preukázať žiadne zostávajúce skondenzované množstvo vodnej pary, ktoré by dlhodobo zvyšovalo vlhkosť konštrukcie. Ročné množstvo skondenzovanej vodnej pary vo vnútri konštrukcie M_c , v kg/(m²·a), musí byť nižšie ako ročné množstvo vodnej pary, ktorá sa môže vypariť M_{ev} , v kg/(m²·a). Ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary je priaznivá: $M_c < M_{ev}$

kde M_{ev} je celoročné množstvo vyparenej vodnej pary, v kg/(m²·a).

Ostatné požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019 sú uvedené v citovanej norme.

5. PLNENIE POŽIADAVIEK NA ENERGETICKÉ KRITÉRIUM

Plnenie požiadavky na energetické kritérium podľa STN 730540-2Z1+Z2/2019 je uvedené v prílohe. Plochy obalových konštrukcií, merná plocha a obostavaný objem budovy boli stanovené z vonkajších rozmerov budovy. Obostavaný objem je vymedzený spodnou hranou tepelnoizolačnej vrstvy nad existujúcim 1NP a hornou hranou tepelnoizolačnej vrstvy strechy. Vplyv tepelných mostov bol zohľadnený paušálne.

Celková podlahová plocha bola stanovená v zmysle Vyhl.364/2012 Z.z. v neskoršom znení Vyhl.324/2016 Z.z., § 1, (7). Celková podlahová plocha podlaží s upravovaným vnútorným prostredím miestností sa určí z vonkajších rozmerov budovy bez zohľadnenia miestnych vystupujúcich konštrukcií, najmä ríms, miestnych zmenšení hrúbky obvodového plášťa a plochy balkónov, lodžií a terás. Ak svetlá výška miestností prechádza cez dve štandardné podlažia alebo viac takýchto podlaží, najmä schodištia a galérie, celková podlahová plocha podlažia sa vyráta ako súčet podlahovej plochy miestnosti a plôch, ako keby miestnosť bola v rovine každého podlažia rozdelená horizontálnou konštrukciou.

Parametre budovy

Celková podlahová plocha	$A_c =$	771.88	m ²
Obostavaný objem	$V_c =$	2 998.75	m ³
Plocha teplovýmenného obalu budovy	$A_E =$	1 397.60	m ²
Faktor tvaru	$f =$	0.466	1/m
Potreba tepla na vykurovanie (3422 dennost.)	$Q_{H,nd1} =$	17 517.30	kWh/a
Merná potreba tepla na vykurovanie	$Q_{H,nd1} =$	22.69	kWh/(m ² ·a)
	$Q_{H,nd2} =$	5.84	kWh/(m ³ ·a)

Požiadavky STN 730540-2Z1+Z2 (2019), bod 8.1.2., tab. 9

Popis	hodnota	vyhodnotenie
-------	---------	--------------

Maximálna hodnota	$Q_{H,nd,max1} =$	84.23	kWh/(m ² .a)	vyhovuje	✓
	$Q_{H,nd,max2} =$	30.11	kWh/(m ³ .a)	vyhovuje	✓

Záver:

Budova spĺňa požiadavku na en.kritérium - maximálna hodnota požadovaná pre obnovované budovy

Normalizovaná (požadovaná) hodnota	$Q_{H,nd,N1} =$	61.85	kWh/(m ² .a)	vyhovuje	✓
- požadovaná do 31.12.2015	$Q_{H,nd,N2} =$	22.11	kWh/(m ³ .a)	vyhovuje	✓

Záver:

Budova spĺňa požiadavku na en.kritérium - normalizovaná hodnota požadovaná pre nové a obnovované budovy pre obdobie výstavby do 31.12.2015

Odporúčaná hodnota	$Q_{H,nd,r1,1} =$	29.00	kWh/(m ² .a)	vyhovuje	✓
- požadovaná od 1.1.2016	$Q_{H,nd,r1,2} =$	11.05	kWh/(m ³ .a)	vyhovuje	✓

Záver

Budova spĺňa požiadavku na en.kritérium - normalizovaná hodnota požadovaná pre nové budovy pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020

Cieľová hodnota od 1.1.2021					
- normalizovaná (požadovaná)	$Q_{H,nd,r2,1} =$	29.00	kWh/(m ² .a)	vyhovuje	✓
	$Q_{H,nd,r2,2} =$	11.05	kWh/(m ³ .a)	vyhovuje	✓

Záver:

Budova spĺňa požiadavku na en.kritérium - normalizovaná hodnota požadovaná pre nové budovy pre obdobie výstavby po 1.1.2021

- odporúčaná	$Q_{H,nd,r3,1} =$	15.47	kWh/(m ² .a)	nevyhovuje	✗
	$Q_{H,nd,r3,2} =$	5.53	kWh/(m ³ .a)	nevyhovuje	✗

Záver:

Budova nespĺňa požiadavku na en.kritérium - odporúčaná hodnota požadovaná pre nové budovy pre obdobie výstavby po 1.1.2021

Stanovenie predpokladu splnenia en.hospodárnosti budovy - požiad.STN 730540-2Z1+Z2 (2019), tab.14

t.j. so zohľadnením prerušovaného vykurovania pre iné budovy na bývanie

Upravená teplota vnútorného vzduchu		18.4	°C
Počet dennostupňov		3 083	K.deň
Potreba tepla na vykurovanie	$Q_H =$	16 915.78	kWh/a
Merná potreba tepla na vykurovanie	$Q_{H,nd2} =$	21.92	kWh/(m ² .a)

Požiadavky STN 730540-2Z1+Z2 (2019), bod 8.2. Stanovenie predpokladu splnenia en.hospodárnosti budovy, tab.14

Normalizovaná hodnota - pož.do 31.12.2015	$Q_{N,EP} =$	53.20	kWh/(m ² .a)	vyhovuje	✓
Odporúčaná hodnota - požad. od 1.1.2016	$Q_{r1,EP} =$	27.60	kWh/(m ² .a)	vyhovuje	✓
Cieľová hodnota - maximálna - od 1.1.2021	$Q_{r2,EP} =$	27.60	kWh/(m ² .a)	vyhovuje	✓
Cieľová hodnota - odporúčaná - od 1.1.2021	$Q_{r3,EP} =$	13.80	kWh/(m ² .a)	nevyhovuje	✗

Záver:

Požiadavka predpoklad splnenia energetickej hospodárnosti budov je splnená pre obdobie výstavby od 1.1.2021 - odporúčaná hodnota

Podľa článku 8.2.2 zo STN 730540-2Z1+Z2/2019 Budovy spĺňajú kritérium minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budov, ak majú v závislosti od kategórie budovy potrebu tepla na vykurovanie:

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

kde $Q_{N,EP}$ je normalizovaná hodnota potreby tepla na vykurovanie na dosiahnutie energetickej hospodárnosti budovy, v kWh/(m².a) podľa tabuľky 14 v STN 730540

kde:

Q_{EP} - potreba tepla na vykurovanie na preukázanie splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy, v kWh/(m².a).

Podľa uvedenej tabuľky je normalizovaná hodnota $Q_{N,EP}$ pre budovy škôl a školských zariadení rovná 27,6 kWh/m².rok (pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020), po uvedenom termíne bude 13,8

kWh/m².rok. Vypočítaná hodnota Q_{EP} je pritom 21,92 kWh/m².rok. Normalizovaná požiadavka tak bude splnená.

6. PLNENIE TEPELNOIZOLAČNÝCH POŽIADAVIEK STAVEBNÝCH KONŠTRUKCIÍ A POŽIADAVIEK NA ŠÍRENIE VLHKOSTI

Plnenie uvedených požiadaviek je uvedené v prílohe. Stavebné konštrukcie v obnovovanej časti oddeľujúce vykurovaný priestor od vonkajšieho prostredia spĺňajú požiadavky STN 730540-ZZ1+ZZ2/2019 kladené na tepelnoizolačné vlastnosti uplatňované pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020 (podľa stĺpca č.3 citovanej normy). Splnené sú aj normalizované požiadavky pre obdobie výstavby od 1.1.2021 kladené na tepelnoizolačné vlastnosti.

V konštrukciách kontajnerovej stavby je potrebné použiť takú parotesnú vrstvu s takým systémom zabudovania ktorá vylúči kondenzáciu vodnej pary na plechu, skondenzovaná vodná para ani vyššia vlhkosť nesmie ohroziť funkciu stavebných konštrukcií. Odporúča sa použiť parotesnú vrstvu s hliníkovou vložkou prípadne parotesnú vrstvu s premenlivým difúznym odporom, v dokumentácii dodávateľa je potrebné skladbu s konkrétnou parotesnou vrstvou tepelnotechnicky posúdiť. V kontajnerovej konštrukcii sa požaduje nahradiť plech za cementovláknité dosky, prípadne použiť dostatočne perforovaný plech s cieľom znížiť difúzny odpor alebo nahradiť plech iným paropriepustnejším materiálom, nutné upresniť v dokumentácii dodávateľa podľa zvoleného konštrukčného systému kontajnera.

Posúdenie šírenia vlhkosti kontajnerových stavebných konštrukcií (strecha, obvodová stena, podlaha nad terénom) uvedené v tomto posúdení má len informatívny charakter a keďže v prípade kontajnerovej konštrukcie sa jedná o systémový prvok, návrh zámény trapézového plechu za iný materiál, prípadne návrh perforácie plechu je nevyhnutné spracovať dodávateľom stavby. Pokiaľ by bol použitý trapézový plech bez perforácie, mohlo by dochádzať na interiérovej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a skondenzovaná vodná by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie skladby podľa konkrétneho systémového prvku dodávateľa.

Kovové konštrukcie opatřit permanentnými protikoróznymi prípravkami.

Posúdenie priemernej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla podľa STN 730540-ZZ1+ZZ2/2019, bod. 5.2

Merná tepelná strata prechodom tepla	$H_T =$	283.828	W/K
Plocha obalového plášťa	$A =$	1397.598	m ²
Faktor tvaru	$f =$	0.466	1/m

Vypočítaná hodnota	$U_{em} =$	0.203	W/m ² .K
--------------------	------------	-------	---------------------

Maximálna hodnota	0.614	W/m ² .K	vyhovuje	✓
Normalizovaná hodnota - pož.do 31.12.2015	0.504	W/m ² .K	vyhovuje	✓
Odporúčaná hodnota - pož.po 1.1.2016 resp.maximálna od 1.1.2021	0.337	W/m ² .K	vyhovuje	✓
Cieľová odporúčaná hodnota - pož.po 1.1.2021	0.233	W/m ² .K	vyhovuje	✓

Záver:

Požiadavka na priemernú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla je splnená pre obdobie výstavby po 1.1.2021

Budova spĺňa požiadavky kladené na priemernú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla pre všetky obdobia výstavby.

7. HODNOTENIE MINIMÁLNEJ POVRCHOVEJ TEPLOTY – HYGIENICKÉ KRITÉRIUM

Projektová dokumentácia neobsahovala graficky spracované žiadne stavebné detaily a tak nebolo možné spracovať tepelnotechnické posúdenie stavebných detailov. Projektová dokumentácia neobsahuje ani špecifikáciu konkrétneho typu kontajnerového systému a tak riešenie stavebných detailov a stykov nebolo v štádiu spracovania projektovej dokumentácie známe a teda ani tepelnotechnicky posúditelné. Kontajnerový systém pritom obsahuje množstvo vysoko tepelne vodivých konštrukcií naprieč skladbou konštrukcie, správne riešenie detailov sa bude potrebné venovať v dokumentácii dodávateľa. **V ďalšom stupni projektovej dokumentácie – dokumentácii dodávateľa je preto potrebné navrhnuť a tepelnotechnicky posúdiť všetky stavebné detaily konkrétneho kontajnerového systému s cieľom eliminovať všetky**

hygienické problémy, takisto je potrebné navrhnuť také riešenie stavebných detailov ktoré eliminuje šírenie vlhkosti a vzduchu do stavebných konštrukcií kde by mohlo dochádzať ku kondenzácii vodnej pary. Všetky prechody a prestupy stavebnými konštrukciami, napr. potrubia chladiaceho systému, elektroinštalčné rozvody a pod. budú musieť byť riešené tak aby nedochádzalo k šíreniu vlhkosti do stavebnej konštrukcie kde by mohlo dochádzať ku kondenzácii vodnej pary. Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať aj konštrukcii podlahy nad prízemím kde bude potrebné v dokumentácii dodávateľa stavby jednak eliminovať riziko degradácie zvýšenou vlhkosťou vzduchu v priestore dutiny ako aj eliminovať tepelný most stykom podlahových elementov a zabrániť kondenzácii vodnej pary v skladbe konštrukcie. Všetky oceľové prvky tak budú musieť byť opatrené permanentnou protikoroziou ochranou.

Vo všetkých priestoroch je potrebné zabezpečiť dostatočne intenzívne vetranie.

8. HODNOTENIE MINIMÁLNEJ INTENZITY VÝMENY VZDUCHU

Minimálna intenzita výmeny vzduchu je vypočítaná v rámci výpočtu potreby tepla na vykurovanie. Všetky menené otvorové konštrukcie sa požaduje inštalovať v zmysle STN 73 3134, resp. zabezpečiť správnu funkčnosť. Detaily stykov otvorových konštrukcií je potrebné navrhnuť parotesne zo strany interiéru a paropriepustne z exteriérovej strany, súčasne je potrebné zabezpečiť vzduchotesné napojenie z interiérovej strany. Nie je známe či boli existujúce otvorové konštrukcie inštalované v súlade s citovanou normou.

Posúdenie priemernej intenzity výmeny vzduchu podľa STN 730540-2Z1+Z2/2019, bod 7.2

Popis otvorovej konštrukcie	Celková dĺžka škár otvorových konštrukcií l (m)	Súčiniteľ prievzdušnosti otvorových výplní $i_{LV} \cdot 10^4 \text{ (m}^2/\text{(s.Pa}^{0,67}\text{))}$
plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	465.80	1.00
hliníkové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	57.64	1.00

Obostavaný objem	$V_C =$	2 998.75	m ³
Podiel vzduchu v budove		0.80	-
Minimálna intenzita výmeny vzduchu	$n_N =$	0.50	1/h
Vypočítaná intenzita výmeny vzduchu	$n =$	0.440	1/h

Záver:

priemerná intenzita výmeny vzduchu nie je vyhovujúca, dostatočnú výmenu vzduchu bude potrebné zabezpečiť iným spôsobom

Požadovaná výmena vzduchu bude zabezpečená častejším otváraním okenných konštrukcií.

9. POUŽITIE ALTERNATÍVNYCH ZDROJOV ENERGIE

V objekte bude zriadený systém mechanického vetrania s rekuperačnou jednotkou. Ako zdroj tepla na vykurovanie a prípravu teplej vody bude slúžiť tepelné čerpadlo vzduch-voda. Na ohrev teplej vody budú inštalované slnečné kolektory. V prípade že by mal byť projekt spolufinancovaný resp. financovaný z fondov EÚ, bolo by potrebné jeho dopracovanie na plnenie aktuálne platnej výzvy.

10. POTREBA ENERGIE NA VYKUROVANIE, PRÍPRAVU TEPLEJ VODY, OSVETLENIE, KLIMATIZÁCIU A NÚTENÉ VETRANIE, HODNOTENIE V ZMYSLE VYHL. 364/2012 Z.Z. V NESKORŠOM ZNENÍ VYHL.324/2016.

Škála energetických tried – budovy škôl a školských zariadení - podľa Vyhlášky č.364/2012 Z.z. v neskoršom znení Vyhl.324/2016 Z.z.:

	A	B	C	D	E	F	G
vykurovanie	≤ 28	29 - 56	57 - 84	85 - 112	113 - 140	141 - 168	> 168
príprava teplej vody	≤ 6	7 - 12	13 - 18	19 - 24	25 - 30	31 - 36	> 36
nútené vetranie a chladenie	Budova nie je mechanicky vetraná ani klimatizovaná***						
osvetlenie	≤ 9	10 - 18	19 - 23	24 - 27	28 - 34	35 - 41	> 41
celková potreba energie v budove	≤ 43	44 - 86	87 - 125	126 - 163	164 - 204	205 - 245	> 245

	A0	A1	B	C	D	E	F	G
GLOBÁLNY UKAZOVATEĽ - PRIMÁRNA ENERGIA	≤ 34	35 - 68	69 - 136	137 - 204	205 - 272	273 - 340	341 - 408	> 408

Hodnotenie vychádza z projektovej dokumentácie.
 Výsledky výpočtu sú spracované v prílohe

Hodnotenie v zmysle Vyhl.364/2012 Z.z. v neskoršom znení Vyhl.324/2016 Z.z.:

Hodnotená je len samostatná časť - nadstavba

Potreba energie na vykurovanie: 33,84 kWh/m².rok, en.trieda B
 Potreba energie na prípravu teplej vody: 24,14 kWh/m².rok, en.trieda D
 Vetranie a klimatizácia: nehodnotí sa
 Osvetlenie: 4,1 kWh/m².rok, en.trieda A
 Celková potreba energie v budove: 62,08 kWh/m².rok, en.trieda B

Primárna energia, t.j. globálny ukazovateľ: 62,97 kWh/m².rok, en.trieda A1

Emisie CO2: 4,78 kg/m².rok

Podľa Vyhl.364/2012 Z.z. v neskoršom znení a doplnení Vyhl.324/2016 Z.z., § 5, 3) Minimálnou požiadavkou na energetickú hospodárnosť nových budov postavených po 31. decembri 2015 je horná hranica energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ; významne obnovovaná budova musí túto požiadavku splniť, ak je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné.

Podľa Vyhl.364/2012 Z.z. v neskoršom znení a doplnení Vyhl.324/2016 Z.z., § 5, 4) Pre nové budovy vo vlastníctve orgánov verejnej správy postavené po 31.decembri 2018 a pre všetky ostatné nové budovy postavené po 31.decembri 2020 je minimálnou požiadavkou pre globálny ukazovateľ horná hranica energetickej triedy A0. Pri významnej obnove budovy sa musí požiadavka na takmer nulovú potrebu energie splniť, ak je to technicky, funkčne a ekonomicky uskutočniteľné. V zmysle objednávky medzi zhotoviteľom projektovej dokumentácie a investorom je objekt projektovaný na zatriedenie do energetickej triedy A1 podľa globálneho ukazovateľa.

