

2023



PROJEKTOVÉ HODNOTENIE ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY

**PRE STAVBU:
AREÁL FUTBALOVEJ ŠKOLY MAREKA HAMŠÍKA**

PROJEKTOVÉ HODNOTENIE ENERGETICKEJ HOSPODÁRNOSTI BUDOVY

Stavba: **Areál Futbalovej školy Mareka Hamšíka
Objekt: SO 05 - Šatne a zázemie športovcov**

Miesto stavby: **Rudlová - Banská Bystrica, KN-C 1978/1**

Investor: **RSC HAMSIK ACADEMY s.r.o.
Zvolenská cesta 15451/46B
974 05 Banská Bystrica**

Projektant: **Ing. Július Žiška**

Vypracoval: **prof. Ing. Jozef Štefko, CSc.
233*1*2008 EHB - osoba s odbornou spôsobilosťou**

Dátum spracovania: 11. 9. 2023

OBSAH

| | |
|---|----|
| 1. ZÁKLADNÉ ÚDAJE | 3 |
| 2. Podklady použité k vypracovaniu projektového hodnotenia EHB | 3 |
| 3. Cieľ Projektového hodnotenia EHB..... | 4 |
| 4. Požiadavky | 4 |
| 5. Popis Objektu..... | 7 |
| 6. VÝPOČET A POSÚDENIE TEPELNOTECHNICKÝCH PARAMETROV | |
| 7. Kritérium výmeny vzduchu..... | 9 |
| 8. Energetické kritérium | 9 |
| 9. Zatriedenie budovy do energetickej triedy – Navrhovaný stav..... | 11 |
| 9.1 Miesto spotreby vykurovanie | 11 |
| 9.2 Miesto spotreby príprava TV | 11 |
| 9.3 Miesto spotreby osvetlenie | 11 |
| 9.4 Celková potreba energie budovy a globálny ukazovateľ – Primárna energia | 12 |
| 10. Záver..... | 12 |
| 11. Prílohy | 13 |

ZÁKLADNÉ ÚDAJE

Názov stavby: Areál Futbalovej školy Mareka Hamšíka

Objekt: SO 05 - Šatne a zázemie športovcov

Investor: RSC HAMSIK ACADEMY s.r.o.

Posúdenie bolo vypracované na základe objednávky projektanta stavby. Podkladom posúdenia bola projektová dokumentácia a technická správa dodaná projektantom v elektronickej forme. Posúdenie je vypracované ako projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti na základe § 3 a § 4a ods.2 zákona. č. 300/2012 Z. z. o energetickej hospodárnosti budov a vyhlášky 364/2012 Z.z.

Posudzovaná bola časť stavby, na ktorú sa vzťahuje povinnosť preukázania EHB

Navrhovaný stav

Podlahová plocha objektu zo sústavy vonkajších rozmerov vykurovaného priestoru (obostavanej podlahovej plochy na rozhraní teplovýmennnej obálky): 2076,56 m²

Poznámka: vzťahuje sa len na dostavbu wellness, vyňaté sú nevykurované príp. temperované priestory (strojovňa). Zarátané boli komunikačné priestory súvisiace s novou prevádzkou.

Obostavaný objem zo sústavy vonkajších rozmerov (na rozhraní teplovýmennnej obálky): 7375,43 m³

Teplovýmenná plocha: 3903,86 m²

Priemerná konštrukčná výška podlažia: 3,55 m

faktor tvaru: 0,53

Klimatické údaje – normalizované hodnotenie

Výpočtová teplota vnútorného vzduchu pre porovnanie energetického kritéria (3422 dennostupňov): $\theta_{i-} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$,

Upravená výpočtová teplota a relatívna vlhkosť vnútorného vzduchu pre dimenzovanie fragmentov plášt'a -

sprchy, miestnosti na masáž: $\theta_{i-} = 24\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\phi_{i-} = 80\text{ }\%$, šatne: $-\theta_{i-} = 22\text{ }^{\circ}\text{C}$, $\phi_{i-} = 50\text{ }\%$, ostatné obslužné priestory:

$\theta_{i-} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ $\phi_{i-} = 50\text{ }\%$.

Priemerná výpočtová vnútorná teplota do výpočtu potreby tepla na vykurovanie pri prerušovanom režime:

21,5 °C

Výpočtová teplota vonkajšieho vzduchu: $\theta_e = -14\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Banská Bystrica, nadm. v. 370 m. n. m.)

Výpočtová relatívna vlhkosť vonkajšieho vzduchu: $\phi_e = 84,3\text{ }\%$,

1. Podklady použité k vypracovaniu projektového hodnotenia EHB

Projektová dokumentácia spracovaná zodpovedným projektantom Ing. arch. Albertom Mikovínom

Použité normy:

STN 73 0540 (2013), STN 73 0540 Z1 (2016) – tepelnotechnické vlastnosti staveb. konštrukcií a budov.

Požiadavky a kritéria, Časť 2: Funkčné požiadavky Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov

Platná legislatíva:

Zákon č. 50/1976 Z.z. **Stavebný zákon**

Zákon č. 555/2005 Z.z. **Zákon o energetickej hospodárnosti budov**

Vyhláška MVR SR č. 364/2012, ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z.

Zákon č. 300/2012 Z.z. ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 555/2005 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov

Zákon č. 476/2008 Z.z. **Zákon o energetickej efektívnosti**

Vyhláška č. 324/2016 Z.z., ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva dopravy, výstavby a regionálneho rozvoja Slovenskej republiky č. 364/2012 Z. z.

2. Cieľ projektového hodnotenia EHB

Cieľom hodnotenia je posúdenie navrhutej stavby z hľadiska tepelnej ochrany v jednotlivých fragmentoch i celku a energetickej hospodárnosti budovy (ďalej len EHB), energetické hodnotenie pre všetky miesta spotreby energie a predpokladané zatriedenie budovy do energetickej triedy podľa celkovej potreby energie a podľa globálneho ukazovateľa energie – primárna energia.

3. Požiadavky

Pri návrhu a posúdení stavebných konštrukcií a priestorov budovy, vymedzených určeným stavom vnútorného prostredia bytových a nebytových budov sa požadujú podľa STN 73 0540-2 nasledovné kritériá:

- minimálnych tepelnoizolačných vlastností stavebných konštrukcií (maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie – U (tepelnoizolačné kritérium),
- minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti – n (kritérium výmeny vzduchu),
- maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie – $E = Q_{H,nd}$ (energetické kritérium),
- minimálnej teploty vnútorného povrchu – θ_{si} (hygienické kritérium).

Doplňujúce kritériá:

- šírenie vlhkosti v konštrukcii – g (maximálne množstvo skondenzovanej vodnej pary).

4. Prehľad požiadaviek

4.1 Normové požiadavky na maximálnu hodnotu súčiniteľa prechodu tepla, kritérium výmeny vzduchu a energetické kritérium podľa STN 73 0540-2.

Prehľad hodnotených požiadaviek

4.2 Požiadavky na tepelnotechnické posúdenie konštrukcií podľa STN 73 0540-2.

Prehľad hodnotených požiadaviek na obalové konštrukcie – **Obvodová stena a šikmá strecha > 45°**

| Hodnotený parameter konštrukcie | Hodnota požadovaná |
|---|--|
| Súčiniteľ prechodu tepla U_n [W/(m ² .K)] | $\leq 0,22$ |
| Množstvo skondenzovanej vodnej pary g_k [kg/(m ² .rok)] | $\leq 0,5$ |
| Celoročná bilancia vlhkosti $g_k < g_v$ [kg/(m ² .rok)] | aktívna |
| Vnútorná povrchová teplota – požadovaná najnižšia povrchová teplota pri navrhovaných okrajových podmienkach, vylúčenie rizika rastu plesní °C] Tlmené, resp. prerušované vykurovanie s poklesom teploty vnútorného vzduchu θ_{ai} do 5 K | $\geq 12,83$ |
| g_v | Ročné množstvo vyparenej vodnej pary vo vnútri konštrukcie |

4.2 Požiadavky na tepelnotechnické posúdenie konštrukcií podľa STN 73 0540-2.

Prehľad hodnotených požiadaviek na obalové konštrukcie – **Obvodová stena a šikmá strecha > 45°**

| Hodnotený parameter konštrukcie | Hodnota požadovaná |
|--|--|
| Súčiniteľ prechodu tepla U_N [W/(m ² .K)] | $\leq 0,22$ |
| Množstvo skondenzovanej vodnej pary g_k [kg/(m ² .rok)] | $\leq 0,5$ |
| Celoročná bilancia vlhkosti $g_k < g_v$ [kg/(m ² .rok)] | aktívna |
| Vnútna povrchová teplota – požadovaná najnižšia povrchová teplota pri navrhovaných okrajových podmienkach, vylúčenie rizika rastu plesní °C Tlmené, resp. prerušované vykurovanie s poklesom teploty vnútorného vzduchu θ_{ai} do 5 K | $\geq 12,83$ |
| g_v | Ročné množstvo vyparenej vodnej pary vo vnútri konštrukcie |

Prehľad hodnotených požiadaviek na obalové konštrukcie – **Plochá a šikmá strecha $\leq 45^\circ$**

| Hodnotený parameter konštrukcie | Hodnota požadovaná |
|--|--|
| Súčiniteľ prechodu tepla U_N [W/(m ² .K)] | $\leq 0,15$ |
| Množstvo skondenzovanej vodnej pary g_k [kg/(m ² .rok)] | $\leq 0,1$ |
| Celoročná bilancia vlhkosti $g_k < g_v$ [kg/(m ² .rok)] | aktívna |
| Vnútna povrchová teplota – požadovaná najnižšia povrchová teplota pri navrhovaných okrajových podmienkach, vylúčenie rizika rastu plesní °C Tlmené, resp. prerušované vykurovanie s poklesom teploty vnútorného vzduchu θ_{ai} do 5 K | $\geq 12,83$ |
| g_v | Ročné množstvo vyparenej vodnej pary vo vnútri konštrukcie |

Prehľad hodnotených požiadaviek na obalové konštrukcie – **Strop nad nevykurovaným priestorom**

| Hodnotený parameter konštrukcie | Hodnota požadovaná |
|--|--|
| Súčiniteľ prechodu tepla U_N [W/(m ² .K)] | $\leq 0,20$ |
| Množstvo skondenzovanej vodnej pary g_k [kg/(m ² .rok)] | $\leq 0,5$ |
| Celoročná bilancia vlhkosti $g_k < g_v$ [kg/(m ² .rok)] | aktívna |
| Vnútna povrchová teplota – požadovaná najnižšia povrchová teplota pri navrhovaných okrajových podmienkach, vylúčenie rizika rastu plesní °C Tlmené, resp. prerušované vykurovanie s poklesom teploty vnútorného vzduchu θ_{ai} do 5 K | $\geq 12,83$ |
| g_v | Ročné množstvo vyparenej vodnej pary vo vnútri konštrukcie |

4.3 Požiadavka šírenie vlhkosti v konštrukcii

Skondenzované množstvo vodnej pary v konštrukcii bez kondenzácie vodnej pary v konštrukcii musia byť navrhnuté strechy, stropy a steny, v ktorých by skondenzovaná vodná para ohrozila ich požadovanú funkciu:

$$g_k = 0$$

kde g_k je celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary v konštrukcii v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$.

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

- skondenzovaná vodná para neohrozí požadovanú funkciu konštrukcie,
- ročná bilancia skondenzovanej a vyparenej vodnej pary je priaznivá,

$$g_k < g_v$$

kde g_v je celoročné množstvo vyparenej vodnej pary v $\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$.

- prípustné celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary je pre jednoplášťové strechy,

$$g_k \leq 0,1 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

- pre ostatné konštrukcie

$$g_k \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

4.4 Požiadavky na posudzované detaily – hygienické kritérium

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

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

- 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 vnútorného 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 $\phi_i = 50 \%$ je $\theta_{si,80} = 12,6^{\circ}\text{C}$;
- $\Delta\theta_{si}$ bezpečnostná prírážka zohľadňujúca spôsob vykurovania miestnosti, spôsob užívania miestnosti, ktorá sa určí z tabuľky 4.

4.5 Požiadavky intenzita výmeny vzduchu v miestnosti

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

$$n \geq n_N$$

kde n_N je požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu, v $1/\text{h}$.

Ak sa nespĺňa požiadavka na intenzitu výmeny vzduchu v miestnosti prirodzenou infiltráciou, je potrebné zabezpečiť výmenu vzduchu iným spôsobom.

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

V budovách s požadovanou tesnosťou budovy a požadovanou veľmi nízkou potrebou tepla (napr. budovy s takmer nulovou spotrebou energie) sa požaduje využitie spätného získavania tepla z odpadového vzduchu (rekuperácie) s účinnosťou spätného získavania tepla najmenej 60 %.

4.6 Požiadavky maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie

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

Budovy 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 mernej potreby tepla, v kWh/(m².a), podľa tabuľky 9;
 $Q_{H,nd}$ merná potreba tepla stanovená podľa STN EN ISO 13790 (STN 73 0540) v kWh/(m².a).

5. POPIS OBJEKTU

Objekt šatní a zázemia športovcov bude nepodpivničený, dvojpodlažný objekt obdĺžnikového tvaru rozmerov 114,59 x 8,87 m s pultovou strechou. Nosný systém objektu tvoria murované obvodové a vnútorné nosné steny z pórobetónových tvárnic Ytong.

Fasáda

Fasády objektu budú zateplené kontaktným zatepľovacím systémom s minerálnou vlnou s tenkovrstvovou omietkou a z exteriéru obložené obkladom z trapézového plechu. V časti kaviarne bude stenový systém kombinovaný so sklenenými hliníkovými fasádnymi stenami. Vonkajšie oceľové schodisko bude ohradené ťahokovom. Obvodový plášť objektu bude zateplený zatepľovacím systémom s tepelnou izoláciou z dosiek minerálnej vlny hr. 160 mm

Strecha

Nosnú časť strešného plášťa tvoria oceľové profily tvaru „I“, ktoré budú ukladané na obvodové nosné steny a vnútorné steny. Na oceľové profily bude ukladán profilovaný trapézový plech, parozábrana, a vrstvy tepelnej izolácie z minerálnej vlny. Na streche riešeného objektu je uvažované s osadením fotovoltických panelov pre výrobu el. energie. Vyrobenú el. energiu bude investor spotrebovávať na prevádzku objektu. V strešnom plášti tepelná izolácia z dosiek z minerálnej vlny s celkovou hrúbkou 300 mm. Strop na 2.NP v časti nad vonkajším prostredím bude zateplený extrudovaným polystyrénom

Podlaha

Podlahu nad zeminou v tvorí betónová doska s tepelnou izoláciou z EPS.

Výplne otvorov

Vstupné dvere do objektu a zasklené steny 1. NP budú z hliníkové, ostatné vonkajšie výplne otvorov ako okná a balkónové dvere budú plastové s izolačným trojsklom $U < 0,85 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Vykurovanie a príprava teplej vody

Objekt bude vykurovaný teplovodným podlahovým kúrením so zdrojom sústavou kotlov na zemný plyn, v ktorých sa bude pripravovať i teplá voda do centrálného zásobníka.

Vzhľadom na dispozičné riešenie je budova rozdelená na dva funkčne celky s účelom využitia 50% budovy pre šport, 50% budovy hotelov a reštaurácií.

6. VÝPOČET A POSÚDENIE TEPELNOTECHNICKÝCH PARAMETROV OBVODOVÉHO PLÁŠŤA – NAVRHOVANÝ STAV

Základné funkčné požiadavky a kritériá na tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov sú uvedené v STN 73 0540 – časť 2. Výstupy z podrobného posúdenia stavebných konštrukcií z hľadiska tepelnej ochrany, tepelný odpor, súčiniteľ prechodu tepla, difúzny odpor, miesto kondenzácie a posúdenie ročnej bilancie vlhkosti sú stanovené pomocou programu Fragment 5.0. a sú uvedené v prílohe.

Fragment obvodový plášť – vonkajšia stena

| | | Súčiniteľ prechodu tepla $U \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ | Tepelný odpor konštrukcie $R (\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$ |
|---|-------|---|---|
| Obvodový plášť - A1 | | 0,149 | - |
| Normalizovaná hodnota - vonkajšia stena | U_N | 0,22 | vyhovuje |

Zloženie obvodového plášťa **VYHOVUJE** normalizovanej hodnote súčiniteľa prechodu tepla.

Teplota vnútorného povrchu konštrukcie (T_{si}):

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{dp} = 13,12^\circ\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 19,3^\circ\text{C}$

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

Fragment strecha

| | | Súčiniteľ prechodu tepla $U \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ | Tepelný odpor konštrukcie $R (\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$ |
|-----------------------|-------|---|---|
| plochá strecha | | 0,126 | - |
| Normalizovaná hodnota | U_N | 0,15 | vyhovuje |

Zloženie strechy **VYHOVUJE** normalizovanej hodnote súčiniteľa prechodu tepla.

Teplota vnútorného povrchu konštrukcie (T_{si}):

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{dp} = 13,12^\circ\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 19,6^\circ\text{C}$

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

Fragment podlaha nad zeminou

| | | Súčiniteľ prechodu tepla $U \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ | Tepelný odpor konštrukcie $R (\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$ |
|-----------------------|-------|---|---|
| Podlaha | | | 3,988 |
| Normalizovaná hodnota | R_N | 02,5 | vyhovuje |

Zloženie stropu **VYHOVUJE** normalizovanej hodnote súčiniteľa prechodu tepla.

Teplota vnútorného povrchu konštrukcie (T_{si}):

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{dp} = 13,12^\circ\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 18,9^\circ\text{C}$

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

Fragment strop nad vonkajším prostredím

| | | Súčiniteľ prechodu tepla $U \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ | Tepelný odpor konštrukcie $R (\text{m}^2.\text{K})/\text{W}$ |
|---------------------------------------|-------|---|---|
| Strop nad vnútorným prostredím | | 0,111 | - |
| Normalizovaná hodnota | U_N | 0,15 | vyhovuje |

Zloženie stropu **VYHOVUJE** normalizovanej hodnote súčiniteľa prechodu tepla.

Teplota vnútorného povrchu konštrukcie (T_{si}):

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{dp} = 13,12^\circ\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 19,3^\circ\text{C}$

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

V navrhovaných konštrukciách nedochádza ku kondenzácii, alebo je celoročná bilancia skondenovanej a vyparenej vlhkosti priaznivá, množstvo skondenovanej vodnej pary vyhovuje požiadavke STN 730540. Na vnútornom povrchu vo fragmentoch ani v miestach tepelných mostov nedochádza ku kondenzácii.

V miestach tepelných mostov nedôjde ku poklesu teploty pod kritickú teplotu pre vznik plesní na vnútornom povrchu: $\Theta_{si} > \Theta_{si,80}$

Fragment okná a zasklené steny

Súčiniteľ prechodu tepla
 $U \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$

| | | |
|-----------------------|-------|------|
| Okná a zasklené steny | | 0,85 |
| Normalizovaná hodnota | U_N | 0,85 |

Všetky uzlové detaily konštrukcie – geometrické tepelné mosty a tepelné mosty v mieste nosných a výplňových prvkov sú ošetrené s hľadiska deformovaného teplotného poľa potrebnou hrúbkou obalového plášt'a alebo s dostatočnou tepelnou ochranou, na základe porovnania s referenčnými detailmi v Atlase tepelných mostov – (Sternová Zuzana a kol., 2006).