Zatriedenie miesta spotreby príprava teplej vody do energetickej triedy D je spôsobená predovšetkým veľkou dĺžkou rozvodov teplej vody s nutnosťou použitia cirkulácie teplej vody. Tepelné čerpadlo ako obnoviteľnej energie ako aj solárny systém sú zohľadnené až pri výpočte primárnej energie.

Na prípadné zatriedenie objektu do energetickej triedy A0 podľa globálneho ukazovateľa by bolo potrebné inštalovať fotovoltaický systém s ročnou produkciou elektrickej energie cca 12 200 kWh/rok.

UPOZORNENIE:

Výpočet vychádza z normalizovaných vstupných údajov v zmysle STN 730540-2/2012, STN 730540-2Z1/2016, STN 730540-3/2012, STN EN ISO 52016-1, STN EN ISO 13790 NA, Zákona č.555/2005 Z.z. v neskoršom znení Zákona č.300/2012 Z.z., Vyhl.364/2012 Z.z. v neskoršom znení Vyhl.324/2016 Z.z. a ostatnej súvisiacej legislatívy. Metodika výpočtu slúži výlučne účelom uvedenej legislatívy a za žiadnych okolností nemôže byť porovnávaná so skutočnou spotrebou. Výpočet v zmysle uvedenej legislatívy nezohľadňuje lokálne klimatické podmienky pre miesto stavby, nie je zohľadnené reálne správanie sa užívateľov (vetranie, vnútorné tepelné zisky, obsluha vykurovacieho systému, osvetlenia, reálna spotreba teplej vody, reálna prevádzka priestorov a pod.)

Správanie sa užívateľov je navyše z veľkej miery individuálne a nie je možné ho obsiahnuť v tepelnotechnickom posúdení nakoľko to vychádza výlučne z normových predpokladov, t.j. normalizované okrajové podmienky.

Na porovnanie výpočtu spracovanom v tomto tepelnotechnickom posúdení s reálnou spotrebou energie na vykurovanie nie je vhodné použiť STN EN 15603, STN EN 15603 NA a STN 73 0550 a pod. nakoľko po realizácii zateplenia výrazne klesnú tepelné straty prechodom tepla a vzrastie vplyv nestabilných

snečných tepelných ziskov a vnútorných tepelných ziskov čo je v rozpore s odporúčaniami a požiadavkami v uvedených normách.

11. OSTATNÉ POŽIADAVKY A ODPORÚČANIA

V dokumentácii dodávateľa je nevyhnutné graficky spracovať všetky stavebné detaily a následne ich tepelnotechnicky posúdiť a navrhnuť také riešenie stavebných detailov ktoré bezpečne eliminuje všetky potenciálne hygienické problémy. Vo všetkých priestoroch je potrebné zabezpečiť dostatočne intenzívne vetranie.

Na zlepšenie tepelného komfortu v letnom a prechodnom období je potrebné inštalovať projektovaný tieniaci systém.

V dielenskej dokumentácii a pri realizácii je potrebné zapracovať všetky odporúčania a požiadavky uvedené v tomto posúdení. Takisto je potrebné doriešiť správny návrh vhodnej parotesnej vrstvy v časti objektu z kontajnerového systému. Zvýšenú pozornosť je potrebné venovať prítomnosti plechu v skladbách kontajnerovej sústavy kde za podmienok výpočtu dochádza ku kondenzácii vodnej pary pod plechom, odporúča sa preto náhrada trapézového plechu vnútri skladby za iný prvok s menším difúznym odporom, prípadne dostatočne perforovať trapézový plech čím by sa znížil jeho difúzny odpor. Súčasne je potrebné vyriešiť všetky stavebné detaily tak, aby bola eliminovaná kondenzácia vodnej pary na kovových prvkoch, skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu stavebných konštrukcií. Uvedené je nutné riešiť dodávateľskej dokumentácii, vhodný návrh a posúdenie musí zabezpečiť dodávateľ kontajnerového systému v zmysle konštrukčného riešenia konkrétneho systému kontajneru keďže projektová dokumentácia nepredpisuje konkrétny typ kontajnerového systému.

Z podlažia bude dochádzať k difúzii vodnej pary smerom k plechu v podlahe a oceľovým nosným prvkom, prípadná zvýšená vlhkosť mohla spôsobiť kondenzáciu vodnej pary na chladných konštrukciách prípadne nárast vlhkosti vzduchu, kontajnerový systém bude musieť obsahovať vhodnú protikoróziu ochranu a je potrebné spracovať návrh odvetrávania vzduchovej dutiny. Návrh opatrení je potrebné spracovať a preukázať v dokumentácii dodávateľa.

Kontajnerový systém obsahuje množstvo oceľových prvkov s vysokou hodnotou súčiniteľa tepelnej vodivosti. **V dokumentácii dodávateľa je potrebné preto zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie detailov s oceľovými prvkami pričom je potrebné preukázať že nebude dochádzať k hygienickým problémom. Konkrétny typ kontajnerovej sústavy musí obsahovať preukázanie plnenia požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019 na tepelnoizolačné vlastnosti, požiadavky na šírenie vlhkosti a minimálnu povrchovú teplotu.** Posúdenie uvedené v tomto dokumente má len informatívny charakter nakoľko projektová dokumentácia neuvádza ani nepredpisuje konkrétny typ kontajnerovej sústavy, typ parotesnej vrstvy, ale len ideové riešenie.

12. ZÁVER

Projektovaná stavba bude spĺňať požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019 na energetické kritérium uplatňované pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020, splnené budú aj normalizované požiadavky uplatňované pre obdobie výstavby od 1.1.2021. Fragmenty stavebných konštrukcií budú spĺňať požiadavky kladené na tepelnoizolačné vlastnosti podľa citovanej normy. Nakoľko projektová dokumentácia nepredpisuje konkrétny typ kontajnerového systému, posúdenia v tomto dokumente majú len informatívny charakter. V dokumentácii bude potrebné posúdiť konkrétny typ kontajnerovej sústavy a preukázať plnenie všetkých záväzných kritérií STN 730540-2Z1+Z2/2019, pričom nie je prípustné zhoršenie požiadaviek na tepelnoizolačné vlastnosti ktoré sú uvedené v tomto dokumente. V dokumentácii dodávateľa bude potrebné v závislosti od zvoleného typu kontajnerového systému zapracovať aj vhodný návrh perforácie trapézového plechu prípadne jeho náhradu za paropriepustný materiál. V dokumentácii dodávateľa tak bude potrebné preukázať plnenie požiadaviek STN 730540-2Z1+Z2/2019 na tepelnoizolačné vlastnosti, šírenie vlhkosti, minimálnu povrchovú teplotu, zabezpečiť vzduchotesnosť plášťa a pod.

V prípade zmien oproti navrhovanému riešeniu v tomto projektovom hodnotení kontaktovať spracovateľa projektového energetického hodnotenia.

Toto posúdenie platí len za predpokladu splnenia všetkých predpokladov uvedených v tomto posudku.

Spracovaný výpočet predpokladá normalizovaný režim prevádzky budovy, nie je preto možné ho priamo porovnať s reálnou spotrebou energie.

Po realizácii významnej obnovy je potrebné zabezpečiť hydraulické vyregulovanie vykurovacej sústav a zriadiť moderný systém merania a regulácie spotrieb energetických nosičov.

Navrhnuté označenie skladieb slúži len účelom spracovania posudku.

Ku kolaudácii je potrebné vyhotoviť energetický certifikát podľa zákona č.300/2012 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a o zmene a doplnení niektorých zákonov a vyhlášky MVRR SR č.364/2012 Z.z. v neskoršom znení Vyhl.324/2016 Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č.555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov.

December 2019, Prievidza

.....
Ing. Peter Mihálka, PhD.

.....
Ing. Andrej Marcík

.....
Ing. Zalmai Masodi

.....
Ing. Vierošlava Dubovanová

Použitá literatúra:

- STN 730540: Teplotní vlastnosti stavebních konstrukcí a budov, 2012
STN 730540-ZZ1/2016
STN 730540-ZZ1+ZZ2/2019
STN EN ISO 6946: Stavební konstrukce. Tepelný odpor a součinitel přechodu tepla, Výpočtová metoda, 2001
STN EN ISO 13770: Tepelnotechnické vlastnosti budov – šíření tepla zeminou, 2001
STN EN ISO 10211-1: Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb – Tepelné toky a teploty, 1999
STN EN ISO 13 788: Teplotní vlastnosti stavebních dílců a konstrukcí. Vnitřní povrchová teplota na vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce, 2003
STN EN ISO 13 789: Tepelnotechnické vlastnosti budov. Měrný tepelný tok přechodem tepla a větráním. Výpočtová metoda, 2008
STN EN ISO 13 786: Tepelnotechnické vlastnosti stavebních konstrukcí. Tepelno-dynamické charakteristiky. Výpočtové metody, 2008
STN EN ISO 10077-1: Tepelnotechnické vlastnosti oken, dveří a okenic. Výpočet součinitele přechodu tepla. Část 1: Všeobecně, 2007
STN EN ISO 10077-2: Tepelnotechnické vlastnosti oken, dveří a okenic. Výpočet součinitele přechodu tepla. Část 2: Výpočtová metoda pro rámy, 2004
STN EN ISO 14683: Tepelné mosty v stavebních konstrukcích. Lineární stratový součinitel. Zjednodušené metody a orientační hodnoty, 2008
STN EN ISO 10 456: Stavební materiály a výrobky. Metody stanovení deklarovaných a návrhových hodnot tepelnotechnických veličin
Chmúrny, I.: Tepelná ochrana budov, Jaga, 2003
Chmúrny, I.: Komentár a návrh výpočtu energetickej certifikácie budov. Ministerstvo výstavby a regionálneho rozvoja SR, SKSI, 2007
Mendaň, R., Vavrovič, B.: Obnova panelových budov, Komplexné riešenie konštrukčných, technologických, hygienických a energetických problémov, časť 5. Teplotní zhodnotenie panelových bytových domov a odstránenie hygienických porúch.
Sternová, Z. a kol.: Obnova bytových domov, Hromadná bytová výstavba do roku 1970, Jaga, 2001
Sternová, Z. a kol.: Obnova bytových domov, Hromadná bytová výstavba po roku 1970, Jaga, 2002
Sternová, Z.: Zatepľovanie budov, Jaga 1999
Sternová, Z. a kol.: Atlas tepelných mostov, Jaga 2006
Firemné materiály Wienerberger, Baumit, Austrotherm, Polyform, Rockwool, Tyvek, Icopal, Dektrade atď.

Tepelnotechnické posúdenie fragmentov stavebných konštrukcií podľa STN 730540-2Z1+Z2/2019

Faktor difúzneho odporu parotesnej vrstvy bol uvažovaný s vplyvom zabudovania, korekcia spracovaná vo výpočtovom nástroji Teplo 2017.

STE1 - Obvodová stena

V skladbe stavebnej konštrukcie sa nachádza plech ktorý predstavuje vysoký tepelný odpor. V tejto časti sa nachádza upozornenie na nutnosť venovať problematike šírenia vlhkosti pozornosť. Preukázanie plnenia požiadaviek na šírenie vlhkosti je potrebné preukázať v dokumentácii dodávateľa.

- **variant s použitím trapézového plechu bez úpravy** – výpočet preukázal kondenzáciu vodnej pary pod plechom, t.j. z interiérovej strany na kontakte tepelného izolantu s plechom, skondenzovaná vodná para môže ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie a v dokumentácii dodávateľa je preto potrebné navrhnúť pre konkrétny typ kontajnerového systému vhodné opatrenie, vid' ďalej:
- **variant s perforáciou trapézového plechu** - dostatočnou perforáciou plechu sa podarilo znížiť riziko kondenzácie v skladbe konštrukcie. Správny systém perforácie a protikoróznej ochrany je potrebné spracovať v dokumentácii dodávateľa.
- **variant s náhradou trapézového plechu za vhodné cementotrieskové alt. sadrovláknité dosky** - odstránením trapézového plechu došlo k zníženiu rizika kondenzácie vodnej pary. Konkrétnu náhradu za paropriepustný materiál je potrebné spracovať v dokumentácii dodávateľa a odsúhlasiť dotknutými profesiami.

KOMPLEXNÉ POSÚDENIE SKLADBY KONŠTRUKCIE Z HLÁDISKA ŠÍRENIA TEPLA A VODNEJ PARY

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

Teplota 2017

Názov úlohy : **STE1 - obvodová stena s použitím trapézového plechu bez úprav**
Ukážkový výpočet s uvažovaním plechu bez úpravy paropriepustnosti. Z výsledkov je evidentná kondenzácia vodnej pary z interiérovej strany pod plechom.

Spracovateľ : Peter Mihalka
Zakázka :
Dátum :

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Stena vonkajšia jednoplaštová
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	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	parozabrána s	0.0002	0.4300	1700.0	850.0	95000.0 ^A	0.0000
3	minerálna vlna	0.1200	0.0450	840.0	12.0	1.0	0.0000
4	plech	0.0007	50.0000	870.0	7850.0	1000000.0	0.0000
5	min.vlna	0.2000	0.0430	840.0	175.0	1.9	0.0000
6	lepiaca stierka	0.0030	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
7	tenkostenná om	0.0020	0.7000	920.0	1800.0	40.0	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 počítačová zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

^A ekvival. faktor dif. odporu s vplyvom netesností, stanovený interným výpočtom

Číslo	Kompletný názov vrstvy	Interný výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	parozabrána s hliníkovou vložkou	---
3	minerálna vlna	---
4	plech	---
5	min.vlna	---
6	lepiaca stierka	---
7	tenkostenná omietka	---

Okrajové podmienky výpočtu :

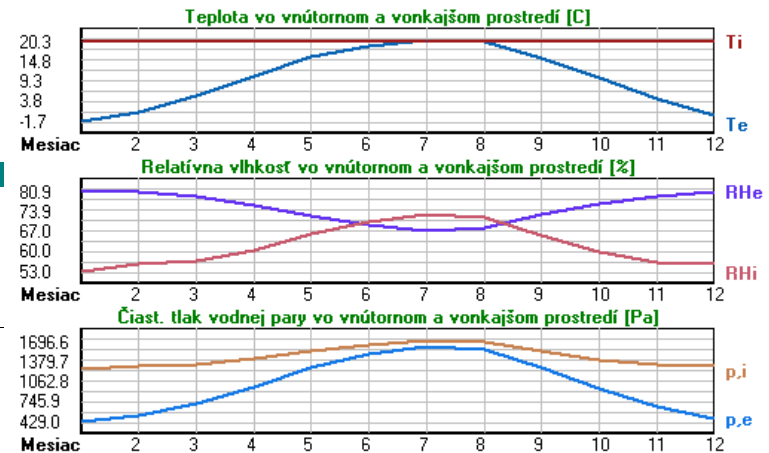
Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.04 m2K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : -11.0 C
Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 83.0 %
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHl : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka [dni/hod.]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.0	53.0	1238.6	-1.7	80.9	429.0
2	28 672	20.0	55.7	1301.7	0.6	80.4	512.7
3	31 744	20.0	56.6	1322.7	5.3	78.6	699.8

4	30 720	20.0	60.1	1404.5	10.7	75.8	974.8
5	31 744	20.0	65.7	1535.4	15.6	72.2	1278.9
6	30 720	20.0	69.8	1631.2	18.6	69.2	1482.2
7	31 744	20.0	72.6	1696.6	20.3	67.1	1597.5
8	31 744	20.0	71.4	1668.6	19.7	67.9	1557.6
9	30 720	20.0	65.4	1528.4	15.4	72.4	1266.1
10	31 744	20.0	59.5	1390.5	10.0	76.2	935.2
11	30 720	20.0	56.2	1313.4	4.5	78.9	664.3
12	31 744	20.0	55.5	1297.0	-0.1	80.5	487.4

Poznámka: Tai, RHl a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak a 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 uplatňuje prírážka 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 : 7.382 m2K/W
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : 0.132 W/m2K
Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U_k : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 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 : 3.8E+0012 m/s
Teplotný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 185.5
Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 9.4 h

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

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach Tsi,p : 18.99 C
Teplotný faktor v návrhových podmienkach f_{Rsi,p} : 0.967
Obe hodnoty platia pre odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo mesiacu Minimálne požadované hodnoty pri max. rel. vlhkosti na vnútornom povrchu: Vypočítané hodnoty

	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	13.5	0.701	10.1	0.545	19.3	0.967	55.4
2	14.3	0.705	10.9	0.530	19.4	0.967	57.9
3	14.5	0.628	11.1	0.396	19.5	0.967	58.3
4	15.5	0.512	12.0	0.143	19.7	0.967	61.2
5	16.9	0.286	13.4	-----	19.9	0.967	66.3
6	17.8	-----	14.3	-----	20.0	0.967	70.0
7	18.4	-----	14.9	-----	20.0	0.967	72.6
8	18.2	-----	14.7	-----	20.0	0.967	71.4
9	16.8	0.301	13.3	-----	19.9	0.967	66.0
10	15.3	0.530	11.9	0.188	19.7	0.967	60.7
11	14.4	0.640	11.0	0.420	19.5	0.967	58.0
12	14.2	0.713	10.8	0.544	19.3	0.967	57.8

Poznámka: RHsi je relatívna vlhkosť na vnútornom povrchu, Tsi je teplota vnútorného povrchu a f,Rsi je teplotný faktor.

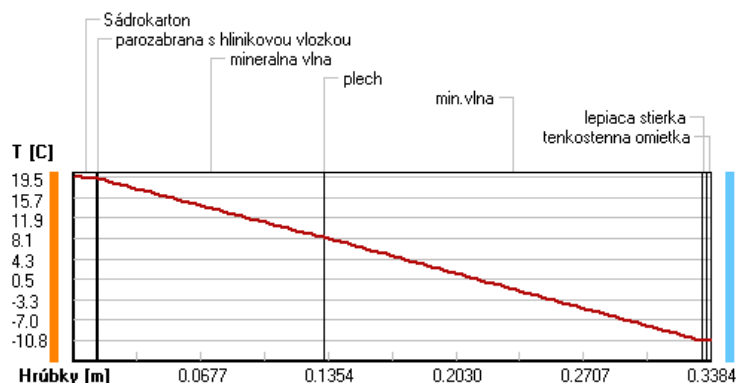
Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

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

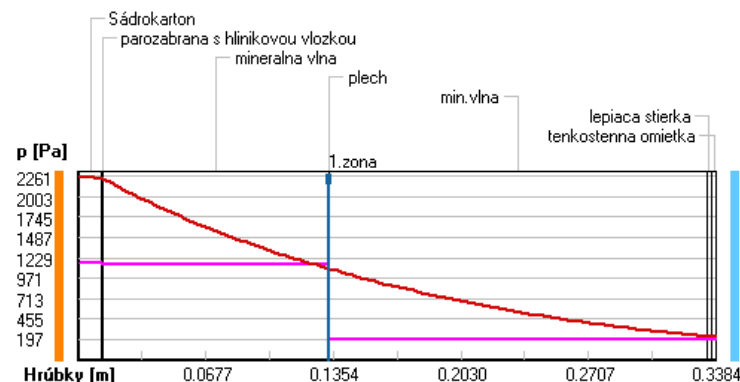
rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.5	19.2	19.2	8.3	8.3	-10.8	-10.8	-10.8
p [Pa]:	1168	1168	1143	1143	198	197	197	197
p,sat [Pa]:	2261	2228	2228	1093	1093	241	241	241

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.

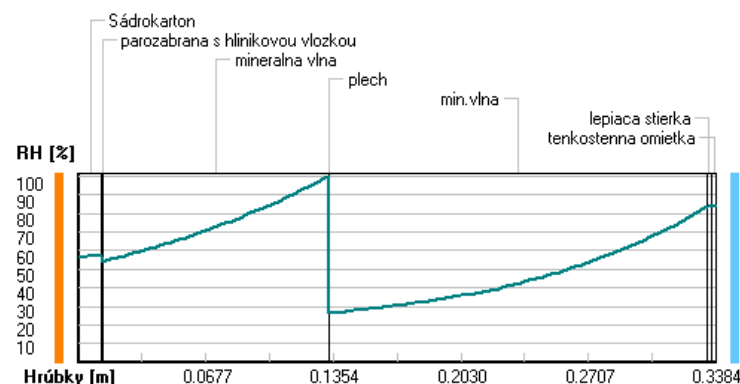
Teploty v typickom mieste konštrukcie v ustálených návrhových podmienkach



Čiast. tlaky vodnej pary v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



Rel. vlhkosti v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzačnej zóny ľavá [m]	pravá [m]	Množstvo kondenzujúcej vodnej pary [kg/(m2s)]
1	0.1327	0.1327	5.274E-0010

Ročná bilancia skondenzovanej a vypariteľnej vodnej pary:

Množstvo skondenzovanej vodnej pary za rok Mc,a: **0.0005 kg/(m2.rok)**
Množstvo vypariteľnej vodnej pary za rok Mev,a: **0.1931 kg/(m2.rok)**
Ku kondenzácii dochádza pri vonkajšej teplote nižšej ako -5.0 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 vykonané 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.

Rozmedzie relatívnych vlhkostí v jednotlivých materiáloch (pre posledný ročný cyklus):

Číslo	Názov	Trvanie príslušnej relatívnej vlhkosti v materiáli v dňoch za rok pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrokarton	151	152	62	---	---
2	parozabrána s	151	152	62	---	---
3	minerálna vlna	---	---	245	120	---
4	plech	---	---	245	120	---
5	min.vlna	---	92	242	31	---
6	lepiaca stierka	---	92	242	31	---
7	tenkostenná om	---	92	242	31	---

Poznámka: S pomocou tejto tabuľky možno zjednodušene odhadnúť, aké je riziko dosiahnutie nepripustné hmotnostnej vlhkosti materiálu z riziko jeho korózie.
Konkrétne pre drevo predpisuje ČSN 730540-2/Z1 maximálnu prípustnú hmotnostnú vlhkosť 18 %. Zo sorpčnej krivky pre daný typ dreva možno odvodiť, pri akej rel. vlhkosti vzduchu dosahuje drevo tejto kritické hmotnostnej vlhkosti. Obvykle ide o cca 80 %.
Ak je v tabuľke vyššie pre drevo uvedený dlhodobjší výskyt relatívnej vlhkosti nad 80 %, možno predpokladať, že požiadavka ČSN 730540-2 na maximálnu hmotnostnú vlhkosť dreva nebude splnená.

Teplota 2017, (c) 2016 Svoboda Software

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA STN 730540-2+Z1+Z2 (2019)

Názov konštrukcie: STE1 - obvodová stena

Rekapitulácia dát:

Teplota vnútorného vzduchu Tai: 20.00 C
Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu Fii: 50.00 %

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0.0125	0.220	9.0
2	parozabrána s hliníkovou vložkou	0.0002	0.430	95000.0
3	minerálna vlna	0.120	0.045	1.0
4	plech	0.0007	50.000	1000000.0
5	min.vlna	0.200	0.043	1.9
6	lepiaca stierka	0.003	0.800	50.0
7	tenkostenná omietka	0.002	0.700	40.0

I. Požiadavka na súčiniteľ prechodu tepla (čl. 5.1)

Vypočítaná hodnota U: 0.132 W/(m²K)
Normaliz. hodnota od 2013 do 2015... U,N: 0.32 W/(m²K)
U < U,N ... normalizovaná hodnota platná do 31.12.2015 je splnená.
Normaliz. hodnota od 2016 do 2020... U,r1: 0.22 W/(m²K)
U < U,r1 ... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.
Cieľová hodnota (normaliz. od 2021)... U,r2: 0.22 W/(m²K)
U < U,r2 ... cieľová normalizovaná hodnota je splnená.
Cieľová odporúčaná hodnota... U,r3: 0.15 W/(m²K)
U < U,r3 ... cieľová odporúčaná hodnota je splnená.

II. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 5.3)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka na vylúčenie vzniku plesní:

T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12.63 + 0.50 = 13.13 C

Vypočítaná hodnota T_{si}: 18.99 C

T_{si} > T_{si,N} ... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 6)

Požiadavky: 1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť priaznivá, tj. M_c < M_{ev} (M_c,vysl=0).
3. Množstvo kondenzátu musí byť M_c < 0,5 kg/(m².a).

Vypočítané hodnoty: V kci dochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

Ročné množstvo zskondenzovanej vodnej pary M_c = 0.0005 kg/m²,rok

Ročné množstvo vypariteľnej vodnej pary M_{ev} = 0.1931 kg/m²,rok

Vyhodnotenie 1. požiadavky musí urobiť projektant.

M_c < M_{ev} ... 2. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

M_c < 0.5 kg/m² ... 3. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Fragment stavebnej konštrukcie spĺňa požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019 uplatňované pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020 kladené na tepelnoizolačné vlastnosti. Po uvedenom termíne bude splnená aj normalizovaná požiadavka. Splnené sú aj normalizované požiadavky pre obdobie výstavby od 1.1.2021 ako aj cieľové odporúčané požiadavky. Po uvedenom termíne však nadobúdajú platnosť aj prísnejšie energetické požiadavky a nim bude potrebné prispôbiť hrúbku tepelného izolantu. Hrúbka tepelného izolantu smie byť navyšovaná len zo strany exteriéru. Nakoľko nie je známy typ použitej parotesnej vrstvy ani systém zabudovania, posúdenie šírenia vlhkosti má len informatívny charakter.

Za podmienok výpočtu je lokalizovaná oblasť kondenzácie na interiérovej strane plechu čo by mohlo spôsobovať oxidáciu, nakoľko však nie je známy typ konkrétneho typu kontajnerového systému, použitej parotesnej zábrany, posúdenie šírenia vlhkosti v tomto dokumente je len informatívne. Odporúča sa nahradiť plech vhodnou cementovláknitou doskou alebo použiť dostatočne perforovaný plech s permanentnou protikoróznou úpravou.

Posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v tomto posúdení má len informatívny charakter a keďže v prípade kontajnerovej konštrukcie sa jedná o systémový prvok, návrh zámény trapézového plechu za iný materiál, prípadne návrh perforácie plechu je nevyhnutné spracovať dodávateľom stavby podľa systémového riešenia kontajneru. Pokiaľ by bol použitý trapézový plech bez perforácie, mohlo by dochádzať na spodnej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a skondenzovaná vodná by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie skladby podľa systémového prvku dodávateľa.

Následne je posúdený variant s perforovaným plechom.

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 2017

Názov úlohy : **STE1 - obvodova stena**

**Variant s perforáciou trapézového plechu – výpočet ilustruje pokles relatívnej vlhkosti
pod plechom.**

Spracovateľ : Peter Mihalka
Zakázka :
Dátum :

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/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	parozabrána s	0.0002	0.4300	1700.0	850.0	95000.0 ^A	0.0000
3	minerálna vlna	0.1200	0.0450	840.0	12.0	1.0	0.0000
4	plech - PERFOROVANÝ	0.0007	50.0000	870.0	7850.0	1000.0	0.0000
5	min.vlna	0.2000	0.0430	840.0	175.0	1.9	0.0000
6	lepiaca stierka	0.0030	0.8000	920.0	1300.0	50.0	0.0000
7	tenkostenna om	0.0020	0.7000	920.0	1800.0	40.0	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 počítačnaná zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

^A ekvival. faktor dif. odporu s vplyvom netesností, stanovený interným výpočtom

Číslo	Kompletný názov vrstvy	Interný výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	parozabrána s hliníkovou vložkou	---
3	minerálna vlna	---
4	plech	---
5	min.vlna	---
6	lepiaca stierka	---
7	tenkostenna omietka	---

Okrajové podmienky výpočtu :

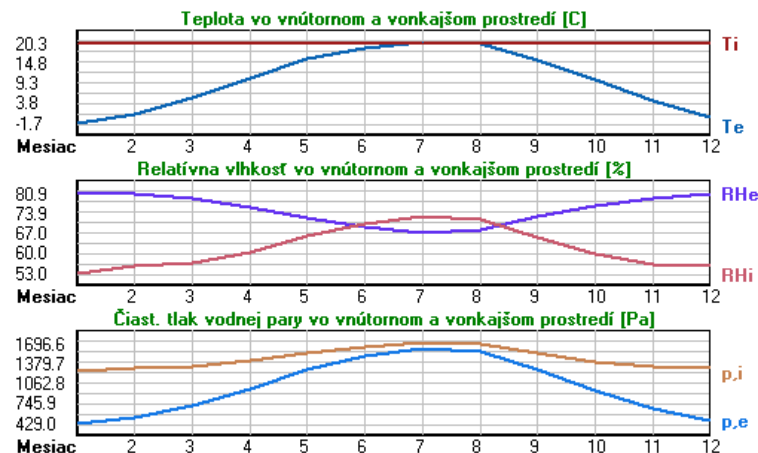
Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.04 m2K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : -11.0 C
Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 83.0 %
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHi : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka [dni/hod.]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.0	53.0	1238.6	-1.7	80.9	429.0
2	28 672	20.0	55.7	1301.7	0.6	80.4	512.7

3	31	744	20.0	56.6	1322.7	5.3	78.6	699.8
4	30	720	20.0	60.1	1404.5	10.7	75.8	974.8
5	31	744	20.0	65.7	1535.4	15.6	72.2	1278.9
6	30	720	20.0	69.8	1631.2	18.6	69.2	1482.2
7	31	744	20.0	72.6	1696.6	20.3	67.1	1597.5
8	31	744	20.0	71.4	1668.6	19.7	67.9	1557.6
9	30	720	20.0	65.4	1528.4	15.4	72.4	1266.1
10	31	744	20.0	59.5	1390.5	10.0	76.2	935.2
11	30	720	20.0	56.2	1313.4	4.5	78.9	664.3
12	31	744	20.0	55.5	1297.0	-0.1	80.5	487.4

Poznámka: Tai, RHi a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak a 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 prírážka 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 : 7.382 m2K/W
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : 0.132 W/m2K
Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U,kc : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 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 : 1.0E+0011 m/s
Teplotný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 185.5
Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 9.4 h

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

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach Tsi,p : 18.99 C
Teplotný faktor v návrhových podmienkach f,Rsi,p : 0.967

Obe hodnoty platia pre odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo Minimálne požadované hodnoty pri max. Vypočítané

mesiaca	rel. vlhkosti na vnútornom povrchu:				hodnoty		
	80% -----		100% -----				
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	13.5	0.701	10.1	0.545	19.3	0.967	55.4
2	14.3	0.705	10.9	0.530	19.4	0.967	57.9
3	14.5	0.628	11.1	0.396	19.5	0.967	58.3
4	15.5	0.512	12.0	0.143	19.7	0.967	61.2
5	16.9	0.286	13.4	-----	19.9	0.967	66.3
6	17.8	-----	14.3	-----	20.0	0.967	70.0
7	18.4	-----	14.9	-----	20.0	0.967	72.6
8	18.2	-----	14.7	-----	20.0	0.967	71.4
9	16.8	0.301	13.3	-----	19.9	0.967	66.0
10	15.3	0.530	11.9	0.188	19.7	0.967	60.7
11	14.4	0.640	11.0	0.420	19.5	0.967	58.0
12	14.2	0.713	10.8	0.544	19.3	0.967	57.8

Poznámka: RHsi je relatívna vlhkosť na vnútornom povrchu, Tsi je teplota vnútorného povrchu a f,Rsi je teplotný faktor.

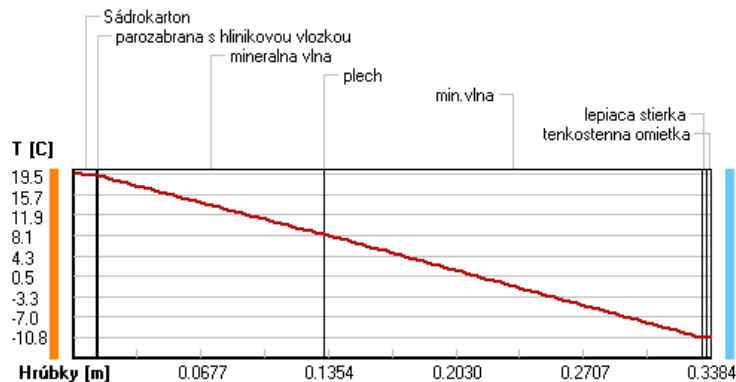
Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

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

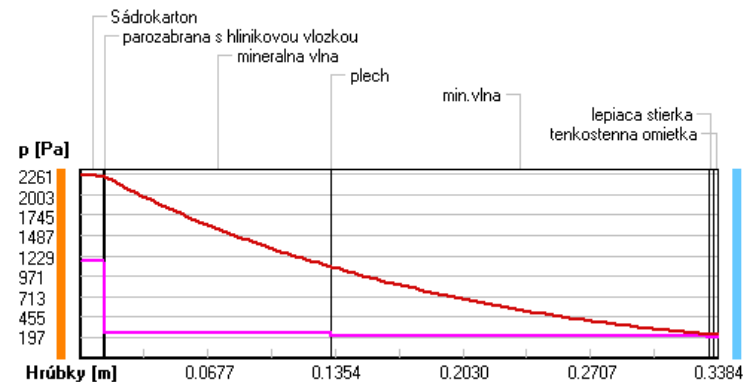
rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.5	19.2	19.2	8.3	8.3	-10.8	-10.8	-10.8
p [Pa]:	1168	1163	264	259	226	208	201	197
p,sat [Pa]:	2261	2228	2228	1093	1093	241	241	241

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.

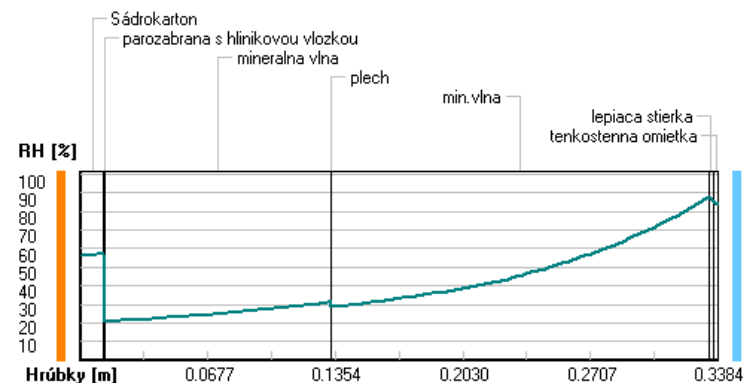
Teploty v typickom mieste konštrukcie v ustálených návrhových podmienkach



Čiast. tlaky vodnej pary v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



Rel. vlhkosti v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



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

Množstvo difundujúcej vodnej pary Gd : 9.460E-0009 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.

Rozmedzie relatívnych vlhkostí v jednotlivých materiáloch (pre posledný ročný cyklus):

Číslo	Názov	Trvanie príslušnej relatívnej vlhkosti v materiáli v dňoch za rok pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrokarton	151	152	62	---	---
2	parozabrána s	151	152	62	---	---

3	mineralna vlna	212	153	---	---	---
4	plech	212	153	---	---	---
5	min.vlna	---	92	183	90	---
6	lepiaca stierka	---	92	183	90	---
7	tenkostenna om	---	92	183	90	---

Poznámka: S pomocou tejto tabuľky možno zjednodušene odhadnúť, aké je riziko dosiahnutie nepripustné hmotnostnej vlhkosti materiálu či riziko jeho korózie.

Konkrétne pre drevo predpisuje ČSN 730540-2/Z1 maximálnu prípustnú hmotnostnú vlhkosť 18 %. Zo sorpčnej krivky pre daný typ dreva možno odvodiť, pri akej rel. vlhkosti vzduchu dosahuje drevo tejto kritickej hmotnostnej vlhkosti. Obvykle ide o cca 80 %.