7. KRITÉRIUM VÝMENY VZDUCHU

Kritérium výmeny vzduchu je splnené technickým riešením vzduchotechniky

8. ENERGETICKÉ KRITÉRIUM

8.1 Merná tepelná strata:

| | Tepelné straty | U-hodnota fragmentu $W/(m^2\cdot K)$ | U-hodnota z 2D polí a podzákladia | Plocha m^2 | red. Faktor | $U_i \cdot A_i \cdot B_{xi}$ (W/K) | Výsl. tepelná strata |
|----|---|--|---|-----------------|-------------|---------------------------------------|----------------------------|
| 1 | stena obvodová | 0,149 | 0,150 | 1417,83 | 1 | 212,67 | 17466,51 |
| 2 | plochá strecha | 0,13 | 0,126 | 1064,83 | 1 | 134,17 | |
| 3 | podlaha nad zeminou | 0,24 | 0,131 | 1011,73 | 1 | 132,54 | |
| 6 | strop nad vonkajším prostredím | 0,11 | 0,11 | 53,10 | 1 | 5,89 | |
| 7 | Zasklené steny | 1,1 | 1,1 | 89,31 | 1 | 98,24 | |
| 8 | Vonkajšie okná | 0,85 | 0,85 | 239,10 | 1 | 203,24 | |
| 9 | Vchodové dvere | 1,1 | 1,1 | 14,04 | 1 | 15,44 | |
| 10 | Garážové dvere | 0,85 | 0,85 | 13,92 | 1 | 11,83 | |
| | Celkom - merná tepelná strata HTM | | | 3903,86 | | 814,03 W/K | 17466,51 |
| | Celkom - merná tepelná strata HTM | | | | | 814,03 W/K | 66854,29 |
| | Zväčšenie vplyvom tepelných mostov dHTM | | | | | 78,08 W/K | 6412,32 |
| | Výsledná merná tepelná strata prechodom tepla H_t | | | | | 892,10 W/K | 73266,61 |
| | Merná tepelná strata vetraním H_v | | | | | 939,43 W/K | 77153,25 |
| | Merná tepelná strata budovy H | | | | | 1831,53 W/K | 150419,87 |

| | Vnútné tepelné zisky | | $q_i =$ | 6 | | 62296,90 kWh/rok |
|------|----------------------|----------|-------------|------|----------|------------------------------------|
| | Solárne zisky: | | | | | |
| P.č. | Orientácia | I_{sj} | g_{\perp} | F | Plocha A | Účinná kolekčná plocha A_s |
| 1 | S | 100 | 0,6 | 0,5 | 2,34 | 0,70 |
| 2 | J | 320 | 0,6 | 0,5 | 0,00 | 0,00 |
| 3 | V+Z | 200 | 0,6 | 0,5 | 326,07 | 97,82 |
| 4 | JV+JZ | 240 | 0,6 | 0,5 | | 0,00 |
| 5 | HOR | 400 | 0,6 | 0,75 | | 0,00 |
| | Solárny zisk | | | | | 19634,40 kWh/rok |

8.2 Merná potreba tepla vzťahnutá na 3422 dennostupňov:

Merná potreba tepla na vykurovanie Q_{hnd1} (3422 dennos.): **9,69 kWh/(m³.a)**

Porovnanie s $Q_{H,nd,r1}$, nové budovy od 2021 **11,9 kWh/(m².a)**

Nové budovy od 1.1. 2021

$Q_H = 9,69 < Q_{H,nd,N} = 11,9 \text{ kWh/(m}^3\text{.a)}$

Vyhovuje: ÁNO

8.3 Potreba tepla vypočítaná mesačnou metódou:

| Výpočet potreby tepla na vykurovanie - mesačná metóda | | | | | | | | |
|--|--|-------------------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| Veličina | | Mesiac | | | | | | |
| | | I. | II. | III. | IV. | X. | XI. | XII. |
| Dĺžka výpočtového obdobia t dní | | 31 | 28 | 31 | 30 | 31 | 30 | 31 |
| Priemerná vonkajšia teplota °C | | -1,8 | 0,4 | 4,6 | 9,9 | 9,8 | 4,3 | -0,3 |
| Požadovaná / priemerná upravená vnútorná teplota °C | | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 | 21,5 |
| Teplná strata Q_L kWh | | 31749,9 | 25969,6 | 23028,9 | 15296,9 | 15943,1 | 22681,7 | 29705,9 |
| Interné tepelné zisky Q_i kWh | | | | | | | | |
| Počet hodín trvania výpočtového obdobia | | 744 | 672 | 744 | 720 | 744 | 720 | 744 |
| Spolu Q_i | | 9269,77857 | 8372,703 | 9269,7786 | 8970,753 | 9269,779 | 8970,75346 | 9269,779 |
| Solárne tepelné zisky Q_s kWh | | | | | | | | |
| Isj - J | | 30,2 | 43,6 | 61,2 | 66,3 | 57,2 | 33,1 | 28,4 |
| Solárne tepelné zisky Q_s kWh | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Isj - SZ/SV | | 10,2 | 16,1 | 26,8 | 41,6 | 18,3 | 9,6 | 7,4 |
| Solárne tepelné zisky Q_s kWh | | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| Isj-v/z | | 14,9 | 24,5 | 42 | 59,3 | 32,2 | 15,4 | 11,8 |
| Solárne tepelné zisky Q_s kWh | | 1457,5 | 2396,6 | 4108,5 | 5800,8 | 3149,8 | 1506,4 | 1154,3 |
| Isj-S | | 9,1 | 13,8 | 20,1 | 27,2 | 14,5 | 8,4 | 6,8 |
| Solárne tepelné zisky Q_s kWh | | 6,4 | 9,7 | 14,1 | 19,1 | 10,2 | 5,9 | 4,8 |
| Spolu Q_s | | 1463,9 | 2406,3 | 4122,6 | 5819,9 | 3160,0 | 1512,3 | 1159,1 |
| pomer tepelných ziskov a strát γ | | 0,34 | 0,42 | 0,58 | 0,97 | 0,78 | 0,46 | 0,35 |
| C-vnút.tep.kapacita | | 260 000 | 260 000 | 260 000 | 260 000 | 260 000 | 260 000 | 260 000 |
| τ časová konštanta budovy | | 81,88 | 81,88 | 81,88 | 81,88 | 81,88 | 81,88 | 81,88 |
| α_o | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| τ_o | | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| α | | 6,46 | 6,46 | 6,46 | 6,46 | 6,46 | 6,46 | 6,46 |
| $1-\gamma^\alpha$ | | 1,00 | 1,00 | 0,97 | 0,20 | 0,80 | 0,99 | 1,00 |
| $1-\gamma^{\alpha+1}$ | | 1,00 | 1,00 | 0,98 | 0,22 | 0,84 | 1,00 | 1,00 |
| η | | 1,00 | 1,00 | 0,99 | 0,88 | 0,95 | 1,00 | 1,00 |
| Potreba tepla na vykurovanie Q_h kWh | | | | | | | | |
| Q_h kWh | | 21022,683 | 15212,18 | 9808,5964 | 2280,413 | 4163,561 | 12237,2547 | 19284,95 |
| Ročná potreba tepla na vykurovanie: | | | | 84 010 kWh/rok | | | | |

Do ďalšieho výpočtu potreby energie . Mesačná metóda:

| | |
|-------|--|
| Q_1 | 11,39 kWh/(m ³ .rok) |
| Q_2 | 31,89 kWh/(m ² .rok) |

Budova vyhovuje predpokladu preukázania dosiahnutia energetickej hospodárnosti budovy energetickým certifikátom v zmysle čl. 8.2 normy STN 730540 ($Q_{N,EP}$ menej ako 32,6 kWh/(m².rok) pre zmiešaný účel využitia: 50% budovy pre šport, 50% budovy hotelov a reštaurácií.

9. ZATRIEDENIE BUDOVY DO ENERGETICKEJ TRIEDY – NAVRHOVANÝ STAV

9.1 MIESTO SPOTREBY VYKUROVANIE

Ako zdroj vykurovania bude slúžiť sústava plynových kotlov

Pre výpočet potreby energie na vykurovanie budovy sa vychádza z hodnoty potreby tepla na vykurovanie s priemernou upravenou vnútornou teplotou 22,5°C – na základe váhového pomeru plôch s rôznymi vnútornými výpočtovými teplotami.

Potreba energie na vykurovanie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla: **31,89 kWh/(m².a)**

Potreba energie na vykurovanie so stratami pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla: **36,4 kWh/(m².a)**

| Potreba energie na vykurovanie | | |
|--------------------------------|-------------------------|------------|
| | kWh/(m ² .a) | Hodnotenie |
| A | ≤35 | |
| B | 36 - 72 | 36,4 |
| C | | |

Budova bude zatriedená podľa prílohy č. 3 vyhlášky 364 / 2012 pre miesto spotreby „Vykurovanie“ a pre kategóriu budov „Zmiešaný účel využitia“ do energetickej triedy B.

9.2 MIESTO SPOTREBY PRÍPRAVA TV

Na základe údajov uvedených v projekte vykurovania bola stanovená potreba tepla na ohrev TUV

Merná potreba energie na prípravu TV so stratami pri distribúcii a výrobe TV: **22,5 kWh/(m².a)**

| Potreba energie na prípravu TV | | |
|--------------------------------|-------------------------|------------|
| | kWh/(m ² .a) | Hodnotenie |
| A | ≤ 19 | |
| B | 20 - 38 | 22,5 |
| C | | |

Budova bude zatriedená podľa prílohy č. 3 vyhlášky 364 / 2012 pre miesto spotreby „Príprava teplej vody“ a pre kategóriu budov „Zmiešaný účel využitia“ do energetickej triedy B.

9.3 MIESTO SPOTREBY OSVETLENIE

V budove je navrhnuté osvetlenie za svietidlami s LED žiarovkami a lineárnymi žiarivkami s elektronickými predradníkmi.

Prevádzkový čas od:

7:00 hod

Prevádzkový čas do:

22:30 hod

Korekčný činiteľ pre víkendy (C_{we}):

1,0

Prevažujúci typ riadenia osvetlenia v budove – kód:

R2

Priemerný činiteľ využitia denného svetla v budove (FD):

0,92

Priemerný činiteľ obsadenosti budovy (FO):

0,50

Priemerný činiteľ konštantnej osvetlenosti v budove (FC):

1,00

Potreba energie na osvetlenie (LENI):

6,4 kWh/(m².a)

| Potreba energie na osvetlenie | | |
|-------------------------------|-------------------------|------------|
| | kWh/(m ² .a) | Hodnotenie |
| A | ≤16,5 | 7,4 |
| B | | |
| C | | |

Budova bude zatriedená podľa prílohy č. 3 vyhlášky 364 / 2012 pre miesto spotreby „Osvetlenie“ a pre kategóriu budov „Zmiešaný účel využitia“ do energetickej triedy A.