Ak je v tabuľke vyššie pre drevo uvedený dlhodobější výskyt relatívnej vlhkosti nad 80 %, možno predpokladať, že požiadavka ČSN 730540-2 na maximálnu hmotnostnú vlhkosť dreva nebude splnená.

Teplota 2017, (c) 2016 Svoboda Software

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA STN 730540-2+Z1+Z2 (2019)

Názov konštrukcie: STE1 - obvodova stena

Rekapitulácia dát:

Teplota vnútorného vzduchu Tai: 20.00 C
Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu Fii: 50.00 %

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0.0125	0.220	9.0
2	parozabrána s hliníkovou vložkou	0.0002	0.430	95000.0
3	mineralna vlna	0.120	0.045	1.0
4	plech - PERFOROVANÝ	0.0007	50.000	1000.0
5	min.vlna	0.200	0.043	1.9
6	lepiaca stierka	0.003	0.800	50.0
7	tenkostenna omietka	0.002	0.700	40.0

I. Požiadavka na súčiniteľ prechodu tepla (čl. 5.1)

Vypočítaná hodnota U: 0.132 W/(m²K)
Normaliz. hodnota od 2013 do 2015... U,N: 0.32 W/(m²K)
U < U,N ... normalizovaná hodnota platná do 31.12.2015 je splnená.
Normaliz. hodnota od 2016 do 2020... U,r1: 0.22 W/(m²K)
U < U,r1 ... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.
Cieľová hodnota (normaliz. od 2021)... U,r2: 0.22 W/(m²K)
U < U,r2 ... cieľová normalizovaná hodnota je splnená.
Cieľová odporúčaná hodnota... U,r3: 0.15 W/(m²K)
U < U,r3 ... cieľová odporúčaná hodnota je splnená.

II. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 5.3)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka na vylúčenie vzniku plesní:

T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12.63 + 0.50 = 13.13 C

Vypočítaná hodnota T_{si}: 18.99 C

T_{si} > T_{si,N} ... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 6)

Požiadavky: 1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť priaznivá, tj. M_c < M_{ev} (M_c,vysl=0).
3. Množstvo kondenzátu musí byť M_c < 0,5 kg/(m².a).

Vypočítané hodnoty: V kci nedochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

POŽIADAVKY SÚ SPLNENÉ.

Fragment stavebnej konštrukcie spĺňa požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019 uplatňované pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020 kladené na tepelnoizolačné vlastnosti. Po uvedenom termíne bude splnená aj normalizovaná požiadavka. Splnené sú aj normalizované požiadavky pre obdobie výstavby od 1.1.2021 ako aj cieľové odporúčané požiadavky. Po uvedenom termíne však nadobúdajú platnosť aj prísnejšie energetické požiadavky a ním bude potrebné prispôsobiť hrúbku tepelného izolantu. Hrúbka tepelného izolantu smie byť navyšovaná len zo strany exteriéru. Nakoľko nie je známy typ použitej parotesnej vrstvy ani systém zabudovania, posúdenie šírenia vlhkosti má len informatívny charakter.

Dostatočnou perforáciou plechu sa zabránilo kondenzácii vodnej pary pod plechom. Takisto relatívna vlhkosť pod plechom výrazne poklesla. Návrh perforácie je potrebné spracovať v dokumentácii dodávateľa v zmysle konkrétneho typu kontajneru. Preukázanie plnenia požiadaviek STN 730540-2Z1+Z2/2019 na tepelnoizolačné vlastnosti a šírenie vlhkosti bude musieť byť obsiahnuté v dokumentácii dodávateľa v zmysle konkrétneho zvoleného kontajnerového systému.

Posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v tomto posúdení má len informatívny charakter a keďže v prípade kontajnerovej konštrukcie sa jedná o systémový prvok, návrh zámény trapézového plechu za iný materiál, prípadne návrh perforácie plechu je nevyhnutné spracovať dodávateľom stavby podľa konkrétneho systému kontajneru. Pokiaľ by bol použitý trapézový plech bez perforácie, mohlo by dochádzať na spodnej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a skondenzovaná vodná by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie skladby podľa systémového prvku dodávateľa.

Následne je vyhodnotená varianta pri ktorej by došlo k náhrade trapézového plechu za cementovláknité dosky alebo vhodné sadrovláknité dosky napr. Fermacell, nutné odsúhlasiť dotknutými profesiami.

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 2017

Názov úlohy : **STE1 - obvodova stena – náhrada trapézového plechu paropriepustnou doskou**
Cieľom výpočtu je ilustrovať náhradu trapézového plechu v skladbe konštrukcie za cementotrieskovú prípadne sadrovláknitú dosku.

Spracovateľ : Peter Mihalka
Zakázka :
Dátum :

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/m3]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0.0125	0.2200	1060.0	750.0	9.0
2	parozabrána s	0.0002	0.4300	1700.0	850.0	95000.0^
3	minerálna vlna	0.1200	0.0450	840.0	12.0	1.0
4	Desky CETRIS	0.0200	0.2400	1580.0	1300.0	78.8
5	min.vlna	0.2000	0.0430	840.0	175.0	1.9
6	lepiaca stierka	0.0030	0.8000	920.0	1300.0	50.0
7	tenkostenná om	0.0020	0.7000	920.0	1800.0	40.0

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 počítačová zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

^ ekvival. faktor dif. odporu s vplyvom netesností, stanovený interným výpočtom

Číslo	Kompletný názov vrstvy	Interný výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	parozabrána s hliníkovou vložkou	---
3	minerálna vlna	---
4	Desky CETRIS	---
5	min.vlna	---
6	lepiaca stierka	---
7	tenkostenná omietka	---

Okrajové podmienky výpočtu :

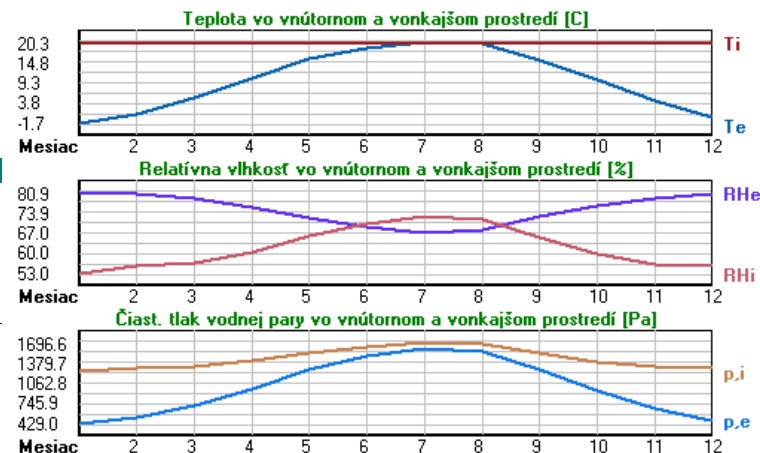
Odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Odpor pri prestupe tepla na vonkajšej strane Rse : 0.04 m2K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová vonkajšia teplota Te : -11.0 C
Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 83.0 %
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHl : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka [dni/hod.]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.0	53.0	1238.6	-1.7	80.9	429.0
2	28 672	20.0	55.7	1301.7	0.6	80.4	512.7
3	31 744	20.0	56.6	1322.7	5.3	78.6	699.8

4	30 720	20.0	60.1	1404.5	10.7	75.8	974.8
5	31 744	20.0	65.7	1535.4	15.6	72.2	1278.9
6	30 720	20.0	69.8	1631.2	18.6	69.2	1482.2
7	31 744	20.0	72.6	1696.6	20.3	67.1	1597.5
8	31 744	20.0	71.4	1668.6	19.7	67.9	1557.6
9	30 720	20.0	65.4	1528.4	15.4	72.4	1266.1
10	31 744	20.0	59.5	1390.5	10.0	76.2	935.2
11	30 720	20.0	56.2	1313.4	4.5	78.9	664.3
12	31 744	20.0	55.5	1297.0	-0.1	80.5	487.4

Poznámka: Tai, RHl a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak a 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 uplatní prírážka 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 : 7.465 m2K/W
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : 0.131 W/m2K
Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U,kc : 0.15 / 0.18 / 0.23 / 0.33 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 : 1.1E+0011 m/s
Teplotný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 572.2
Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 11.6 h

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

Vnútorná povrchová teplota pri výpočtových podmienkach Tsi,p : 19.00 C
Teplotný faktor v návrhových podmienkach f,Rsi,p : 0.968
Oba hodnoty platia pre odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane Rsi=0,25 m2K/W.

Číslo mesiaca	Minimálne požadované hodnoty pri max. rel. vlhkosti na vnútornej strane:	Vypočítané hodnoty
---------------	--------------------------------------------------------------------------	--------------------

	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	13.5	0.701	10.1	0.545	19.3	0.968	55.4
2	14.3	0.705	10.9	0.530	19.4	0.968	57.9
3	14.5	0.628	11.1	0.396	19.5	0.968	58.3
4	15.5	0.512	12.0	0.143	19.7	0.968	61.2
5	16.9	0.286	13.4	-----	19.9	0.968	66.3
6	17.8	-----	14.3	-----	20.0	0.968	70.0
7	18.4	-----	14.9	-----	20.0	0.968	72.6
8	18.2	-----	14.7	-----	20.0	0.968	71.4
9	16.8	0.301	13.3	-----	19.9	0.968	66.0
10	15.3	0.530	11.9	0.188	19.7	0.968	60.7
11	14.4	0.640	11.0	0.420	19.5	0.968	58.0
12	14.2	0.713	10.8	0.544	19.4	0.968	57.8

Poznámka: RHsi je relatívna vlhkosť na vnútornom povrchu, Tsi je teplota vnútorného povrchu a f,Rsi je teplotný faktor.

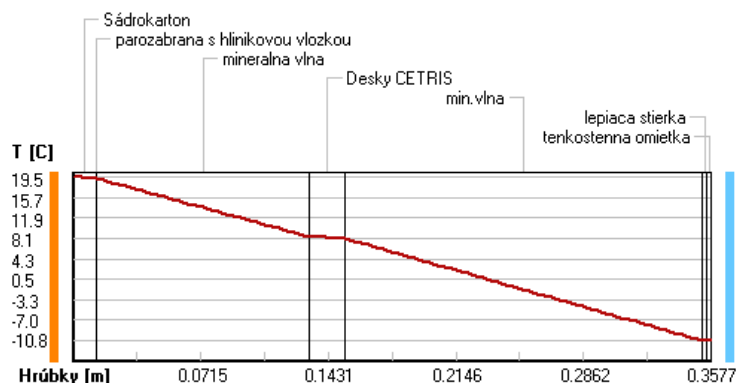
Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

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

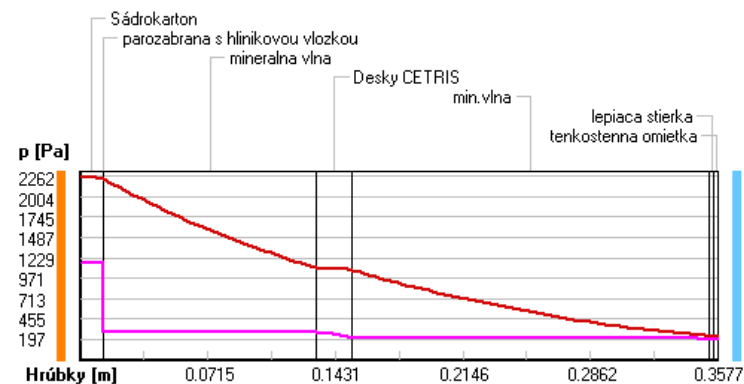
rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.5	19.2	19.2	8.4	8.1	-10.8	-10.8	-10.8
p [Pa]:	1168	1163	301	296	225	207	200	197
p,sat [Pa]:	2262	2229	2229	1103	1078	241	241	241

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.

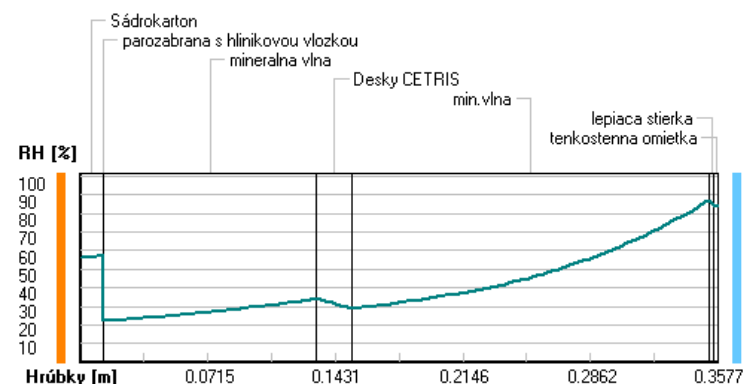
Teploty v typickom mieste konštrukcie v ustálených návrhových podmienkach



Čiast. tlaky vodnej pary v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



Rel. vlhkosti v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



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

Množstvo difundujúcej vodnej pary Gd : 9.073E-0009 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.

Rozmedzie relatívnych vlhkostí v jednotlivých materiáloch (pre posledný ročný cyklus):

Číslo	Názov	Trvanie príslušnej relatívnej vlhkosti v materiáli v dňoch za rok pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrokarton	151	152	62	---	---
2	parozabrána s	151	152	62	---	---

3	mineralna vlna	212	153	---	---	---
4	Desky CETRIS	212	153	---	---	---
5	min.vlna	---	92	183	90	---
6	lepiaca stierka	---	92	183	90	---
7	tenkostenna om	---	92	183	90	---

Poznámka: S pomocou tejto tabuľky možno zjednodušene odhadnúť, aké je riziko dosiahnutie nepripustné hmotnostnej vlhkosti materiálu či riziko jeho korózie.

Konkrétne pre drevo predpisuje ČSN 730540-2:Z1 maximálnu prípustnú hmotnostnú vlhkosť 18 %. Zo sorpčnej krivky pre daný typ dreva možno odvodiť, pri akej rel. vlhkosti vzduchu dosahuje drevo tejto kritickej hmotnostnej vlhkosti. Obvykle ide o cca 80 %.

Ak je v tabuľke vyššie pre drevo uvedený dlhodobý výskyt relatívnej vlhkosti nad 80 %, možno predpokladať, že požiadavka ČSN 730540-2 na maximálnu hmotnostnú vlhkosť dreva nebude splnená.

Teplu 2017, (c) 2016 Svoboda Software

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA STN 730540-2+Z1+Z2 (2019)

Názov konštrukcie: STE1 - obvodova stena

Rekapitulácia dát:

Teplota vnútorného vzduchu Tai: 20.00 C
Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu Fii: 50.00 %

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádkokarton	0.0125	0.220	9.0
2	parozabrána s hliníkovou vložkou	0.0002	0.430	95000.0
3	mineralna vlna	0.120	0.045	1.0
4	Desky CETRIS	0.020	0.240	78.8
5	min.vlna	0.200	0.043	1.9
6	lepiaca stierka	0.003	0.800	50.0
7	tenkostenna omietka	0.002	0.700	40.0

I. Požiadavka na súčiniteľ prechodu tepla (čl. 5.1)

Vypočítaná hodnota U: 0.131 W/(m²K)
Normaliz. hodnota od 2013 do 2015... U,N: 0.32 W/(m²K)
U < U,N ... normalizovaná hodnota platná do 31.12.2015 je splnená.
Normaliz. hodnota od 2016 do 2020... U,r1: 0.22 W/(m²K)
U < U,r1 ... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.
Cieľová hodnota (normaliz. od 2021)... U,r2: 0.22 W/(m²K)
U < U,r2 ... cieľová normalizovaná hodnota je splnená.
Cieľová odporúčaná hodnota... U,r3: 0.15 W/(m²K)
U < U,r3 ... cieľová odporúčaná hodnota je splnená.

II. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 5.3)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka na vylúčenie vzniku plesní:

Tsi,N = Tsi,80 + dTsi = 12.63 + 0.50 = 13.13 C

Vypočítaná hodnota Tsi: 19.00 C

Tsi > Tsi,N ... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 6)

Požiadavky: 1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť priaznivá, tj. M,c < M,ev (M,vysl=0).
3. Množstvo kondenzátu musí byť M,c < 0,5 kg/(m².a).

Vypočítané hodnoty: V kci nedochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

POŽIADAVKY SÚ SPLNENÉ.

Fragment stavebnej konštrukcie spĺňa požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019 uplatňované pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020 kladené na tepelnoizolačné vlastnosti. Po uvedenom termíne bude splnená aj normalizovaná požiadavka. Splnené sú aj normalizované požiadavky pre obdobie výstavby od 1.1.2021 ako aj cieľové odporúčané požiadavky. Po uvedenom termíne však nadobúdajú platnosť aj prísnejšie energetické požiadavky a nim bude potrebné prispôbiť hrúbku tepelného izolantu. Hrúbka tepelného izolantu smie byť navyšovaná len zo strany exteriéru. Nakoľko nie je známy typ použitej parotesnej vrstvy ani systém zabudovania, posúdenie šírenia vlhkosti má len informatívny charakter.

Náhradou plechu za paropriepustný materiál sa zabránilo kodenzácie vodnej pary v skladbe, takisto došlo k poklesu relatívnej vlhkosti v skladbe konštrukcie.

Posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v tomto posúdení má len informatívny charakter a keďže v prípade kontajnerovej konštrukcie sa jedná o systémový prvok, návrh zámeny trapézového plechu za iný materiál, prípadne návrh perforácie plechu je nevyhnutné spracovať dodávateľom stavby podľa konkrétneho systému kontajneru. Pokiaľ by bol použitý trapézový plech bez perforácie, mohlo by dochádzať na spodnej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a skondenzovaná vodná by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie skladby podľa systémového prvku dodávateľa.

Záver:

Pre správnu funkciu obvodovej steny z pohľadu šírenia vlhkosti je potrebné buď dostatočne perforovať trapézový plech alebo ho nahradiť za iný, paropriepustný materiál. Kovové prvky je potrebné ošetriť permanentnou protikoróznou ochranou. V prípade zabudovania trapézového plechu do skladby stavebnej konštrukcie hrozí riziko kondenzácie vodnej pary ktorá by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie.