9.4 CELKOVÁ POTREBA ENERGIE BUDOVY A GLOBÁLNY UKAZOVATEĽ – PRIMÁRNA ENERGIA

Celková potreba energie

$$Q_c = Q_{h,r} + Q_w + Q_e = 36,4 + 22,5 + 6,4$$

$$Q_c = 67,79 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

Potreba primárnej energie:

Energetickým nosičom pre osvetlenie je elektrická energia - faktor primárnej energie $f_p = 2,2$

Energetickým nosičom pre vykurovanie a prípravu TV je plynový kondenzačný kotol - faktor transformácie a distribúcie 1, faktor primárnej energie $f_p = 1,1$

Odpočítateľná energia z obnoviteľného zdroja FVE: osvetlenie a podpora prípravy teplej vody: $15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$$Q_{c,pru} = (36,4 + 22,5)/1 \cdot 1,1 + 6,4 \cdot 2,2 - 15 = 63,9$$

$$Q_{c,pru} = 79,15 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

| Celková dodaná energia bez klimatizácie | | |
|---|-------------------------|------------|
| | kWh/(m ² .a) | Hodnotenie |
| A | ≤ 77 | 64,81 |
| B | | |
| C | | |

| Primárna energia bez klimatizácie | | |
|-----------------------------------|-------------------------|------------|
| | kWh/(m ² .a) | Hodnotenie |
| A0 | ≤ 65 | 63,9 |
| A1 | | |
| B | | |

Budova bude zatriedená podľa prílohy č. 3 vyhlášky 364 / 2012 pre celkovú dodanú energiu a pre kategóriu budov „Zmiešaný účel využitia“ do energetickej triedy A.

Budova bude zatriedená podľa prílohy č. 3 vyhlášky 364 / 2012 pre globálny ukazovateľ - Primárna energia a pre kategóriu budov „Zmiešaný účel využitia“ do energetickej triedy AO.
Ako obnoviteľný zdroj energie sú navrhnuté fotovoltaické panely na streche.

10. ZÁVER

Budova spĺňa požiadavky tepelnotechnických vlastností novo navrhnutých stavebných konštrukcií v zmysle normy STN 73 0540-2:2012 Funkčné vlastnosti.

Posúdenie bolo vypracované ako projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti na základe §3 a §4 ods.2 zákona č.300/2012 Z.z. o energetickej hospodárnosti budov a vyhlášky MVR SR č. 364/2012,Z.z., ktorou sa vykonáva zákon č. 555/2005 Z.z.

Vo výpočtoch boli uvažované tepelnotechnické charakteristiky a metodika výpočtov podľa aktuálnej technickej normy STN 73 05 40 – Tepelnotechnické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Z1 + Z2.

Pri dodržaní technologických predpisov a materiálov uvedených v projektovej dokumentácii pri zateplení budovy sa dosiahnu podmienky podľa STN 73 0540. Energetické kritérium je splnené a merná potreba tepla na vykurovanie spĺňa podmienky podľa STN 73 0540.

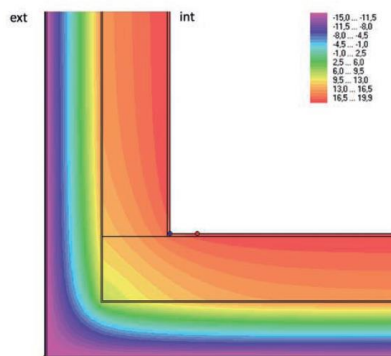
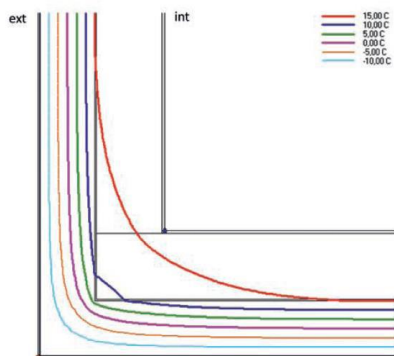
11. PRÍLOHY

Grafické výstupy posúdenia plošných teplotných polí

Posúdenie najnižšej povrchovej teploty na základe výpočtu plošných teplotných polí

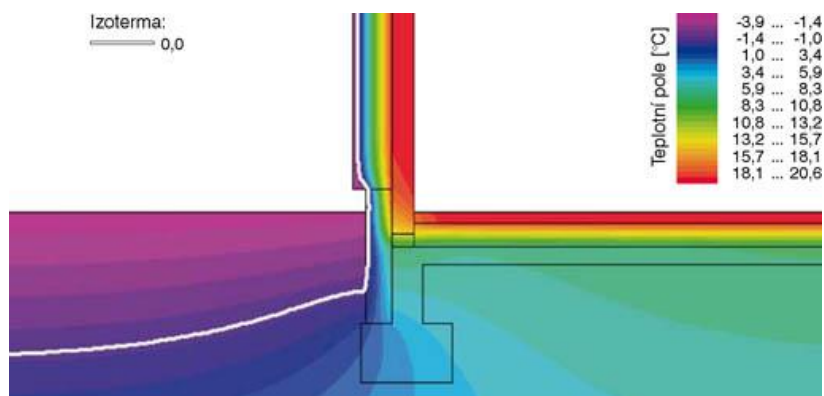
Detail styku obvodových stien:

Detail styku steny a strechy:



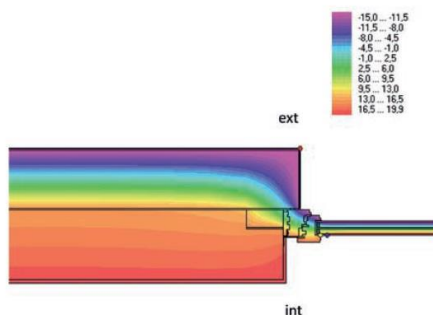
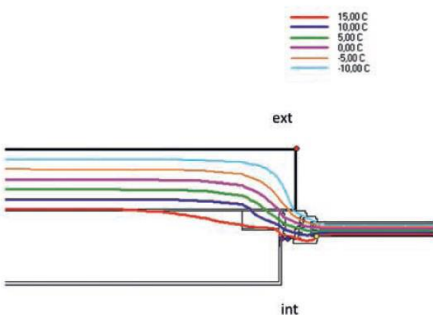
Povrchová teplota θ_{si} [°C] 18,1 > $\theta_{si,N}$ [°C] = 13,1

Detail podzákladia:



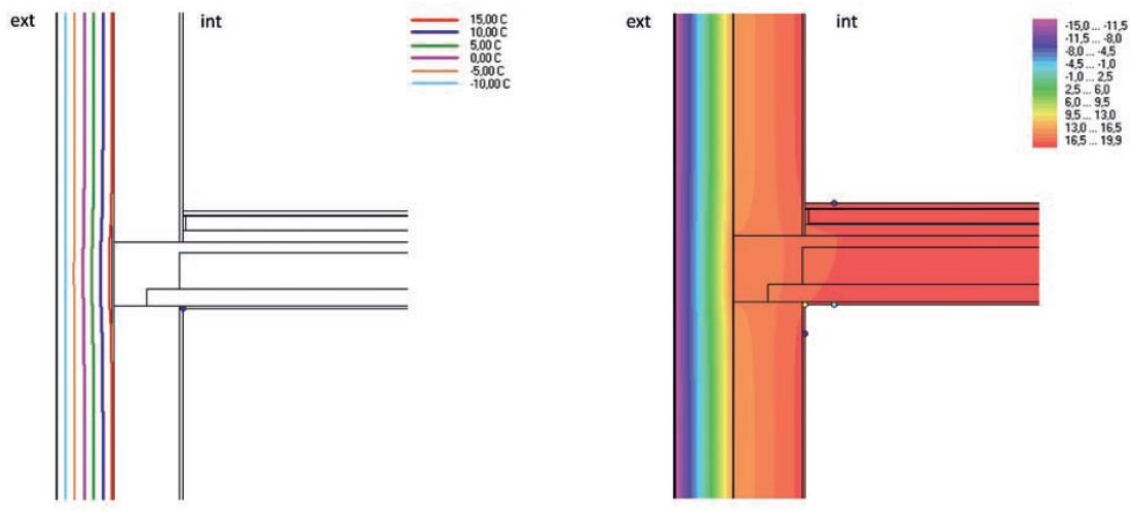
Povrchová teplota θ_{si} [°C] 18,7 > $\theta_{si,N}$ [°C] = 13,1

Detail okenného ostenia a okennej výplňovej konštrukcie



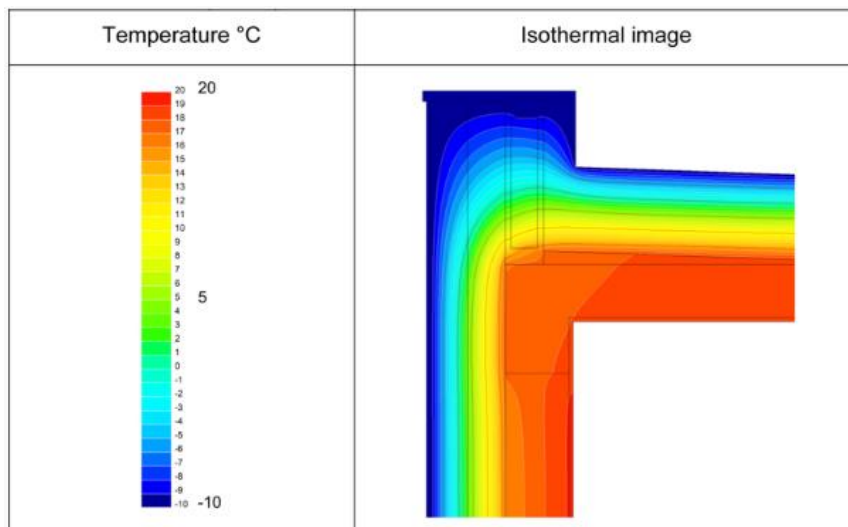
ostenie: Povrchová teplota θ_{si} [°C] 14,8 > $\theta_{si,N}$ [°C] = 13,1
okno: Povrchová teplota θ_{si} [°C] 13,1 > $\theta_{si,N}$ [°C] = 9,26

Detail styku obvodových stien so stropom:



Povrchová teplota θ_{si} [°C] 19,3 > $\theta_{si,N}$ [°C] = 13,1

Detail střechy:



Povrchová teplota θ_{si} [°C] 19,3 > $\theta_{si,N}$ [°C] = 13,1

Povrchová teplota θ_{si} [°C] 19,3 > $\theta_{si,N}$ [°C] = 13,1

Výpočet tepelnotechnických vlastností fragmentov obalového plášťa

podľa STN 73 0540 „Tepelná ochrana budov“

Názov stavby: Areál Futbalovej školy Mareka Hamšíka

Adresa: Rudlová - Banská Bystrica

Investor: RSC HAMSIK ACADEMY s.r.o.