STR1 – strecha

Strešná konštrukcia nad pôvodnou časťou aj prístavbou majú približne rovnaké zloženie a tak sa požiadavka na úpravu parotesnosti uplatňuje na obe bez rozdielu. Zníženie parotesnosti trapézového plechu je potrebné spracovať aj na existujúcej časti pokiaľ tak nebolo uskutočnené už v minulosti.

- **variant s použitím trapézového plechu bez úpravy** – výpočet preukázal kondenzáciu vodnej pary pod plechom, t.j. z interiérovej strany na kontakte tepelného izolantu s plechom, skondenzovaná vodná para môže ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie a v dokumentácii dodávateľa je preto potrebné navrhnúť pre konkrétny typ kontajnerového systému opatrenie
- **variant s perforáciou trapézového plechu** - dostatočnou perforáciou plechu sa podarilo znížiť riziko kondenzácie v skladbe konštrukcie. Správny systém perforácie je potrebné spracovať v dokumentácii dodávateľa

Pokiaľ by nebolo možné perforovať plech, bolo by potrebné odstrániť všetky vrstvy tepelného izolantu z interiérovej strany a aplikovať nové zateplenie identickej hrúbky tepelného izolantu zo strany podstrešného priestoru.

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 2017

Názov úlohy : STR1 – strecha

Výpočet slúži na ilustráciu vplyvu parotesného trapézového plechu v skladbe konštrukcie. Skondenzovaná vodná para môže ohroziť funkciu strešného plášťa.

Spracovateľ : Peter Mihalka
Zakázka :
Dátum :

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Strecha 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/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrokarton	0.0150	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	vzduchová duti	0.0350	0.2188*	1010.0	1.2	0.3	0.0000
3	parozabrána s	0.0002	0.3900	1700.0	850.0	95000.0^	0.0000
4	minerálna vlna	0.2000	0.0430	840.0	75.0	1.2	0.0000
5	Trapézové plec	0.0007	50.0000	870.0	7850.0	1000000.0	0.0000
6	minerálna vlna	0.2800	0.0430	840.0	75.0	1.2	0.0000
7	poistna hydroi	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	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 počítačovaná zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

* ekvival. tep. vodivosť s vplyvom tepelných mostov, stanovená interným výpočtom

^ ekvival. faktor dif. odporu s vplyvom netesností, stanovený interným výpočtom

Číslo	Kompletný názov vrstvy	Interný výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	vzduchová dutina/rost	veľká vzduch. dutina podľa EN ISO 6946 (štandard)
		Smer tepelného toku: hore Typ vzduchovej vrstvy: nevetraná Hrúbka vzduchovej vrstvy: 0.0350 m
3	parozabrána s hliníkovou vložkou	---
4	minerálna vlna/nosník	---
5	Trapézové plechy	---
6	minerálna vlna	---
7	poistna hydroizolácia	---

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 : 0.04 m2K/W
dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.04 m2K/W

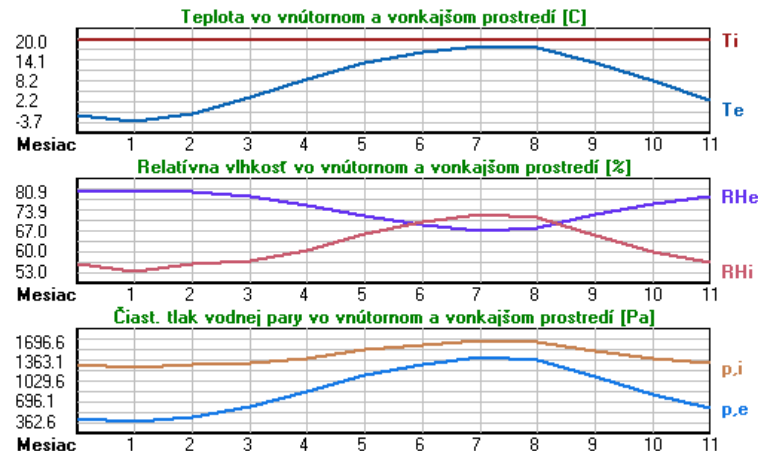
Návrhová vonkajšia teplota Te : -11.0 C
Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 83.0 %
Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHl : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka [dni/hod.]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
--------	------------------	---------	---------	---------	--------	---------	---------

1	31	744	20.0	53.0	1238.6	-3.7	80.9	362.6
2	28	672	20.0	55.7	1301.7	-1.4	80.4	437.1
3	31	744	20.0	56.6	1322.7	3.3	78.6	608.1
4	30	720	20.0	60.1	1404.5	8.7	75.8	852.3
5	31	744	20.0	65.7	1535.4	13.6	72.2	1124.0
6	30	720	20.0	69.8	1631.2	16.6	69.2	1306.6
7	31	744	20.0	72.6	1696.6	18.3	67.1	1410.5
8	31	744	20.0	71.4	1668.6	17.7	67.9	1374.5
9	30	720	20.0	65.4	1528.4	13.4	72.4	1112.5
10	31	744	20.0	59.5	1390.5	8.0	76.2	817.0
11	30	720	20.0	56.2	1313.4	2.5	78.9	576.7
12	31	744	20.0	55.5	1297.0	-2.1	80.5	412.8

Poznámka:

Tai, RHl a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak a 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).



Priemerná mesačná vonkajšia teplota Te bola v súlade s STN EN ISO 13788 znížená o 2 C (orientačné zohľadnení výmeny tepla sálaním medzi strechou a oblohou).

Pre-vnútoré prostredie sa uplatnila prírážka 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 : 11.392 m2K/W
Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : 0.087 W/m2K
Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U,kc : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 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 : 3.8E+0012 m/s
Tepelný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 563.3
Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 12.1 h

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

Vnútorá povrchová teplota pri výpočtových podmienkach Tsi,p : 19.34 C

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

Obe hodnoty platia pre odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$.

0.979

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	13.5	0.726	10.1	0.584	19.5	0.979	54.7
2	14.3	0.733	10.9	0.574	19.5	0.979	57.3
3	14.5	0.672	11.1	0.468	19.6	0.979	57.9
4	15.5	0.598	12.0	0.295	19.8	0.979	61.0
5	16.9	0.509	13.4	-----	19.9	0.979	66.3
6	17.8	0.357	14.3	-----	19.9	0.979	70.1
7	18.4	0.083	14.9	-----	20.0	0.979	72.8
8	18.2	0.207	14.7	-----	20.0	0.979	71.6
9	16.8	0.513	13.3	-----	19.9	0.979	66.0
10	15.3	0.609	11.9	0.323	19.7	0.979	60.5
11	14.4	0.681	11.0	0.487	19.6	0.979	57.5
12	14.2	0.739	10.8	0.585	19.5	0.979	57.2

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

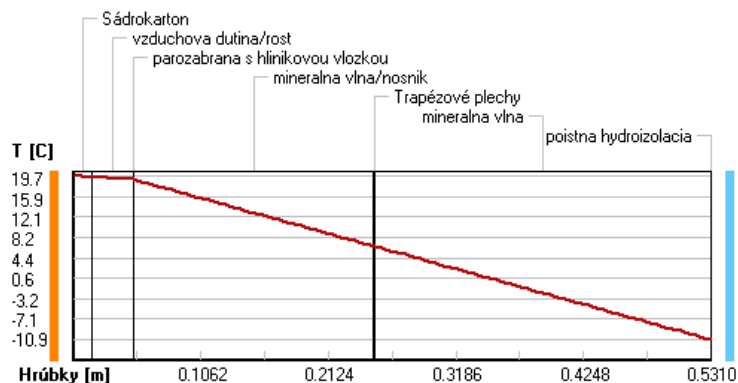
Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

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

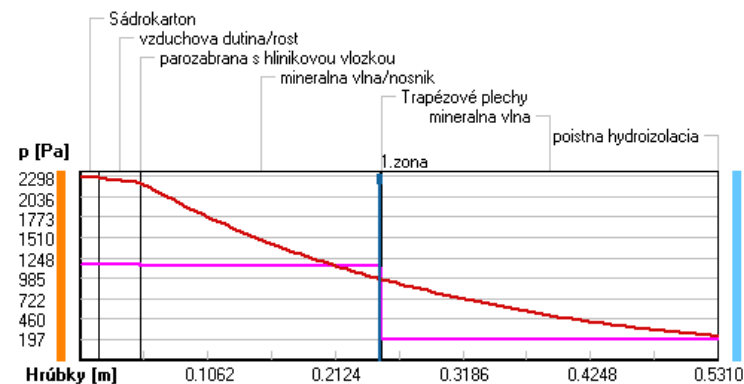
rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.7	19.5	19.1	19.1	6.6	6.6	-10.9	-10.9
p [Pa]:	1168	1168	1168	1143	1142	197	197	197
p.sat [Pa]:	2298	2272	2212	2212	975	975	239	239

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.

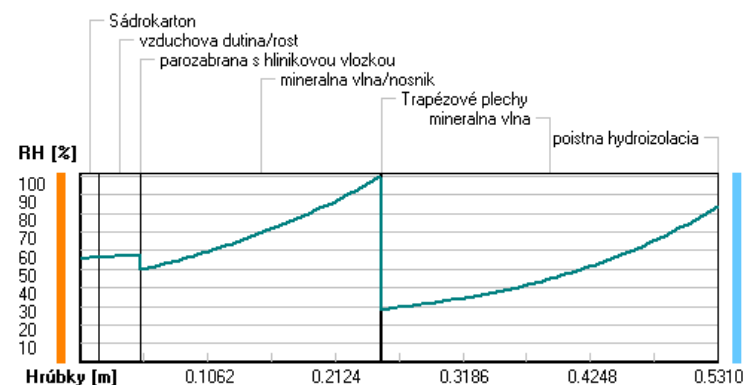
Teploty v typickom mieste konštrukcie v ustálených návrhových podmienkach



Čiast. tlaky vodnej pary v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



Rel. vlhkosti v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzačnej zóny ľavá	pravá	Množstvo kondenzujúcej vodnej pary [kg/(m2s)]
1	0.2502	0.2502	1.773E-0009

Ročná bilancia skondenzovanej a vypariteľnej vodnej pary:

Množstvo skondenzovanej vodnej pary za rok $M_{c,a}$: 0.0024 kg/(m2.rok)

Množstvo vypariteľnej vodnej pary za rok $M_{v,a}$: 0.1732 kg/(m2.rok)

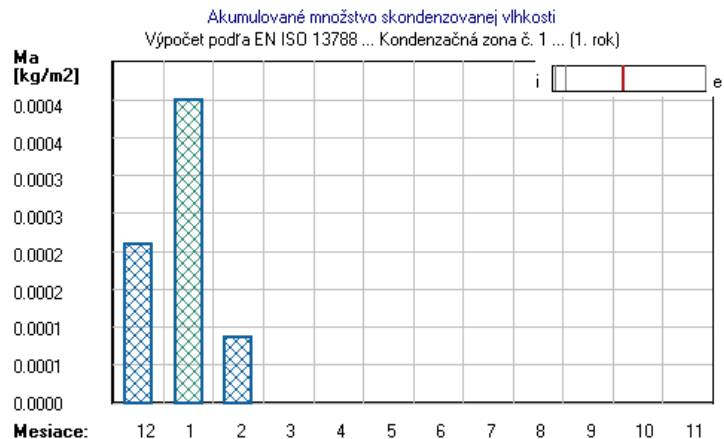
Ku kondenzácii dochádza pri vonkajšej teplote nižšej ako -5.0 C.

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

Ročný cyklus č. 1

V konštrukcii dochádza ku kondenzácii počas modelového roka.

Kondenzačná zóna č. 1



Mesiac	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za mesiac		Kondenz./výpar. v kg/m2 za mesiac	Akumul. vlhkost v kg/m2 za mesiac
	ľavá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
12	0.2502	0.2502	0.0009	0.0007	0.0002	0.0002
1	0.2502	0.2502	0.0008	0.0006	0.0002	0.0004
2	0.2502	0.2502	0.0003	0.0006	-0.0003	0.0001
3	---	---	-0.0042	0.0007	-0.0049	0.0000
4	---	---	---	---	---	---
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množstvo zskondenovanej vodnej pary za rok $M_{c,a}$:	0.0004 kg/m2
Množstvo vypariteľnej vodnej pary za rok $M_{e,v}$ je min.:	0.0004 kg/m2
z toho sa odparí do exteriéru:	0.0001 kg/m2
..... a do interiéru:	0.0003 kg/m2

Na konci modelového roka je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{e,v}$).

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.

Rozmedzie relatívnych vlhkostí v jednotlivých materiáloch (pre posledný ročný cyklus):

Číslo	Názov	Trvanie príslušnej relatívnej vlhkosti v materiáli v dňoch za rok	pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrokarton	151	122	92	---	---	---
2	vzduchová duti	151	122	92	---	---	---
3	parozabrána s	151	122	92	---	---	---
4	minerálna vlna	---	---	153	122	90	---
5	Trapézové plec	---	---	153	122	90	---
6	minerálna vlna	---	92	242	31	---	---
7	poistna hydroi	---	92	242	31	---	---

Poznámka: S pomocou tejto tabuľky možno zjednodušene odhadnúť, aké je riziko dosiahnutie neprijateľnej vlhkosti materiálu či riziko jeho korózie.

Konkrétne pre drevo predpisuje ČSN 730540-2/Z1 maximálnu prípustnú hmotnostnú vlhkosť 18 %. Zo sorpčnej krivky pre daný typ dreva možno odvodiť, pri akej rel. vlhkosti vzduchu dosahuje drevo tejto kritickéj hmotnostnej vlhkosti. Obvykle ide o cca 80 %.

Ak je v tabuľke vyššie pre drevo uvedený dlhodobější výskyt relatívnej vlhkosti nad 80 %, možno predpokladať, že požiadavka ČSN 730540-2 na maximálnu hmotnostnú vlhkosť dreva nebude splnená.

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA STN 730540-2+Z1+Z2 (2019)

Názov konštrukcie: STR1 - strecha

Rekapitulácia dát:

Teplota vnútorného vzduchu T_{ai} : 20.00 C
Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu F_{ii} : 50.00 %

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0.015	0.220	9.0
2	vzduchová dutina/rost	0.035	0.2188	0.29
3	parozabrána s hliníkovou vložkou	0.0002	0.390	95000.0
4	minerálna vlna/nosník	0.200	0.043	1.2
5	Trapézové plechy	0.0007	50.000	1000000.0
6	minerálna vlna	0.280	0.043	1.2
7	poistna hydroizolácia	0.0001	0.350	130.0

I. Požiadavka na súčiniteľ prechodu tepla (čl. 5.1)

Vypočítaná hodnota U: 0.087 W/(m²K)

Normaliz. hodnota od 2013 do 2015... $U_{i,N}$: 0.25 W/(m²K)

$U < U_{i,N}$... normalizovaná hodnota platná do 31.12.2015 je splnená.

Normaliz. hodnota od 2016 do 2020... $U_{i,r1}$: 0.20 W/(m²K)

$U < U_{i,r1}$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Cieľová hodnota (normaliz. od 2021)... $U_{i,r2}$: 0.20 W/(m²K)

$U < U_{i,r2}$... cieľová normalizovaná hodnota je splnená.

Cieľová odporúčaná hodnota... $U_{i,r3}$: 0.15 W/(m²K)

$U < U_{i,r3}$... cieľová odporúčaná hodnota je splnená.

II. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 5.3)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka na vylúčenie vzniku plesní:

$T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12.63 + 0.50 = 13.13$ C

Vypočítaná hodnota T_{si} : 19.34 C

$T_{si} > T_{si,N}$... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 6)

Požiadavky:

1. Skondenovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť priaznivá, tj. $M_{c,c} < M_{e,v}$ ($M_{c,vysl}=0$).
3. Množstvo kondenzátu musí byť $M_{c,c} < 0,1$ kg/(m².a).

Vypočítané hodnoty: V kci dochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

Ročné množstvo zskondenovanej vodnej pary $M_{c,c} = 0.0024$ kg/m²,rok

Ročné množstvo vypariteľnej vodnej pary $M_{e,v} = 0.1732$ kg/m²,rok

Vyhodnotenie 1. požiadavky musí urobiť projektant.

$M_{i,c} < M_{i,ev}$... 2. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.
 $M_{i,c} < 0.1 \text{ kg/m}^2$... 3. POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Fragment stavebnej konštrukcie bude spĺňať požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019 kladené na tepelnoizolačné vlastnosti uplatňované pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020, splnené budú aj normalizované a cieľové odporúčané požiadavky pre obdobie výstavby od 1.1.2021. Za podmienok výpočtu však dochádza na spodnej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a kondenzát by mohol ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie, odporúča sa preto znížiť difúzny odpor trapézového plechu napr. dostatočnou perforáciou.

Posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v tomto posúdení má len informatívny charakter a keďže v prípade kontajnerovej konštrukcie sa jedná o systémový prvok, návrh zámeny trapézového plechu za iný materiál, prípadne návrh perforácie plechu je nevyhnutné spracovať dodávateľom stavby podľa konkrétneho systému kontajneru. Pokiaľ by bol použitý trapézový plech bez perforácie, mohlo by dochádzať na spodnej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a skondenzovaná vodná by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie skladby podľa konkrétneho systémového prvku dodávateľa.

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 2017

Názov úlohy : **STR1 – strecha – perforovaný plech**
Výpočet slúži na ilustráciu vplyvu perforácie trapézového plechu čím sa podarilo eliminovať kondenzáciu vodnej pary.

Spracovateľ : Peter Mihalka
 Zakázka :
 Dátum :

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMIENKY :

Typ hodnotenej konštrukcie : Strecha 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/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Sádrokarton	0.0150	0.2200	1060.0	750.0	9.0	0.0000
2	vzduchová duti	0.0350	0.2188*	1010.0	1.2	0.3	0.0000
3	parozabrána s	0.0002	0.3900	1700.0	850.0	95000.0^	0.0000
4	minerálna vlna	0.2000	0.0430	840.0	75.0	1.2	0.0000
5	Trapézové plechy – PERFOROVANÉ	0.0007	50.0000	870.0	7850.0	1000.0	0.0000
6	minerálna vlna	0.2800	0.0430	840.0	75.0	1.2	0.0000
7	poistna hydroi	0.0001	0.3500	1450.0	800.0	130.0	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 počítačová zabudovaná vlhkosť vo vrstve.

* ekvival. tep. vodivosť s vplyvom tepelných mostov, stanovená interným výpočtom
 ^ ekvival. faktor dif. odporu s vplyvom netesnosti, stanovený interným výpočtom

Číslo	Kompletný názov vrstvy	Interný výpočet tep. vodivosti
1	Sádrokarton	---
2	vzduchová dutina/rost	veľká vzduch. dutina podľa EN ISO 6946 (štandard)
		Smer tepelného toku: hore Typ vzduchovej vrstvy: nevetraná Hrúbka vzduchovej vrstvy: 0.0350 m
3	parozabrána s hliníkovou vložkou	---
4	minerálna vlna/nosník	---
5	Trapézové plechy	---
6	minerálna vlna	---
7	poistna hydroizolácia	---

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 : 0.04 m2K/W
 dtto pre výpočet vnútornej povrchovej teploty Rse : 0.04 m2K/W

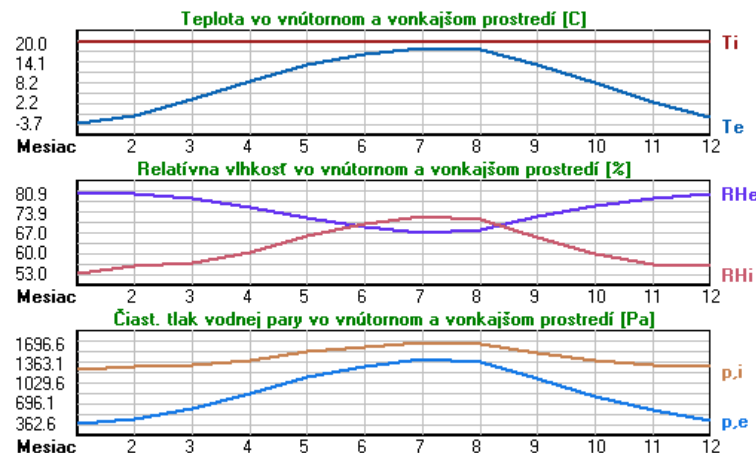
Návrhová vonkajšia teplota Te : -11.0 C
 Návrhová teplota vnútorného vzduchu Tai : 20.0 C
 Návrhová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu RHe : 83.0 %
 Návrhová relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu RHl : 50.0 %

Mesiac	Dĺžka [dni/hod.]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
--------	------------------	---------	---------	---------	--------	---------	---------

1	31	744	20.0	53.0	1238.6	-3.7	80.9	362.6
2	28	672	20.0	55.7	1301.7	-1.4	80.4	437.1
3	31	744	20.0	56.6	1322.7	3.3	78.6	608.1
4	30	720	20.0	60.1	1404.5	8.7	75.8	852.3
5	31	744	20.0	65.7	1535.4	13.6	72.2	1124.0
6	30	720	20.0	69.8	1631.2	16.6	69.2	1306.6
7	31	744	20.0	72.6	1696.6	18.3	67.1	1410.5
8	31	744	20.0	71.4	1668.6	17.7	67.9	1374.5
9	30	720	20.0	65.4	1528.4	13.4	72.4	1112.5
10	31	744	20.0	59.5	1390.5	8.0	76.2	817.0
11	30	720	20.0	56.2	1313.4	2.5	78.9	576.7
12	31	744	20.0	55.5	1297.0	-2.1	80.5	412.8

Poznámka:

Tai, RHl a Pi sú priem. mesačné parametre vnútorného vzduchu (teplota, relatívna vlhkosť a čiastočný tlak a 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).



Priemerná mesačná vonkajšia teplota Te bola v súlade s STN EN ISO 13788 znížená o 2 C (orientačné zohľadnení výmeny tepla sálaním medzi strechou a oblohou).
 Pre-vnúťomé prostredie sa uplatnila prírážka 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 : 11.392 m2K/W
 Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U : 0.087 W/m2K
 Súčiniteľ prechodu zabudovanej kce U,kc : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 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 : 1.0E+0011 m/s
 Tepelný útlm konštrukcie Ny* podľa STN EN ISO 13786: 563.3
 Fázový posun teplotného kmitu Psi* podľa STN EN ISO 13786: 12.1 h

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

Vnúťomá povrchová teplota pri výpočtových podmienkach Tsi,p : 19.34 C

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

Obe hodnoty platia pre odpor pri prestupe tepla na vnútornej strane $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$.

0.979

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	13.5	0.726	10.1	0.584	19.5	0.979	54.7
2	14.3	0.733	10.9	0.574	19.5	0.979	57.3
3	14.5	0.672	11.1	0.468	19.6	0.979	57.9
4	15.5	0.598	12.0	0.295	19.8	0.979	61.0
5	16.9	0.509	13.4	-----	19.9	0.979	66.3
6	17.8	0.357	14.3	-----	19.9	0.979	70.1
7	18.4	0.083	14.9	-----	20.0	0.979	72.8
8	18.2	0.207	14.7	-----	20.0	0.979	71.6
9	16.8	0.513	13.3	-----	19.9	0.979	66.0
10	15.3	0.609	11.9	0.323	19.7	0.979	60.5
11	14.4	0.681	11.0	0.487	19.6	0.979	57.5
12	14.2	0.739	10.8	0.585	19.5	0.979	57.2

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

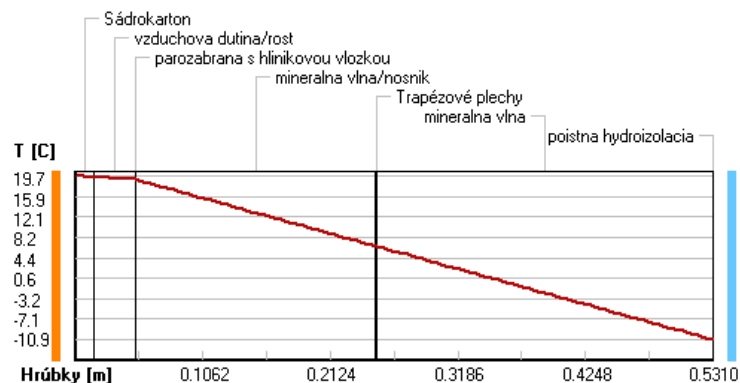
Difúzia vodnej pary pri výp. podmienkach a bilancia vodnej pary podľa STN 730540-2: (bez vplyvu zabudovanej vlhkosti a slnečného žiarenia)

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

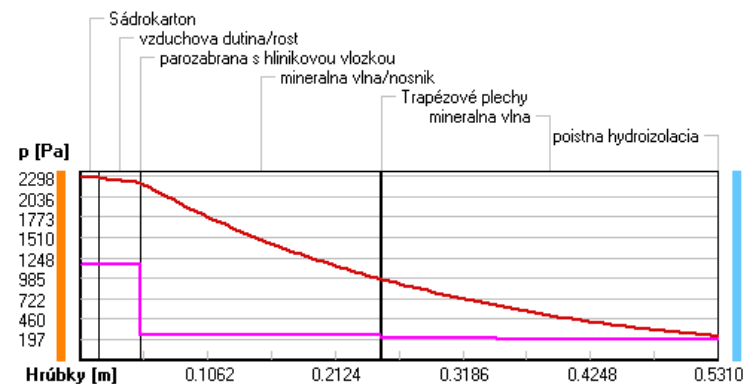
rozhranie:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.7	19.5	19.1	19.1	6.6	6.6	-10.9	-10.9
p [Pa]:	1168	1162	1162	258	247	213	197	197
p.sat [Pa]:	2298	2272	2212	2212	975	975	239	239

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

Teploty v typickom mieste konštrukcie v ustálených návrhových podmienkach



Čiast. tlaky vodnej pary v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



Rel. vlhkosti v typickom mieste konštrukcie v ustál. návrh. podmienkach



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

Množstvo difundujúcej vodnej pary G_d : $9.510E-0009 \text{ kg/(m}^2\text{s)}$

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 vykonané 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.

Rozmedzie relatívnych vlhkostí v jednotlivých materiáloch (pre posledný ročný cyklus):

Číslo	Názov	Trvanie príslušnej relatívnej vlhkosti v materiáli v dňoch za rok pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Sádrokarton	182	121	62	---	---
2	vzduchová duti	151	122	92	---	---

3	parozabrána s	151	122	92	---	---
4	minerálna vlna	273	92	---	---	---
5	Trapézové plec	273	92	---	---	---
6	minerálna vlna	---	92	183	90	---
7	poistna hydroi	---	92	183	90	---

Poznámka: S pomocou tejto tabuľky možno zjednodušene odhadnúť, aké je riziko dosiahnutie nepripustné hmotnostnej vlhkosti materiálu či riziko jeho korózie.

Konkrétne pre drevo predpisuje ČSN 730540-2/Z1 maximálnu prípustnú hmotnostnú vlhkosť 18 %. Zo sorpčnej krivky pre daný typ dreva možno odvodiť, pri akej rel. vlhkosti vzduchu dosahuje drevo tejto kritickej hmotnostnej vlhkosti. Obvykle ide o cca 80 %.

Ak je v tabuľke vyššie pre drevo uvedený dlhodobější výskyt relatívnej vlhkosti nad 80 %, možno predpokladať, že požiadavka ČSN 730540-2 na maximálnu hmotnostnú vlhkosť dreva nebude splnená.

Teplu 2017, (c) 2016 Svoboda Software

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA STN 730540-2+Z1+Z2 (2019)

Názov konštrukcie: STR1 - strecha

Rekapitulácia dát:

Teplota vnútorného vzduchu Tai: 20.00 C
Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu Fii: 50.00 %

Hodnotená konštrukcia:

Číslo	Názov vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0.015	0.220	9.0
2	vzduchová dutina/rost	0.035	0.2188	0.29
3	parozabrána s hliníkovou vložkou	0.0002	0.390	95000.0
4	minerálna vlna/nosník	0.200	0.043	1.2
5	Trapézové plechy - PERFOROVANÉ	0.0007	50.000	1000.0
6	minerálna vlna	0.280	0.043	1.2
7	poistna hydroizolácia	0.0001	0.350	130.0

I. Požiadavka na súčiniteľ prechodu tepla (čl. 5.1)

Vypočítaná hodnota U: 0.087 W/(m²K)
Normaliz. hodnota od 2013 do 2015... U,N: 0.20 W/(m²K)
U < U,N ... normalizovaná hodnota platná do 31.12.2015 je splnená.
Normaliz. hodnota od 2016 do 2020... U,r1: 0.15 W/(m²K)
U < U,r1 ... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.
Cieľová hodnota (normaliz. od 2021)... U,r2: 0.15 W/(m²K)
U < U,r2 ... cieľová normalizovaná hodnota je splnená.
Cieľová odporúčaná hodnota... U,r3: 0.10 W/(m²K)
U < U,r3 ... cieľová odporúčaná hodnota je splnená.

II. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu (čl. 5.3)

Táto požiadavka sa nevzťahuje na presklené výplne.

Požiadavka na vylúčenie vzniku plesní:

T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12.63 + 0.50 = 13.13 C

Vypočítaná hodnota T_{si}: 19.34 C

T_{si} > T_{si,N} ... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Pozn.: Povrch. teploty v mieste tepelných mostov v skladbe je nutné určiť riešením teplotného poľa.

III. Požiadavky na šírenie vlhkosti konštrukciou (čl. 6)

Požiadavky: 1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť priaznivá, tj. M_c < M_{ev} (M_{ev} = 0).
3. Množstvo kondenzátu musí byť M_c < 0,1 kg/(m².a).

Vypočítané hodnoty: V kci nedochádza pri ext. výpočt. teplote ku kondenzácii.

POŽIADAVKY SÚ SPLNENÉ.

Fragment stavebnej konštrukcie bude spĺňať požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019 kladené na tepelnoizolačné vlastnosti uplatňované pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020, splnené budú aj normalizované a cieľové odporúčané požiadavky pre obdobie výstavby od 1.1.2021. Za podmienok výpočtu sa perforáciou trapézového plechu podarilo eliminovať kondenzáciu vodnej pary v skladbe konštrukcie.

Posúdenie šírenia vlhkosti uvedené v tomto posúdení má len informatívny charakter a keďže v prípade kontajnerovej konštrukcie sa jedná o systémový prvok, návrh zámienky trapézového plechu za iný materiál, prípadne návrh perforácie plechu je nevyhnutné spracovať dodávateľom stavby podľa konkrétneho systému kontajneru. Pokiaľ by bol použitý trapézový plech bez perforácie, mohlo by dochádzať na spodnej strane plechu ku kondenzácii vodnej pary a skondenzovaná vodná by mohla ohroziť funkciu stavebnej konštrukcie. V dokumentácii dodávateľa je preto potrebné zabezpečiť tepelnotechnické posúdenie skladby podľa systémového prvku dodávateľa.

Pokiaľ by nebolo možné perforovať plech, bolo by potrebné odstrániť všetky vrstvy tepelného izolantu z interiérovej strany a aplikovať nové zateplenie identickej hrúbky tepelného izolantu zo strany podstrešného priestoru.

PRÍLOHA B
STN EN ISO 13370 - VÝPOČET SÚČINITELĽA PRECHODU TEPLA PODLAHY NA TERÉNE

PROJEKT:

Označenie konštr.:	Názov konštrukcie:	Plocha podlahy (m²)	Obvod podlahy (m)
POD1	Podlaha na teréne	385.94 m²	80.53 m

Súčiniteľ tepelnej vodivosti zeminy = 2.0 W/(m.K) Nová budova: do 0,5m pod vonk. terénom

Číslo	Skladba	d	Podiel 1	Podiel 2	λ_1	λ_2	d/ λ
	z interiéru do exteriéru	[m]	[%]	[%]	[W/mK]	[W/mK]	[m²K/W]
1	dlažba	0.010	100.00		1.100		0.009
2	lepidlo	0.005	100.00		1.100		
3	samonivelačná stierka	0.003	100.00		1.100		
4	betónová doska + PE fólia	0.055	100.00		1.300		0.042
5	parozábrana						
6	XPS	0.120	100.00		0.038		3.158
7	trapézový plech	0.001	100.00		60.000		0.000
8	XPS	0.180	100.00		0.038		4.737
9							
10							
Celková hrúbka konštrukcie [m]							0.374
Tepelný odpor podlahy na teréne z vrstiev uložených nad HI [m².K/W]							7.946
Normová hodnota tepelného odporu R_N [(m².K)/W]							2.500
Konštrukcia vyhovuje hodnote tepelného odporu vrstiev uložených nad HI							

Charakteristický rozmer podlahy [m]: $B' = 9.585$ m

Celková hrúbka obvodovej steny [m]: $w = 0.350$ m

Ekvivalentná hrúbka dt [m]: $dt = 16.662$ m

☐ $dt < B'$ (neizolované a mierne izolované podlahy)

☒ $dt \geq B'$ (dobře izolované podlahy)

Základná hodnota súč. prechodu tepla $U_o = 0.095$ W/(m².K)

Podlaha bez tepelnej izolácie po okrajoch

0.200

1.200

Súčiniteľ prechodu tepla	$U = 0.095$ W/(m².K)
Ustálená tepelná priepustnosť	$L_s = 36.68$ W/K

Tepelnotechnické posúdenie otvorových konštrukcií podľa STN 730540-2Z1+Z2/2019

Poznámka: požiadavka na maximálnu hodnotu platí len pre obnovované budovy, požiadavka na normalizované hodnoty platí pre obdobie výstavby do 31.12.2015, požiadavka na odporúčanú hodnotu platí pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020, požiadavka na Cieľovú odporúčanú hodnotu platí pre obdobie výstavby po 1.1.2021.

Plnenie vedených požiadaviek pre jednotlivé obdobia výstavby je uvedené v nasledovnej tabuľkovej časti.

Pre obdobie výstavby od 1.1.2016 do 31.12.2020 je potrebné splniť požiadavku $U_w \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$, po uvedenom termíne $U_w \leq 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$ resp. sa odporúča $U_w \leq 0,65 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Podľa STN 730540-2Z1/2016 požiadavka na $U_w \leq 1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ platí pre všetky okná s plochou nad $1,8 \text{ m}^2$, všetky menšie okná však musia byť vyrobené z komponentov ktoré uvedenú požiadavku spĺňajú.