Projektant: Ing. Žiška

Firma: Ec Expert

Názov konštrukcie: stena

Lokalita / Okres / Kraj

Banská Bystrica / Banská Bystrica / Banskobystrický

| Okrajové podmienky: | | | |
|---|---|------------------|---|
| výpočtová oblasť: | 3: -14.0 °C, -0.3 K | nadmorská výška: | 370 m |
| odpor pri prestupe tepla: | R _{si} = 0.130 (m ² .K)/W | | R _{se} = 0.040 (m ² .K)/W |
| vnútorná a vonkajšia teplota: | Φ _i = 20.000 °C | | Φ _e = -15.000 °C |
| relatívna vlhkosť vnútorného a vonkajšieho vzduchu: | φ _i = 50.000 % | | φ _e = 84.590 % |
| najnižšia teplota vnútorného povrchu: vykurovanie: | neprerušované | | Φ _{si80} = 12.820 °C |

Fragment konštrukcie:

Vonkajšia stena a šikmá strecha nad obytným priestorom so sklonom > 45°

Tepelnotechnické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3
(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Skladba:

| | | | | | | | | |
|--------------------------|---|---|----------------|----------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|
| Materiály: (interiér) | | R _{si} + R + R _{se} : | | | 6.702 | U: R: | | 0.149 6.532 |
| č.v. | Názov materiálu vrstvy/ názov materiálu rámu | ρ | λ _e | λ _i | c | μ | μ _{le} | Hrúbka/ % rámu |
| 1 | * - Vápennocementová omietka | 2000 | 0.99 | 0.88 | 790 | 19 | 19 | 10 |
| 2 | YTONG P4-500 | 500 | 0.137 | 0.13 | 1000 | 7.5 | 7.5 | 300 |
| 3 | ISOVER TF PROFI | 108 | 0.037 | 0.035 | 800 | 1 | 1 | 160 |
| 4 | Webertherm clima | 1300 | 0.84 | 0.8 | 920 | 12 | 12 | 3 |
| 5 | Weberpas silikátová | 1550 | 0.93 | 0.9 | 940 | 40 | 40 | 4 |
| (exteriér) | | | | | hrúbka fragmentu: | | | 477 |

Výsledky výpočtov:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si}: 19.321 °C

Difúzny odpor konštrukcie: 14.853 x10⁻⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 6.532 m².K/W

R hodnoty R_{min} 2.000 ☒ R_N 3.000 ☒ R_{r1}, R_{r2} 4.400 ☒ R_{r3} 6.500 ☒

Konštrukcia vyhovuje normalizovanej hodnote R_{r2}.

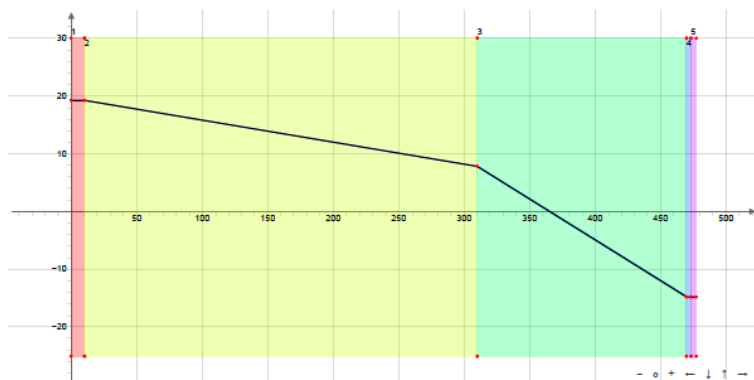
Súčiniteľ prechodu tepla U: 0.149 W/(m².K)

U hodnoty U_{max} 0.460 ☒ U_N 0.320 ☒ U_{r1}, U_{r2} 0.220 ☒ U_{r3} 0.150 ☒

Hodnoty teplôt v konštrukcii (od interiéru k exteriéru):

| vrstva | Interiér | Povrch | 1 CC | 2 CC | 3 CC | 4 CC | 5 CC | Exteriér |
|--------------|----------|--------|-------|------|--------|--------|--------|----------|
| φ CC | 20.00 | 19.32 | 19.27 | 7.83 | -14.75 | -14.77 | -14.79 | -15.00 |

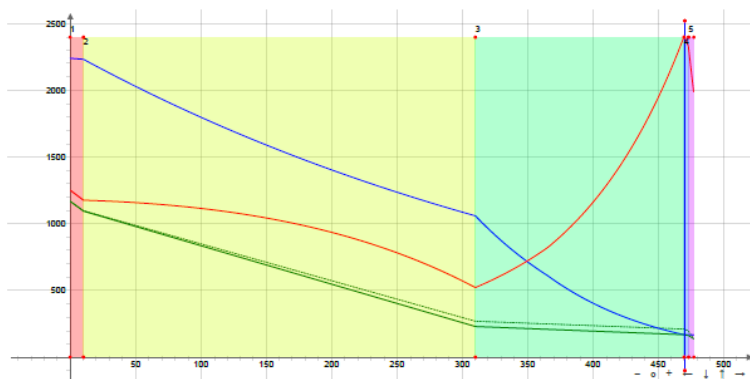
Priebeh teploty Φ_x



Hodnoty tlakov vodných pár a relatívnej vlhkosti (od interiéru k exteriéru):

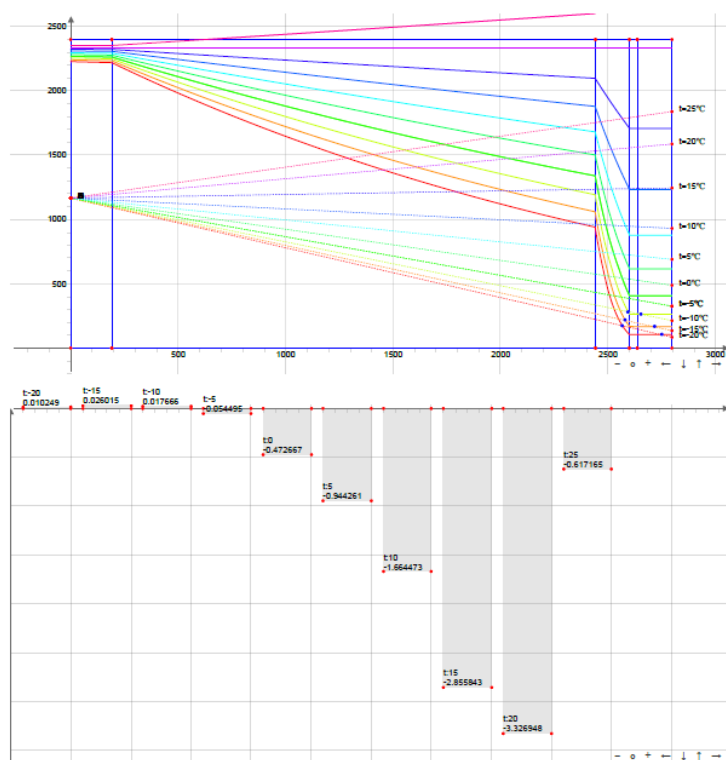
| vrstva | Interiér | 1 CC | 2 CC | 3 CC | 4 CC | 5 CC | Exteriér |
|-------------|----------|---------|---------|--------|--------|--------|----------|
| Pd_t CC | 1168.48 | 1098.54 | 270.39 | 211.50 | 198.25 | 139.36 | 139.36 |
| $PSat$ CC | 2336.95 | 2233.19 | 1060.06 | 168.60 | 168.31 | 167.96 | 164.74 |
| Pd CC | 1168.48 | 1095.47 | 230.88 | 169.40 | 163.48 | 139.36 | 139.36 |
| $PSat - Pd$ | 1168.48 | 1137.72 | 829.17 | -0.80 | 4.83 | 28.60 | 25.39 |
| $RH \%$ CC | 50.00 | 49.05 | 21.78 | 100.48 | 97.13 | 82.97 | 84.59 |

Priebeh tlakov vodných pár a kondenzácie



| Kondenzačné zóny | | | [10 ⁻⁹ kg/(m2s)] | | |
|------------------|-----------|-----------|-----------------------------|-----------------|--------------|
| zona | zač. [mm] | kon. [mm] | dif.tok z Int. | dif.tok do Ext. | množ.kond. |
| 1 | 470.18 | 470.18 | 72.332983657 | 28.374853567 | 43.958130090 |

Bilancia vodnej pary počtanosťou výskytu teplôt podľa STN 730540-2



| | | | | | | | | | |
|--|--------|--------------------|------------------|---|---|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| p _{di} [θ _i = 20, φ _i = 50] = 1168.476 | | | | A...štart prvej, B...koniec poslednej kond.zóny | | | | | |
| Tepl. | t | p _{sat} A | R _d A | p _{de} | p _{sat} B | R _d B | g _d A | g _d B | ΔM _d .t |
| -20 | 172.8 | 105.600 | 13.816 | 87.329 | 105.600 | 1.037 | 76.929 | 17.617 | 0.010 |
| -15 | 604.8 | 168.580 | 13.824 | 138.386 | 168.580 | 1.030 | 72.333 | 29.319 | 0.026 |
| -10 | 993.6 | 264.298 | 13.824 | 215.247 | 264.298 | 1.030 | 65.409 | 47.629 | 0.018 |
| -5 | 2592 | 407.328 | 13.824 | 328.968 | 407.328 | 1.030 | 55.062 | 76.086 | -0.054 |
| 0 | 5572.8 | 616.848 | 13.824 | 488.400 | 616.848 | 1.030 | 39.905 | 124.722 | -0.473 |
| 5 | 5788.8 | 878.377 | 13.824 | 688.773 | 878.377 | 1.030 | 20.986 | 184.104 | -0.944 |
| 10 | 5616 | 1233.170 | 13.824 | 932.755 | 1233.170 | 1.030 | -4.680 | 291.700 | -1.664 |
| 15 | 5832 | 1708.313 | 13.824 | 1244.217 | 1708.313 | 1.030 | -39.052 | 450.633 | -2.856 |
| 20 | 4104 | 2336.951 | 13.824 | 1589.127 | 2336.951 | 1.030 | -84.528 | 726.132 | -3.327 |
| 25 | 432 | 3159.221 | 13.824 | 1836.234 | 3159.221 | 1.030 | -144.012 | 1284.611 | -0.617 |
| G _k = M _c = + SUM(ΔM _d .t) = 0.053930 kg/m ² | | | | | G _v = M _{ev} = - SUM(ΔM _d .t) = 9.935852 kg/m ² | | | | |
| Bilancia vodnej pary: (G _k - G _v) | | | | | G = -9.881922 kg/(m ² .rok) | | | | |
| Konštrukcia má priaznivú ročnú bilanciu skondenzovanej a vyparenej vodnej pary. | | | | | | | | | |

Bilancia vodnej pary mesačnými priemermi teplôt podľa STN EN ISO 13788

V konštrukcii nedochádza počas modelového roka ku kondenzácii.