Tepelnotechnické posúdenie otvorových konštrukcií podľa STN 730540-2Z1+Z2:2019, bod.4, tab.2

Č.r.	Označenie otvorovej konštrukcie	Popis otvorovej konštrukcie	Rozmery		Súčiniteľ prechodu tepla			Lineárny stratový súčiniteľ	Plocha			%	Dĺžka dišt. listy	Súčiniteľ prechodu tepla	Posúdenie pre rôzne úrovne výstavby									
			šírka	výška	rámu	zasklenie resp. výplň	prirážka pre str.okno		celá otv. konštr.	rám	zasklenie resp. výplň				maximálna hodnota $U_{w,max}$ obnovované budovy		normalizovaná hodnota $U_{w,N}$ požiadavka do 31.12.2015		odporúčaná hodnota $U_{w,r1}$ požiadavka od 1.1.2016 do 31.12.2020		cieľová hodnota od 1.1.2021 normalizovaná (požadovaná) $U_{w,r2}$ požiadavka od 1.1.2021		cieľová hodnota od 1.1.2021 odporúčaná $U_{w,r3}$ požiadavka od 1.1.2021	
			b	h	U _f	U _g		ψ	A	A _f	A _g		l	U _w	požad.	hodn.	požad.	hodn.	požad.	hodn.	požad.	hodn.	požad.	hodn.
			(m)	(m)	(W/m ² K)	(W/m ² K)	(W/m ² K)	(W/m.K)	(m ²)	(m ²)	(m ²)	(%)	(m)	(W/m ² K)	(W/m ² K)	(-)	(W/m ² K)	(-)	(W/m ² K)	(-)	(W/m ² K)	(-)	(W/m ² K)	(-)
1	Sever																							
2	1NP																							
3	dvere	hliníkové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.650	2.100	1.30	0.50	0.00	0.080	3.465	0.972	2.493	28.0	11.484	0.989	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✗	0.65	✗
4	nadsvetlík	hliníkové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.650	0.400	1.30	0.50	0.00	0.080	0.660	0.370	0.290	56.1	3.300	1.348	1.7	✓	1.4	✓	1	■	0.85	■	0.65	■
5																								
6	2NP																							
7	dvere	hliníkové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.650	2.100	1.30	0.50	0.00	0.080	3.465	0.972	2.493	28.0	11.484	0.989	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✗	0.65	✗
8	nadsvetlík	hliníkové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.650	0.400	1.30	0.50	0.00	0.080	0.660	0.370	0.290	56.1	3.300	1.348	1.7	✓	1.4	✓	1	■	0.85	■	0.65	■
9																								
10																								
11																								
12	Juh																							
13	1NP																							
14	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.850	1.750	0.95	0.50	0.00	0.060	3.238	0.990	2.248	30.6	12.000	0.860	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✗	0.65	✗
15																								
16	2NP																							
17	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.850	1.750	0.95	0.50	0.00	0.060	3.238	0.990	2.248	30.6	12.000	0.860	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✗	0.65	✗
18																								
19																								
20																								

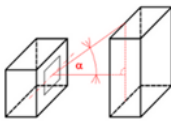
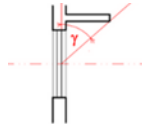
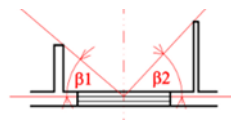
[illegible]

60																								
61	2NP																							
62	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.900	2.000	0.95	0.50	0.00	0.060	3.800	1.080	2.720	28.4	13.200	0.836	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✓	0.65	✗
63	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.900	2.000	0.95	0.50	0.00	0.060	3.800	1.080	2.720	28.4	13.200	0.836	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✓	0.65	✗
64	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.900	2.000	0.95	0.50	0.00	0.060	3.800	1.080	2.720	28.4	13.200	0.836	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✓	0.65	✗
65	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.900	2.000	0.95	0.50	0.00	0.060	3.800	1.080	2.720	28.4	13.200	0.836	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✓	0.65	✗
66	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.600	0.650	0.95	0.50	0.00	0.060	1.040	0.455	0.585	43.8	4.400	0.951	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	■	0.65	■
67	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.600	0.650	0.95	0.50	0.00	0.060	1.040	0.455	0.585	43.8	4.400	0.951	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	■	0.65	■
68	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.600	0.650	0.95	0.50	0.00	0.060	1.040	0.455	0.585	43.8	4.400	0.951	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	■	0.65	■
69	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.900	2.000	0.95	0.50	0.00	0.060	3.800	1.080	2.720	28.4	13.200	0.836	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✓	0.65	✗
70	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.850	2.000	0.95	0.50	0.00	0.060	3.700	1.065	2.635	28.8	13.000	0.840	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✓	0.65	✗
71	okno	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer	1.800	2.350	0.95	0.50	0.00	0.060	4.230	1.155	3.075	27.3	14.200	0.824	1.7	✓	1.4	✓	1	✓	0.85	✓	0.65	✗
72																								

Vysvetlivky

- ✓ otvorová konštrukcia spĺňa požiadavky pre danú úroveň výstavby
- otvorová konštrukcia musí byť vybená z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky STN 730540-2Z1+Z2/2019, tab. 2
- ✗ otvorová konštrukcia nespĺňa požiadavky pre danú úroveň výstavby

Výpočet tieniacich faktorov podľa STN EN ISO 52016-1

Č. r.	Označenie otvorovej konštrukcie	Orient.	Faktor rámov	Tienenie horizontu					Tienenie vystupujúcimi konštrukciami - lodžie, balkóny					Tienenie bočnými presahmi - vľavo					Tienenie bočnými presahmi - vpravo					Výsledný	
																			tieniaci						
				Ff	Vodorov. vzdial. (m)	Prevýš. (m)	Vodorov. uhol α (°)	Fhor (-)	Dĺžka vyst.konstr. (m)	Výška od stredu okna (m)	Uhol γ (°)	Fov (-)	Dĺžka steny (m)	Vodorov. vzdial. (m)	Uhol $\beta 1$ (°)	Ffin vľavo (-)	Dĺžka steny (m)	Vodorov. vzdial. (m)	Uhol $\beta 2$ (°)	Ffin vpravo (-)	výpočet	uvažované vo výpočte			
1	Sever																								
2	1NP																								
3	dvere	S	0.280					1.000	1.50	1.50	45.00	0.803			1.000				1.000	0.578	0.500				
4	nadsvetlík	S	0.561					1.000	1.50	1.50	45.00	0.803			1.000				1.000	0.353	0.353				
5																									
6	2NP																								
7	dvere	S	0.280					1.000	1.50	1.50	45.00	0.803			1.000				1.000	0.578	0.500				
8	nadsvetlík	S	0.561					1.000	1.50	1.50	45.00	0.803			1.000				1.000	0.353	0.353				
9																									
10																									
11																									
12	Juh																								
13	1NP																								
14	okno	J	0.306					1.000				1.000			1.000				1.000	0.694	0.500				
15																									
16	2NP																								
17	okno	J	0.306					1.000				1.000			1.000				1.000	0.694	0.500				
18																									
19																									
20																									
21	Vychod																								
22	1NP																								
23	okno	V	0.284					1.000				1.000			1.000				1.000	0.716	0.500				

24	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
25	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
26	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
27	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
28	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
29	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
30	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
31	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
32	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
33																				
34	2NP																			
35	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
36	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
37	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
38	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
39	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
40	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
41	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
42	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
43	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
44	okno	V	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
45																				
46																				
47																				
48	Zapad																			
49	1NP																			
50	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
51	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
52	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
53	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500
54	dvere	Z	0.293				1.000				1.000				1.000			1.000	0.707	0.500
55	okno	Z	0.438				1.000				1.000				1.000			1.000	0.563	0.500
56	okno	Z	0.438				1.000				1.000				1.000			1.000	0.563	0.500
57	okno	Z	0.417				1.000				1.000				1.000			1.000	0.583	0.500
58	dvere	Z	0.265				1.000				1.000				1.000			1.000	0.735	0.500
59	okno	Z	0.423				1.000	1.50	1.50	45.00	0.760				1.000			1.000	0.438	0.438
60																				
61	2NP																			
62	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000			1.000	0.716	0.500

63	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000				1.000	0.716	0.500
64	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000				1.000	0.716	0.500
65	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000				1.000	0.716	0.500
66	okno	Z	0.438				1.000				1.000				1.000				1.000	0.563	0.500
67	okno	Z	0.438				1.000				1.000				1.000				1.000	0.563	0.500
68	okno	Z	0.438				1.000				1.000				1.000				1.000	0.563	0.500
69	okno	Z	0.284				1.000				1.000				1.000				1.000	0.716	0.500
70	okno	Z	0.288				1.000				1.000				1.000				1.000	0.712	0.500
71	okno	Z	0.273				1.000				1.000				1.000				1.000	0.727	0.500
72																					

Výpočty a hodnotenie v zmysle Vyhl.364/2012 Z.z. v neskoršom znení Vyhl.324/2016 Z.z. a súvisiacej legislatívy

Tabuľka 1: Tepelná ochrana budovy, potreba tepla na vykurovanie

Č.r. ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE						
1	Názov budovy:	Dostavba pavilónu Základnej školy Miloslavov				
2	Ulica, číslo:	Miloslavov				
3	Obec:	Miloslavov				
4	Parc.č.:	0				
5	Katastrálne územie:	Miloslavov				
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	1 - nová budova				
Výpočet potreby tepla na vykurovanie						
VSTUPNÉ ÚDAJE						
7	Budova	Kategória budovy (jeden účel využívania)	4 - Budovy škôl a školských zariadení			
8		Zmiešaný účel využívania - kategória 1				
9		Zmiešaný účel využívania - kategória 2				
10		Podiel celkovej podlahovej plochy - kategória 1	100	%		
11		Podiel celkovej podlahovej plochy - kategória 2		%		
12		Rok kolaudácie	projektové energetické hodnotenie			
13		Rok poslednej zmeny tepelnej ochrany	2019			
14		Typ, konštrukčný systém, stavebná ústava (bytové domy)	0			
15		Šírka budovy	0	m		
16		Dĺžka budovy	0	m		
17		Výška budovy	0	m		
18		Počet podlaží	2			
19		Obostavaný objem	2 998.75	m³		
20		Celková podlahová plocha	771.88	m²		
21		Celková teplovýmenná plocha	1397.60	m²		
22		Priemerná konštrukčná výška	3.89	m		
23		Faktor tvaru	0.466	1/m		
24	Výpočet	Výpočtová metóda	sezónna			
25		Počet dennostupňov	3083	K.deň		
Tepelné straty	Tepelné straty	Popis/názov obvodovej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U _i (W/m².K))	Teplovýmenná plocha A _i (m²)	Teplostný redukčný faktor b (-)	
		Obvodový plášť:				
		1	ST1 - Obvodová stena L	0.134	476.85	1.00
		Strecha:				
		1	STR1 - strecha L	0.087	385.94	0.80
		Podlaha:				
		1	Podlaha na styku s terénom L	0.095	385.94	1.00
		Otvorové konštrukcie:				
		1	Sever	0.000	0.00	0.00
		2	1NP	0.000	0.00	0.00
		3	dvere	0.989	3.47	1.00
		4	nadsvetlík	1.348	0.66	1.00
		5	0.00	0.000	0.00	0.00
		6	2NP	0.000	0.00	0.00
		7	dvere	0.989	3.47	1.00
		8	nadsvetlík	1.348	0.66	1.00
		9	0.00	0.000	0.00	0.00
		12	Juh	0.000	0.00	0.00
		13	1NP	0.000	0.00	0.00
		14	okno	0.860	3.24	1.00
		15	0.00	0.000	0.00	0.00
		16	2NP	0.000	0.00	0.00
		17	okno	0.860	3.24	1.00
		18	0.00	0.000	0.00	0.00
		21	Vychod	0.000	0.00	0.00
		22	1NP	0.000	0.00	0.00
		23	okno	0.836	3.80	1.00

	24	okno	0.836	3.80	1.00
	25	okno	0.836	3.80	1.00
	26	okno	0.836	3.80	1.00
	27	okno	0.836	3.80	1.00
	28	okno	0.836	3.80	1.00
	29	okno	0.836	3.80	1.00
	30	okno	0.836	3.80	1.00
	31	okno	0.836	3.80	1.00
	32	okno	0.836	3.80	1.00
	33	0.00	0.000	0.00	0.00
	34	2NP	0.000	0.00	0.00
	35	okno	0.836	3.80	1.00
	36	okno	0.836	3.80	1.00
	37	okno	0.836	3.80	1.00
	38	okno	0.836	3.80	1.00
	39	okno	0.836	3.80	1.00
	40	okno	0.836	3.80	1.00
	41	okno	0.836	3.80	1.00
	42	okno	0.836	3.80	1.00
	43	okno	0.836	3.80	1.00
	44	okno	0.836	3.80	1.00
	45	0.00	0.000	0.00	0.00
	48	Zapad	0.000	0.00	0.00
	49	1NP	0.000	0.00	0.00
	50	okno	0.836	3.80	1.00
	51	okno	0.836	3.80	1.00
	52	okno	0.836	3.80	1.00
	53	okno	0.836	3.80	1.00
	54	dvere	0.999	3.14	1.00
	55	okno	0.951	1.04	1.00
	56	okno	0.951	1.04	1.00
	57	okno	0.931	1.24	1.00
	58	dvere	0.980	5.27	1.00
	59	okno	0.937	1.17	1.00
	60	0.00	0.000	0.00	0.00
	61	2NP	0.000	0.00	0.00
	62	okno	0.836	3.80	1.00
	63	okno	0.836	3.80	1.00
	64	okno	0.836	3.80	1.00
	65	okno	0.836	3.80	1.00
	66	okno	0.951	1.04	1.00
	67	okno	0.951	1.04	1.00
	68	okno	0.951	1.04	1.00
	69	okno	0.836	3.80	1.00
	70	okno	0.840	3.70	1.00
	71	okno	0.824	4.23	1.00
	72	0.00	0.000	0.00	0.00
46	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m			0.183	W/(m².K)
47	Tepelná vodivosť (priepustnosť) podlahy a stien vo vykúr.				
	suteréne L_s			0.000	W/K
				0.000	W/K
48	Vplyv tepelných mostov ΔU			0.020	W/(m².K)
	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla U_m s vplyvom tepelných mostov			0.203	W/(m².K)
49	Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov ΔH_{TM}			27.952	W/K
	Popis otvorovej konštrukcie			Celková dĺžka škár otvorových konštrukcií l (m)	Súčiniteľ prievzdušnosti otvorových výplní $i_{LV} \cdot 10^4$ (m²/(s.Pa ^{0.67}))
50	1	plastové rámy, iz.3-sklo, swisspacer		465.80	1.00
51	2	hliníkové rámy, iz.3-sklo, swisspacer		57.64	1.00
53	Charakteristické číslo budovy B (ak sa použije na výpočet výmeny vzduchu).				Pa ^{0.67}
54	Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná n			0.44	1/h
55	Nameraná vzduchotesnosť n_{50}				1/h
56	Uvažovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu n			0.50	1/h
57	Rekuperačná jednotka			projekt VZT	
58	Účinnosť rekuperačnej jednotky			70.00	%

59	Podiel vzduchu prechádzajúceho cez jednotku						0.45	-
60	Tepelný výkon vnútorného zdroja q						6.00	W/m²
61	Vnútorné tepelné zisky Qi						23 156.40	kWh/a
	Orientácia		Intenzita slniečného žiarenia Isj (kWh/m²)	Priepustnosť slniečného žiarenia g (-)	korekčný faktor	Tieniaci faktor (-)	Plocha zasklených otvorových konštrukcií A (m²)	Účinná kolektčná plocha plné časti A (m²) (chladenie)
62	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
63	2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
64	3	S	100.00	0.50	0.90	0.50	3.47	
65	4	S	100.00	0.50	0.90	0.35	0.66	
66	5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
67	6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
68	7	S	100.00	0.50	0.90	0.50	3.47	
69	8	S	100.00	0.50	0.90	0.35	0.66	
	9	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	14	J	320.00	0.50	0.90	0.50	3.24	
	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	17	J	320.00	0.50	0.90	0.50	3.24	
	18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	23	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	24	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	25	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	26	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	27	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	28	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	29	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	30	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	31	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	32	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	34	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	35	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	36	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	37	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	38	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	39	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	40	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	41	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	42	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	43	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	44	V	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	48	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	50	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	51	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	52	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	53	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	54	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.14	
	55	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	1.04	
	56	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	1.04	
	57	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	1.24	
	58	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	5.27	
	59	Z	200.00	0.50	0.90	0.44	1.17	
	60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
	62	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	63	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	64	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	65	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
	66	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	1.04	
	67	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	1.04	

		68	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	1.04	
		69	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.80	
		70	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	3.70	
		71	Z	200.00	0.50	0.90	0.50	4.23	
		72	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
70	Merná potreba tepla na vykurovanie	Solárne tepelné zisky						6 673.02	
		Sezónna metóda							
71		Merná tepelná stra prechodom H _i						283.83	W/K
72		Merná tepelná strata vetraním H _v						274.70	W/K
		Merná tepelná strata H						558.53	W/K
73		Faktor využitia tepelných ziskov						0.95	
74		Merná potreba tepla na vykurovanie - sezónna metóda						22.7	kWh/(m².a)
	Merná potreba tepla na vykurovanie	Mesačná metóda							
76		Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie vykurovania						3.86	°C
77		Trvanie obdobia vykurovania						212	dni
78		Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie vykurovania							
79		Prerušované vykurovanie (áno/nie)						áno	
80		Počet hodín s normálnou prevádzkou v pracovnom dni							
81		Počet hodín s normálnou prevádzkou počas dňa víkendu							
82		Spôsob uvažovania prerušeného vykurovania (upravená vnútorná teplota / redukčný faktor)						upravená vnútorná teplota	
83		Redukčný faktor pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)							
		Upravená vnútorná teplota pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)						18.4	
85		Typ konštrukcie						Veľmi ľahká	
86		C - vnútorná tepelná kapacita J/(K/m²)						17 152.9	J/(K/m²)
87		Priemerný faktor využitia tepelných ziskov - vykurovanie - mesačná metóda						0.815	
	merná potreba chladu na chladenie	Chladenie							
88		Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie chladenia							°C
89		Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie chladenia							°C
90		Trvanie obdobia chladenia							dni
91		Účinná solárna kolektčná plocha plných častí v m²							m²
92		Priemerný faktor využitia tepelných strát - chladenie - mesačná metóda							
93		Potreba chladu na chladenie - mesačná metóda							kWh/(m².a)
Výsledky									
94		Merná tepelná strata bez tepelných ziskov						558.5	W/K
95		Merná potreba tepla na vykurovanie - sezónna metóda						22.7	kWh/(m².a)
96		Merná potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda						21.9	kWh/(m².a)
97		Merná potreba chladu na chladenie - mesačná metóda							kWh/(m².a)

Názov objektu:	Dostavba pavilónu Základnej školy Miloslavov		
Popis:	0		
Merná tepelná strata vetraním			
Obostavaný objem	2 998.75	m³	
Stanovenie výmeny vzduchu			
intenzita výmeny vzduchu infiltráciou	0.44	h ⁻¹	
min.intenzita výmeny vzduchu	0.5	h ⁻¹	
intenzita výmeny vzduchu	0.50	h ⁻¹	
Rekuperácia			
účinnosť	η _{hru} =	0.70	-
podiel toku vzduchu ktorý prechádza rekup.jedn.	f _{ve,frac} =	0.45	-
teplotný redukčný faktor	b _{ve} =	0.69	
Merná tepelná strata vetraním	H _v =	272.23	W/K
Merná tepelná strata			
- prechodom tepla, H _T		283.83	W/K
- vetraním, H _v		272.23	W/K
Merná tepelná strata	H =	556.05	W/K

STRATY PRECHODOM TEPLA

Veličina	MESIAC						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výpočtového obdobia	31	28	31	30	31	30	31
t [dni]							
Priemerná vonkajšia teplota	-1.8	0.4	4.6	9.9	9.8	4.3	-0.3
[°C]							
Požadovaná / upravená teplota	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4	18.4
vnútorná teplota [°C]							
Tepelná strata Q _L [kWh]	8 356.8	6 726.0	5 709.1	3 403.1	3 557.9	5 645.1	7 736.3
Počet dennostupňov	626.2	504	427.8	255	266.6	423	579.7
Spolu				3082			
Rekapitulácia tepelných strát							
Obvodový plášť	960.31	772.91	656.05	391.06	408.84	648.69	889.00
Strecha	403.69	324.92	275.79	164.39	171.87	272.70	373.72
Podlaha	551.02	443.49	376.44	224.39	234.59	372.22	510.10
Výplňové konštrukcie	1930.48	1553.76	1318.85	786.13	821.89	1304.05	1787.13
Infiltrácia	4091.24	3292.85	2795.00	1666.03	1741.81	2763.64	3787.43
Tepelné mosty	420.08	338.11	286.99	171.07	178.85	283.77	388.89
Spolu	8356.83	6726.03	5709.12	3403.05	3557.86	5645.06	7736.27

INTERNÉ ZISKY

Veličina	MESIAC						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výpočtového obdobia	31	28	31	30	31	30	31
t [dni]							
Počet hodín trvania	744	672	744	720	744	720	744
Interné tepelné zisky	3 445.7	3 112.2	3 445.7	3 334.5	3 445.7	3 334.5	3 445.7
Q _i [kWh]							

SOLÁRNE TEPELNÉ ZISKY

Veličina	MESIAC						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
juh	Is	30.2	43.6	61.2	66.3	57.2	28.4
	As	1.46					
	Qs	44.0	63.5	89.2	96.6	83.3	41.4
sever	Is	9.1	13.8	20.1	27.2	14.5	6.8
	As	1.77					
	Qs	16.1	24.4	35.6	48.1	25.6	12.0
východ, západ	Is	14.9	24.5	42	59.1	32.2	11.8
	As	30.15					
	Qs	449.2	738.7	1 266.3	1 781.8	970.8	464.3
juhovýchod, juhozápad	Is	22.7	33.8	50.9	62	44.8	20.8
	As	0.00					
	Qs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
severovýchod, severozápad	Is	10.2	16.1	26.8	41.6	18.3	7.4
	As	0.00					
	Qs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
horizontálna rovina	Is	22.2	38.6	71.4	108.2	55	18.4
	As	0.00					
	Qs	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Spolu Qs [kWh]	509.3	826.6	1 391.0	1 926.5	1 079.8	527.4	409.2

FAKTOR VYUŽITIA TEPELNÝCH ZISKOV								
Veličina	MESIAC							
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.	
Pomer tepelných strát a ziskov, γ	0.473265164	0.585608	0.847183	1.545985	1.2719655	0.684121	0.498282	
vnútorná tepelná kapacita C [J/(K.m ²)]	17 153							
časová konštanta budovy τ	31							
a_0	1.0							
τ_0	15							
a	3.06							
η	0.944	0.909	0.812	0.574	0.657	0.874	0.937	
Interné tepelné zisky Qi [kWh]	3 732.6	3 579.8	3 927.5	3 020.3	2 972.6	3 375.3	3 610.3	
POTREBA TEPLA NA VYKUROVANIE								
Popis	MESIAC							
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.	
Potreba tepla na vyk. Qh [kWh]	4 624.2	3 146.2	1 781.7	382.7	585.2	2 269.8	4 126.0	
Potreba tepla na vykurovanie	Qh = 16 915.8 kWh/rok							
Merná potreba tepla na vykurovanie	E ₁ = 5.6 kWh/m ³ .rok							
Merná potreba tepla na vykurovanie	E ₂ = 21.92 kWh/m ² .rok							
Faktor tvaru budovy	$\Sigma A_i/V_b$ = 0.466 1/m							
Rekapitulácia tepelných strát a ziskov				kWh/m ²	%			
Obvodový plášť				6.1	11.5%			
Strecha				2.6	4.8%			
Podlaha				3.5	6.6%			
Otvorové konštrukcie				12.3	23.1%			
Infiltrácia				26.1	49.0%			
Tepelné mosty				2.7	5.0%			
Tepelné straty spolu				53.3	100.0%			
Vnútorné tepelné zisky				24.9	79.3%			
Solárne tepelné zisky				6.5	20.7%			
Tepelné zisky spolu				31.4	100.0%			
Spolu				21.9				

tabuľka č.2 Potreba energie na vykurovanie

č.r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE		
1	Názov budovy:	Dostavba pavilónu základnej školy	
2	Ulica, číslo:	Miloslavov	
3	Obec:	Miloslavov	
4	Parc. č.:		
5	Katastrálne územie:	Miloslavov	
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	projektové energetické hodnotenie - novostavba	

Výpočet potreby energie na vykurovanie

VSTUPNÉ ÚDAJE			
7	Budova	Kategória budovy	budovy škôl a školských zariadení
8		Celková podlahová plocha	
9		Vykurovací systém	
10		Distribučný systém	
			771.88 m ²
			teplovodné radiátorové a konvektory
			projekt UK

11		Druh tepelnej ochrany rozvodov	projekt UK	
12		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	projekt UK	mm
13		Teplotný spád	projekt UK	°C
14		Druh a typ rekuperácie	nie je	
15		Teplotná regulácia na vykurovacích telesách (áno/nie)	áno	
16		Teplotná regulácia v budove (áno/nie)	áno	
17	Zdroj tepla	Typ zdroja	tepelné čerpadlo	
18		Energetický nosič	tepelné čerpadlo	
19		Umiestnenie zdroja	vykurovaný priestor	
20		Účinnosť výroby tepla	vyhl.	%
21	Potreba tepla a energie	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	21.90	kWh/(m².a)
22		Druh výpočtovej metódy na potrebu tepelnej energie	normalizované	
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		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	projekt UK	mm
29		Teplota okolitého prostredia	20	°C
30		Stredná teplota vykurovacej látky	40	°C
31		Počet prevádzkových hodín za rok	5088	h
32		Zjednodušená metóda:		
33		Dĺžka zóny	0.00	m
34		Šírka zóny	0.00	m
35		Výška zóny	0.00	m
36		Počet podlaží v zóne	2	
37		Merná tepelná strata		W/m
38		Teplota okolitého prostredia		°C
39		Stredná teplota vykurovacej látky		°C
40		Počet prevádzkových hodín		h
41		Potreba tepelnej energie pri jej odovzdávaní do priestoru	3.07	kWh/(m².a)
42		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie	0.00	kWh/(m².a)
43		Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov)	24.97	kWh/(m².a)
44		Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätne získané teplo)	4.35	kWh/(m².a)
45		Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov	20.62	kWh/(m².a)
46		Príkon čerpadiel	projekt UK	W
47		Čas prevádzky počas roka	5088	h
48		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadlá)	0.21	kWh/(m².a)
49		Potreba vlastnej elektrickej energie (rekuperácia tepla)	12.21	kWh/(m².a)
50		Výpočtový prietok vzduchu		m³/s
51		Účinnosť		%
52		Získaná tepelná energia zo zariadenia		kWh/(m².a)
53		Spôsob uloženia potrubia	v podlahe, pri stenách	
54		Dĺžka potrubia		m
55		Technické údaje o tepelnej izolácii		
56		Čas prevádzkovania siete		h
57		Tepelné straty pri odovzdávaní mimo hranice budovy		kWh/(m².a)
58		Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy		kWh/(m².a)
59		Strata pri výrobe (účinnosť zdroja)	-13.31	kWh/(m².a)
60		Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja		kWh/(m².a)
VÝSLEDKY				
59		Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	21.90	kWh/(m².a)
60		Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	19.73	kWh/(m².a)
61		Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	19.73	kWh/(m².a)
62		Vlastná elektrická energia	12.42	kWh/(m².a)

63	Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove	%
----	---------------------------------------------------------------------------	---

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

č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE	
1	Názov budovy:	Dostavba pavilónu Základnej školy Miloslavov
2	Ulica, číslo:	Miloslavov
3	Obec:	Miloslavov

4	Parc. č.:	
5	Katastrálne územie:	Miloslavov
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	projektové energetické hodnotenie - novostavba
Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody (TV)		
VSTUPNÉ ÚDAJE		
7	Kategória budovy	budovy škôl a školských zariadení
8	Spôsob hodnotenia	normalizovane
9	Systém prípravy TV	zásobníkový ohrev
10	Celková podlahová plocha	771.88 m ²
11	Distribučný systém	projekt ZTI, s cirkuláciou
12	Druh tepelnej ochrany rozvodov	projekt ZTI
13	Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	projekt ZTI
14	Meranie a regulácia	snímač teploty vody v zásobníku
15	Typ zdroja	tepelné čerpadlo
16	Energetický nosič	tepelné čerpadlo
17	Umiestnenie zdroja	vykurovaný priestor
18	Účinnosť výroby tepla	vyhl. %
19	Potrebný objem TV	0.1280 m ³ /deň
20	Potrebný denný objem TV na m ² celkovej podlahovej plochy	0.000166 m ³ /m ²
21	Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	10.00 kWh/(m ² .a)
22	Súčiniteľ tepelnej vodivosti	0.038 W/(m.K)
23	Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	projekt ZTI
24	Dĺžka potrubí	130.90 m
25	Merná tepelná strata	W/K
26	Teplota vody v potrubí	55.00 °C
27	Teplota okolitého prostredia	20.00 °C
28	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia)	11.76 kWh/(m ² .a)
29	Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník)	1.93 kWh/(m ² .a)
30	Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV	13.69 kWh/(m ² .a)
31	Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	23.69 kWh/(m ² .a)
32	Dĺžka vykurovacieho obdobia	365.00 dni
33	Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	2.33 kWh/(m ² .a)
34	Typ čerpadla	
35	Príkon čerpadla (spolu)	W
36	Počet prevádzkových hodín v roku	4380.00 h
37	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadlá v budove)	0.45 kWh/(m ² .a)
38	Obnoviteľný zdroj	
39	Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	4302.00 kWh/a
40	Plocha slnečných kolektorov	13.92 m ²
41	Účinnosť slnečných kolektorov	%
42	Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	5.57 kWh/(m ² .a)
43	Potreba tepelnej energie na prípravu TV po zohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	3.54 kWh/(m ² .a)
44	Popis a spôsob uloženia potrubia	
45	Dĺžka potrubia	m
46	Hrúbka tepelnej izolácie	mm
47	Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	kWh/(m ² .a)
48	Strata pri výrobe (účinnosť výroby)	-14.58 kWh/(m ² .a)
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 výrobe TV	23.69 kWh/(m ² .a)
51	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	3.54 kWh/(m ² .a)
52	Vlastná elektrická energia (čerpadlá)	0.45 kWh/(m ² .a)
53	Podiel potreby energie na prípravu teplej vody z celkovej potreby energie v budove	%

Potreba energie na osvetlenie

Tabuľka 5: Potreba energie na osvetlenie

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE			
1	Názov budovy:	ZŠ Miloslavov		
2	Ulica, číslo:	Alžbetin Dvor		
3	Obec:	Miloslavov		
4	Parc. č.:			
5	Katastrálne územie:			
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	Projektové hodnotenie		
Výpočet potreby energie na osvetlenie				
	VSTUPNÉ ÚDAJE			
7	Budova	Kategória budovy	Budovy škôl a školských zariadení	-
8		Celkový počet miestností v budove	29	-
9		Počet miestností určených na overenie dodržania projektovej hodnoty osvetlenosti	0	-
10		Počet overených miestností s vyhovujúcim osvetlením	0	-
11		Celková podlahová plocha	771.88	m²
12		Lokalita - zemepisná šírka	48.08	°
13		Lokalita - zemepisná dĺžka	17.31	°
14		Prevádzkový čas od:	7:00	h
15		Prevádzkový čas do:	15.30	h
16		Korekčný činiteľ pre víkendy (C_{we})	0.71	-
17	Svietidlá	Celkový počet inštalovaný svietidiel	100	ks
18		Celkový inštalovaný príkon svietidiel	3.16	kW
19		Celkový nabíjací príkon núdzových svietidiel		kW
20		Celkový pasívny príkon riadiacich jednotiek vo svietidlách		kW
21		Celkový inštalovaný príkon svetelných zdrojov vo svietidlách		kW
22		Súhrnný príkon predradníkov v žiarivkových svietidlách	0.05	kW
23		– z toho súhrnný príkon klasických predradníkov	0	kW
24	Denné svetlo	Celkový počet fasádnych okien	36	ks
25		Celková plocha fasádnych otvorov	25	m²
26		Celková plocha zóny s denným svetlom	655	m²
27		Celková plocha stavebných otvorov pre klasické svetlíky	0	m²
28		Celková plocha stavebných otvorov pre pílové svetlíky	0	m²
29	Riadenie osvetlenia	Prevažujúci typ riadenia osvetlenia v budove – kód	R1	-
30		Priemerný činiteľ využitia denného svetla v budove (F_D)	0.9	-
31		Priemerný činiteľ obsadenosti budovy (F_O)	0.6	-
32		Priemerný činiteľ konštantnej osvetlenosti v budove (F_C)	1	-
	VÝSLEDKY			
33		Ročná potreba energie na osvetlenie v budove (W_L)	3163	kWh/m²
34		Pasívna ročná potreba energie (W_P)	6	kWh/m²
35		Potreba energie na osvetlenie (LENI)	4.1	kWh/(m².a)
36		Merná ročná potreba energie na osvetlenie (η_e)	0.0006	kWh/(m².lx.a)

37	Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie v budove		%
----	--------------------------------------------------------------------------	--	---

Tabuľka 7: Výpočet potreby energie

Potreba energie											
Názov budovy:		Dostavba pavilónu Základnej školy Miloslavov									
Ulica, číslo:		Miloslavov									
Obec:		Miloslavov									
Parc. č.:											
Katastrálne územie:		Miloslavov									
Účel spracovania energetického certifikátu:		projektové energ									
Miesto spotreby	Vykurovanie			Teplá voda			Chladenie a vetranie		Osvetlenie		Spolu
Zdroj/energetický nosič	tep.čer padlo	plyn	3 - el.en.	tep.čer padlo	el.en	3 - el.en.	1	2	1	2	
Potreba tepla/energie v kWh/(m ² .a)	22.79	0.00		10	0				4.1		36.89
Straty vykurovacieho systému v budove:											16.88
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	3.19	0									3.19
Straty pri rozvoze tepla	0	0		11.76	0						11.76
Straty pri akumulácii tepla				1.93	0						1.93
Spätne získané teplo v kWh/(m ² .a)	4.35	0									-4.35
Vlastná energia v budove:											0
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku			12.21			0.45					12.66
Potreba energie v budove bez strát pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	21.63	0.00	12.21	23.69	0.00	0.45			4.1		62.08
Straty mimo hranice budovy:											0.00
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	-13.31	0.00		-14.58	0.00						-27.89
Straty pri distribúcii											0.00
Vlastná elektrická energia:											0.00
Potreba energie so stratami pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	8.32	0.00	12.21	9.11	0.00	0.45					30.09
Energia z obnoviteľných zdrojov (solárna a iná)				5.57							5.57
Dodaná energia bez energie z obnoviteľných zdrojov v kWh/(m ² .a):	8.32	0.00	12.21	3.54	0.00	0.45	0.00		4.10		28.62

Tabuľka č.8: Výpočet potreby primárnej energie a emisií CO₂

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby	Potreba energie	Vykurovací olej	Zemný plyn	Uhlie	Diaľkové vykurovanie	Diaľkové chladenie	Pelety	tepené čerpadlo el en	Elektrická energia	energetický nosič n - tep.čerpadlo	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	33.84							12.21	21.63					
2		Príprava teplej vody	24.14							0.45	18.12	5.57				
3		Chladenie a vetranie	0.00													
4		Osvetlenie	4.10							4.1						
5		Celková potreba energie v budove	62.08							16.76	39.75	5.57				
6	OZE	V budove a v blízkosti	5.57									5.57				
7		Mimo pozemku užívaného s budovou														
7	Mimo budovy	Straty pri výrobe	-27.89							0.00	-27.89					
7		Straty pri distribúcii mimo budovy														
8		Straty pri odovzdávaní mimo budovy														
9	Dodaná energia kWh/(m².a)		39.76							16.76	11.86	5.57				
10	Primárna energia, CO ₂	Typ energetického nosiča														
11		Váhové faktory pre primárnu energiu								2.200	2.200					
12		Primárna energia kWh/(m ² .a)								36.87	26.09					62.97
13		Váhové faktory pre emisie CO ₂								0.167	0.167					
14		Emisie CO ₂ v kg/(m ² .a)								2.80	1.98					4.78

V prípade požiadavky na zatriedenie do energetickej triedy A0 by bolo potrebné doplniť fotovoltický systém v nasledovnom rozsahu:

celková podlahová plocha	771.88 m ²
Vypočítaná primárna energia bez FV systému	62,97 kWh/m ² .rok
požiadavka prim.en. A0	34 kWh/m ² .rok
rozdiel	28.97 kWh/m ² .rok v primárnej energii
	kWh/m ² .rok v elektrickej energii pri faktore primárnej energie 2,2
	13.17
	15.80 rezerva 20%
Potrebné množstvo el.energie	12195.29 kWh/rok
zisk z 1 panela	250 kWh/rok
počet panelov	48

Na zabezpečenie zatriedenia objektu do energetickej triedy A0 by bolo potrebné vyprodukovať fotovoltickým systémom cca 12 200 kWh/rok. Pri zisku 250 kWh/rok z 1 panela by bolo potrebné inštalovať 48 FV panelov, pri zisku 280 kWh/rok z 1 FV panela by bolo potrebné inštalovať orientačne 43 FV panelov.