Hodnotenie kondenzácie

Bilancia vodnej pary početnosťou výskytu teplôt podľa STN 730540-2

Ročné množstvo skondenzovanej vodnej pary: $G_k = 0.053930 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ročné množstvo vyparenej vodnej pary: $G_v = 9.935852 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Bilancia vodnej pary: $(G_k - G_v)$ $G = -9.881922 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Konštrukcia má priaznivú ročnú bilanciu skondenzovanej a vyparenej vodnej pary.

Kondenzuje pri vonk.teplote nižšej ako: $-5.0 \text{ }^\circ\text{C}$

V zmysle STN 73 0540 je nutné v prípade tepelných mostov posúdiť konštrukciu z hľadiska 2-rozmerného alebo 3-rozmerného tepelného poľa.

Bilancia vodnej pary mesačnými priemermi teplôt podľa STN EN ISO 13788

Konštrukcia je bez vnútornej kondenzácie.

Fragment konštrukcie:

Plochá a šikmá strecha $\leq 45^\circ$

Tepelnotechnické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3
(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Skladba:

| Materiály: (interiér) | | R _{si} + R + R _{se} : | | | | 7.963 | U: R: | 0.126 7.783 |
|--------------------------|---|---|-------------|-------------|-----|-------------------|------------|-------------------|
| č.v. | Názov materiálu vrstvy/ názov materiálu rámu | ρ | λ_e | λ_i | c | μ | μ_{le} | Hrúbka/ % rámu |
| 1 | Trapézové plechy v celku s parozábr.fóliou, výška 83 mm | 7850 | 0.1 | 0.1 | 870 | 72500 | 72500 | 1 |
| 2 | Min.vlna | 108 | 0.038 | 0.035 | 800 | 1 | 1 | 200 |
| 3 | Min.vlna spádová | 108 | 0.04 | 0.038 | 800 | 1 | 1 | 100 |
| 4 | PTO fólia | 1270 | 0.16 | 0.16 | 960 | 15000 | 15000 | 1.5 |
| (exteriér) | | | | | | hrúbka fragmentu: | | 302.5 |

Výsledky výpočtov:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si} : 19.560 °C

Difúzny odpor konštrukcie: 506.269 x10⁻⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 7.783 m².K/W

R hodnoty R_{min} 3.200 ☒ R_N 4.900 ☒ R_{r1}, R_{r2} 6.500 ☒ R_{r3} 9.900 ☐

Konštrukcia vyhovuje normalizovanej hodnote R_{r2}.

Súčiniteľ prechodu tepla U: 0.126 W/(m².K)

U hodnoty U_{max} 0.300 ☒ U_N 0.200 ☒ U_{r1}, U_{r2} 0.150 ☒ U_{r3} 0.100 ☐

Konštrukcia vyhovuje požadovanej normalizovanej hodnote U_{r2}.

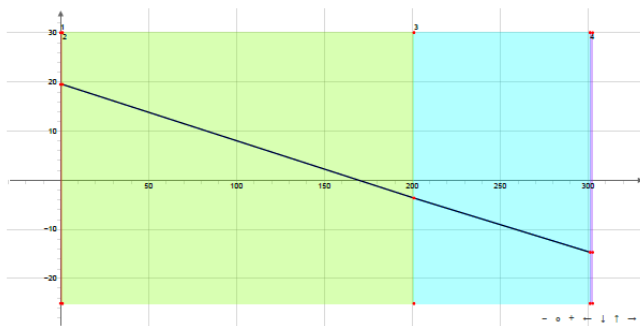
Fázový posun: 10.613 hod

Teplotný útlm: 119.733

Hodnoty teplôt v konštrukcii (od interiéru k exteriéru):

| vrstva | Interiér | Povrch | 1 CC | 2 CC | 3 CC | 4 CC | Exteriér |
|-----------|----------|--------|-------|-------|--------|--------|----------|
| Φ CC | 20.00 | 19.56 | 19.52 | -3.62 | -14.61 | -14.65 | -15.00 |

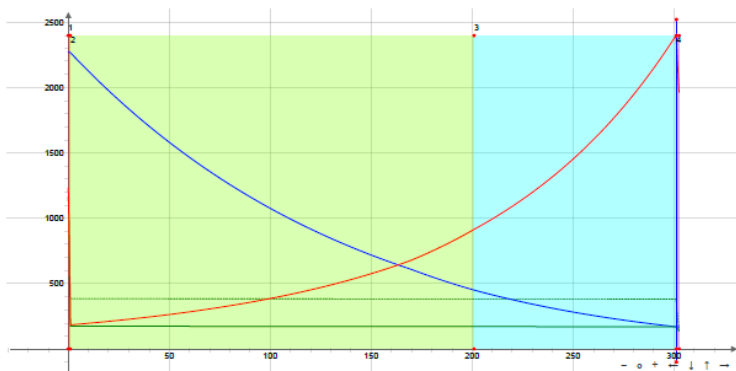
Priebeh teploty Φ_x



Hodnoty tlakov vodných pár a relatívnej vlhkosti (od interiéru k exteriéru):

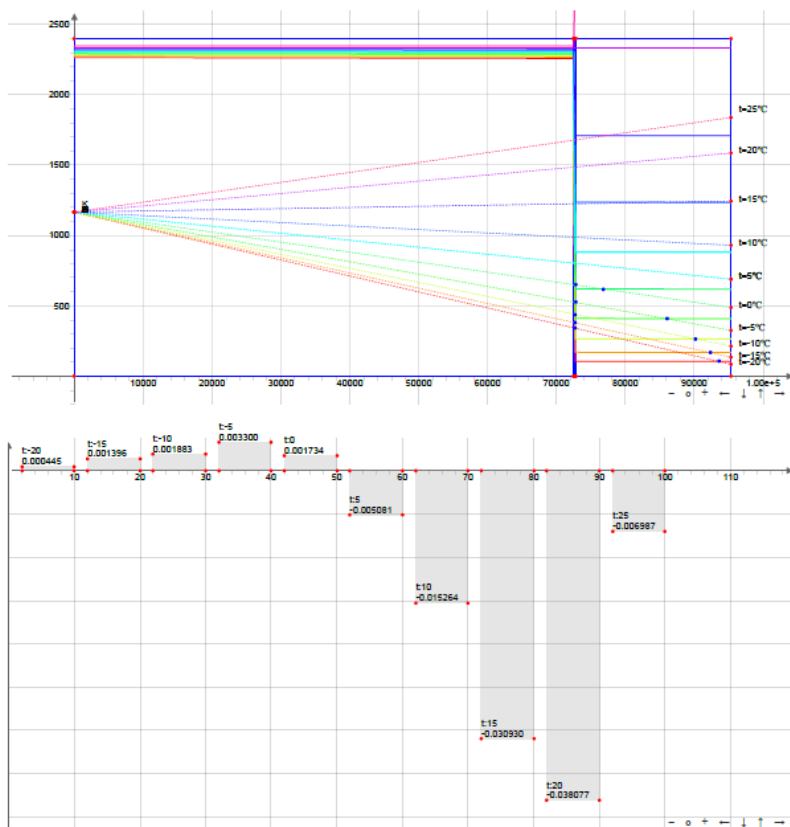
| vrstva | Interiér | 1 CC | 2 CC | 3 CC | 4 CC | Exteriér |
|-----------|----------|---------|--------|--------|--------|----------|
| Pd t CC | 1168.48 | 385.57 | 383.41 | 382.33 | 139.36 | 139.36 |
| PSat CC | 2336.95 | 2267.92 | 451.26 | 170.84 | 170.19 | 164.74 |
| Pd CC | 1168.48 | 174.96 | 172.22 | 170.85 | 139.36 | 139.36 |
| PSat - Pd | 1168.48 | 2092.95 | 279.04 | -0.02 | 30.83 | 25.39 |
| RH %CC | 50.00 | 7.71 | 38.16 | 100.01 | 81.88 | 84.59 |

Priebeh tlakov vodných pár a kondenzácie



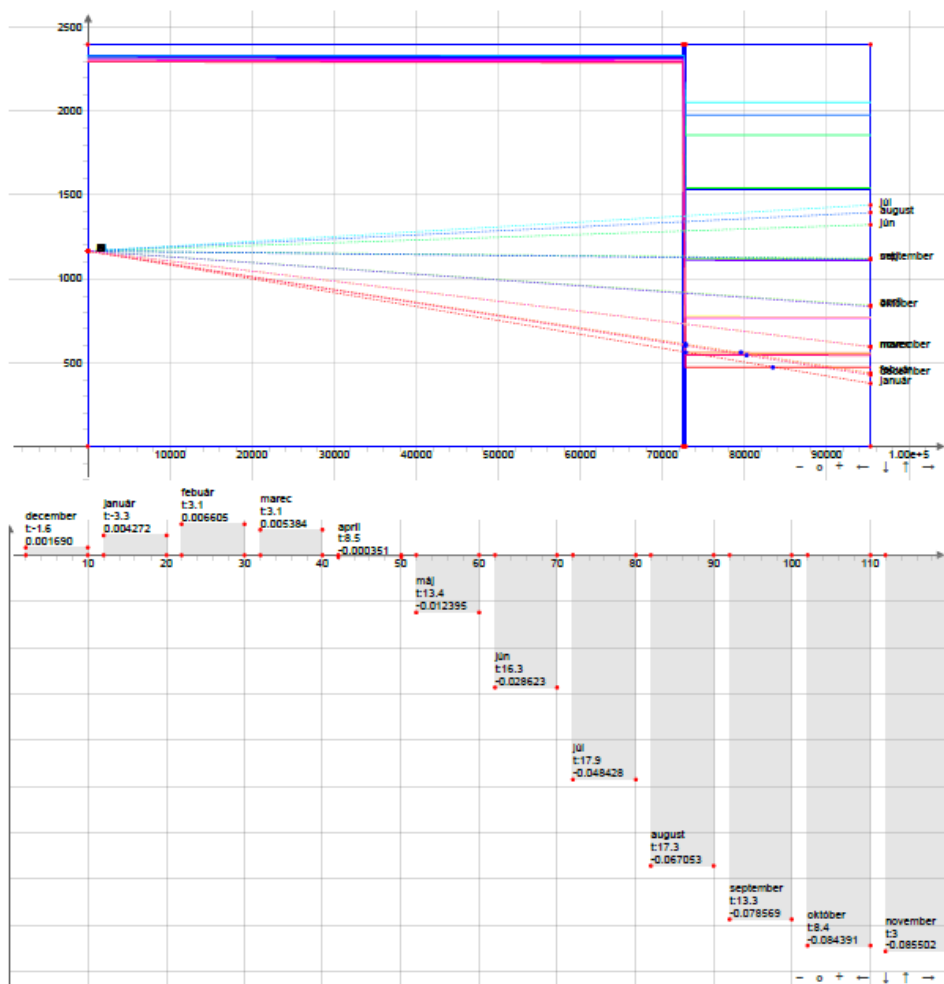
| Kondenzačné zóny | | [10 ⁻⁹ kg/(m2s)] | | | |
|------------------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------------|-------------|
| zona | zač. [mm] | kon. [mm] | dif.tok z Int. | dif.tok do Ext. | množ.kond. |
| 1 | 301.00 | 301.00 | 2.579569654 | 0.263364834 | 2.316204820 |

Bilancia vodnej pary početnosťou výskytu teplôt podľa STN 730540-2



| | | | | | | | | | |
|--|--------|--------------------|------------------|---|---|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| p _{di} [θ _i = 20, φ _i = 50] = 1168.476 | | | | A...štart prvej, B...koniec poslednej kond.zóny | | | | | |
| Tepl. | t | p _{sat} A | R _d A | p _{de} | p _{sat} B | R _d B | g _d A | g _d B | ΔM _d .t |
| -20 | 172.8 | 107.274 | 386.747 | 87.329 | 107.274 | 119.522 | 2.744 | 0.167 | 0.000 |
| -15 | 604.8 | 170.836 | 386.747 | 138.386 | 170.836 | 119.522 | 2.580 | 0.271 | 0.001 |
| -10 | 993.6 | 267.209 | 386.747 | 215.247 | 267.209 | 119.522 | 2.330 | 0.435 | 0.002 |
| -5 | 2592 | 410.922 | 386.747 | 328.968 | 410.922 | 119.522 | 1.959 | 0.686 | 0.003 |
| 0 | 5572.8 | 620.546 | 386.747 | 488.400 | 620.546 | 119.522 | 1.417 | 1.106 | 0.002 |
| 5 | 5788.8 | 882.164 | 386.747 | 688.773 | 882.164 | 119.522 | 0.740 | 1.618 | -0.005 |
| 10 | 5616 | 1236.571 | 386.747 | 932.755 | 1236.571 | 119.522 | -0.176 | 2.542 | -0.015 |
| 15 | 5832 | 1710.575 | 386.747 | 1244.217 | 1710.575 | 119.522 | -1.402 | 3.902 | -0.031 |
| 20 | 4104 | 2336.951 | 386.747 | 1589.127 | 2336.951 | 119.522 | -3.021 | 6.257 | -0.038 |
| 25 | 432 | 3155.353 | 386.747 | 1836.234 | 3155.353 | 119.522 | -5.137 | 11.037 | -0.007 |
| G _k = M _c = + SUM(ΔM _d .t) = 0.008759 kg/m ² | | | | | G _v = M _{ev} = - SUM(ΔM _d .t) = 0.096340 kg/m ² | | | | |
| Bilancia vodnej pary: (G _k - G _v) | | | | | G = -0.087581 kg/(m ² .rok) | | | | |
| Konštrukcia má priaznivú ročnú bilanciu skondenovanej a vyparenej vodnej pary. | | | | | | | | | |

Bilancia vodnej pary mesačnými priemermi teplôt podľa STN EN ISO 13788



| Kondenzačná zóna č.1 | | | | | [kg/m ²] | | |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------|---------|--------|----------------------|----------|--------------|
| mesiac | zač [mm] | kon [mm] | Φe [°C] | φe [%] | kondenz | odpar | Akum.vlhkosť |
| december | 301.000 | 301.000 | -1.6 | 80.14 | 0.001690 | 0.000000 | 0.001690 |
| január | 301.000 | 301.000 | -3.3 | 80.8 | 0.002583 | 0.000000 | 0.004272 |
| febuár | 301.000 | 301.000 | 3.1 | 78.19 | 0.002333 | 0.000000 | 0.006605 |
| marec | 301.000 | 301.000 | 3.1 | 78.19 | 0.000000 | 0.001221 | 0.005384 |
| apríl | 301.000 | 301.000 | 8.5 | 75.66 | 0.000000 | 0.005735 | -0.000351 |
| máj | 301.000 | 301.000 | 13.4 | 73.06 | 0.000000 | 0.012044 | -0.012395 |
| jún | 301.000 | 301.000 | 16.3 | 71.36 | 0.000000 | 0.016228 | -0.028623 |
| júl | 301.000 | 301.000 | 17.9 | 70.37 | 0.000000 | 0.019805 | -0.048428 |
| august | 301.000 | 301.000 | 17.3 | 70.75 | 0.000000 | 0.018626 | -0.067053 |
| september | 301.000 | 301.000 | 13.3 | 73.11 | 0.000000 | 0.011515 | -0.078569 |
| október | 301.000 | 301.000 | 8.4 | 75.71 | 0.000000 | 0.005822 | -0.084391 |
| november | 301.000 | 301.000 | 3 | 78.24 | 0.000000 | 0.001112 | -0.085502 |
| ročný sumár | | | | | 0.006605 | 0.092108 | |
| február | maximum akumulácie vlhkosti | | | | | | 0.006605 |
| v letných mesiacoch sa stihne odpariť | | | | | | | |

Hodnotenie kondenzácie

Bilancia vodnej pary početnosťou výskytu teplôt podľa STN 730540-2

Ročné množstvo skondenzovanej vodnej pary: $G_k = 0.008759 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Ročné množstvo vyparenej vodnej pary: $G_v = 0.096340 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Bilancia vodnej pary: $(G_k - G_v)$ $G = -0.087581 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{rok})$

Konštrukcia má priaznivú ročnú bilanciu skondenzovanej a vyparenej vodnej pary.

Kondenzuje pri vonk.teplote nižšej ako: **5.0 °C**

V zmysle STN 73 0540 je nutné v prípade tepelných mostov posúdiť konštrukciu z hľadiska 2-rozmerného alebo 3-rozmerného tepelného poľa.

Bilancia vodnej pary mesačnými priermi teplôt podľa STN EN ISO 13788

| kond.zóna | ročný kondenz [kg/(m ² .rok)] | ročný odpar [kg/(m ² .rok)] | mesiac max. | akumulácie [kg/m ²] | leto |
|-----------|---|---|-------------|------------------------------------|--------|
| č.1 | 0.006605 | 0.092108 | február | 0.006605 | odparí |

Fragment konštrukcie:

Strop nad vonkajším prostredím

Tepelnotechnické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3
(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Skladba:

| Materiály: (interiér) | | R _{si} + R + R _{se} : | | | 8.974 | U: R: | | 0.111 8.724 |
|--------------------------|---|---|----------------|----------------|-------------------|----------|-----------------|-------------------|
| č.v. | Názov materiálu vrstvy/ názov materiálu rámu | ρ | λ _e | λ _i | c | μ | μ _{le} | Hrúbka/ % rámu |
| 1 | * - Dlažba keramická | 1600 | 0.95 | 0.95 | 840 | 200 | 200 | 10 |
| 2 | * - Polymércementový poter | 1200 | 0.1 | 0.96 | 840 | 38 | 38 | 50 |
| 3 | ISOVER EPS 100S | 19 | 0.036 | 0.036 | 1270 | 70 | 70 | 40 |
| 4 | * - Železobetón | 2400 | 1.58 | 1.34 | 1020 | 29 | 29 | 250 |
| 5 | ISOVER Styrodur 4000 CS | 35 | 0.036 | 0.035 | 2060 | 120 | 120 | 250 |
| (exteriér) | | | | | hrúbka fragmentu: | | 600 | |

Výsledky výpočtov:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si}: 19.337 °C

Difúzny odpor konštrukcie: 233.479 x10⁻⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 8.724 m².K/W

R hodnoty R_{min} 3.100 ☒ R_N 4.800 ☒ R_{r1}, R_{r2} 6.500 ☒ R_{r3} 9.800 ☐

Konštrukcia vyhovuje normalizovanej hodnote R_{r2}.

Súčiniteľ prechodu tepla U: 0.111 W/(m².K)

U hodnoty U_{max} 0.300 ☒ U_N 0.200 ☒ U_{r1}, U_{r2} 0.150 ☒ U_{r3} 0.100 ☐

Konštrukcia vyhovuje požadovanej normalizovanej hodnote U_{r2}.

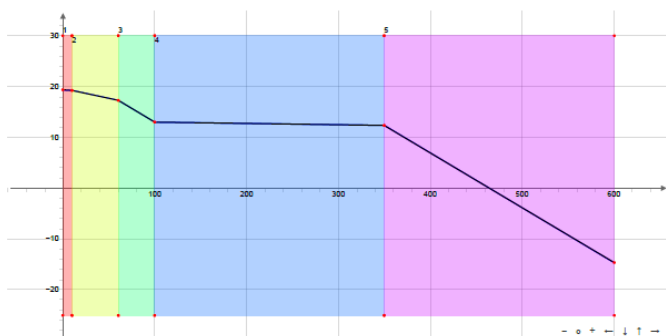
Fázový posun: 19.994 hod

Teplotný útlm: 7178.744

Hodnoty teplôt v konštrukcii (od interiéru k exteriéru):

| vrstva | Interiér | Povrch | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Exteriér |
|--------|----------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|----------|
| φ CC | 20.00 | 19.34 | 19.30 | 17.35 | 13.01 | 12.40 | -14.69 | -15.00 |

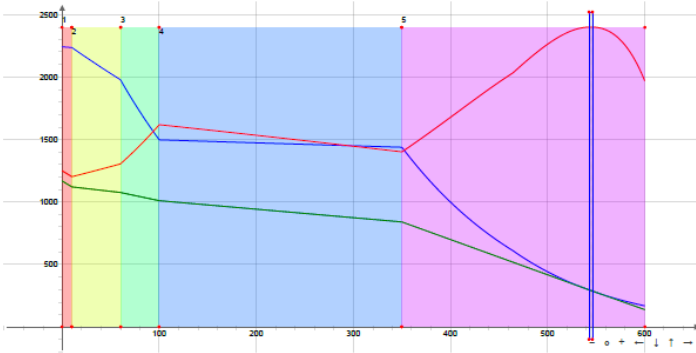
Priebeh teploty Φ_x



Hodnoty tlakov vodných pár a relatívnej vlhkosti (od interiéru k exteriéru):

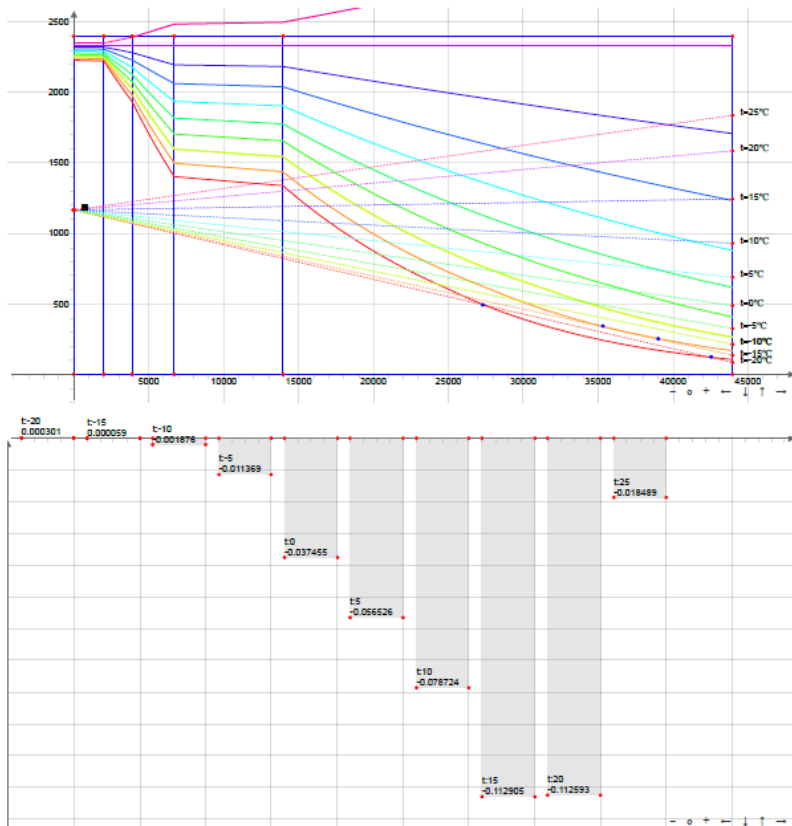
| vrstva | Interiér | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Exteriér |
|-----------|----------|---------|---------|---------|---------|--------|----------|
| Pd_t | 1168.48 | 1121.64 | 1077.15 | 1011.59 | 841.83 | 139.36 | 139.36 |
| PSat | 2336.95 | 2237.03 | 1979.51 | 1498.19 | 1438.78 | 169.57 | 164.74 |
| Pd | 1168.48 | 1121.44 | 1076.76 | 1010.92 | 840.42 | 139.36 | 139.36 |
| PSat - Pd | 1168.48 | 1115.58 | 902.75 | 487.27 | 598.36 | 30.21 | 25.39 |
| RH % | 50.00 | 50.13 | 54.40 | 67.48 | 58.41 | 82.19 | 84.59 |

Priebeh tlakov vodných pár a kondenzácie



| Kondenzačné zóny | | [10 ⁻⁹ kg/(m2s)] | | | |
|------------------|-----------|-----------------------------|----------------|-----------------|-------------|
| zona | zač. [mm] | kon. [mm] | dif.tok z Int. | dif.tok do Ext. | množ.kond. |
| 1 | 542.95 | 546.17 | 4.426692828 | 4.301818226 | 0.124874602 |

Bilancia vodnej pary početnosťou výskytu teplôt podľa STN 730540-2



| p _{di} [θ _i = 20, φ _i = 50] = 1168.476 | | | | A...štart prvej, B...koniec poslednej kond.zóny | | | | | |
|--|--------|--------------------|------------------|---|--------------------|------------------|------------------|------------------|--------------------|
| Tepl. | t | p _{sat} A | R _d A | p _{de} | p _{sat} B | R _d B | g _d A | g _d B | ΔM _d .t |
| -20 | 172.8 | 289.686 | 177.389 | 87.329 | 180.331 | 28.957 | 4.954 | 3.212 | 0.000 |
| -15 | 604.8 | 295.925 | 197.111 | 138.386 | 288.943 | 34.771 | 4.427 | 4.330 | 0.000 |
| -10 | 993.6 | 421.006 | 197.111 | 215.247 | 412.739 | 34.771 | 3.792 | 5.680 | -0.002 |
| -5 | 2592 | 592.504 | 197.111 | 328.968 | 583.088 | 34.771 | 2.922 | 7.308 | -0.011 |
| 0 | 5572.8 | 796.399 | 197.111 | 488.400 | 787.732 | 34.771 | 1.888 | 8.609 | -0.037 |
| 5 | 5788.8 | 1056.421 | 197.111 | 688.773 | 1048.071 | 34.771 | 0.568 | 10.333 | -0.057 |
| 10 | 5616 | 1388.456 | 197.111 | 932.755 | 1381.368 | 34.771 | -1.116 | 12.902 | -0.079 |
| 15 | 5832 | 1808.877 | 197.111 | 1244.217 | 1804.402 | 34.771 | -3.249 | 16.111 | -0.113 |
| 20 | 4104 | 2336.951 | 197.111 | 1589.127 | 2336.951 | 34.771 | -5.928 | 21.507 | -0.113 |
| 25 | 432 | 2995.185 | 197.111 | 1836.234 | 3002.154 | 34.771 | -9.267 | 33.531 | -0.018 |
| G _k = M _c = + SUM(ΔM _d .t) = 0.000360 kg/m ² | | | | G _v = M _{ev} = - SUM(ΔM _d .t) = 0.429937 kg/m ² | | | | | |
| Bilancia vodnej pary: (G _k - G _v) | | | | G = -0.429577 kg/(m ² .rok) | | | | | |
| Konštrukcia má priaznivú ročnú bilanciu skondenzovanej a vyparenej vodnej pary. | | | | | | | | | |

Bilancia vodnej pary mesačnými priermi teplôt podľa STN EN ISO 13788

V konštrukcii nedochádza počas modelového roka ku kondenzácii.

Hodnotenie kondenzácie

Bilancia vodnej pary početnosťou výskytu teplôt podľa STN 730540-2

Ročné množstvo skondenzovanej vodnej pary: $G_k = 0.000360 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{rok)}$

Ročné množstvo vyparenej vodnej pary: $G_v = 0.429937 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{rok)}$

Bilancia vodnej pary: $(G_k - G_v)$ $G = -0.429577 \text{ kg/(m}^2 \cdot \text{rok)}$

Konštrukcia má priaznivú ročnú bilanciu skondenzovanej a vyparenej vodnej pary.

Kondenzuje pri vonk.teplote nižšej ako: $-10.0 \text{ }^\circ\text{C}$

V zmysle STN 73 0540 je nutné v prípade tepelných mostov posúdiť konštrukciu z hľadiska 2-rozmerného alebo 3-rozmerného tepelného poľa.

Bilancia vodnej pary mesačnými priermi teplôt podľa STN EN ISO 13788

Konštrukcia je bez vnútornej kondenzácie.

Fragment konštrukcie:

Podlaha vykurovaného priestoru na teréne v úrovni do 0,5 m pod vonkajším terénom a do vzdialenosti 2,0 m od vnútorného povrchu vonkajšej steny

Tepelnotechnické charakteristiky materiálov podľa normy STN 73 0540/3
(materiály podľa normy STN 73 0540/3 sú označené * pred názvom materiálu)

Skladba:

| Materiály: (interiér) | | R _{si} + R + R _{se} : | | | | U: R: | | 0.241 3.988 |
|--------------------------|---|---|----------------|----------------|------|----------|-----------------|-------------------|
| č.v. | Názov materiálu vrstvy/ názov materiálu rámu | ρ | λ _e | λ _i | c | μ | μ _{le} | Hrúbka/ % rámu |
| 1 | * - Umelohmotná podlahovina | 1000 | 0.2 | 0.2 | 1000 | 10000 | 10000 | 10 |
| 2 | * - Malta cementová, poter | 2000 | 1.16 | 1.02 | 840 | 19 | 19 | 50 |
| 3 | ISOVER EPS 100S | 19 | 0.036 | 0.036 | 1270 | 70 | 70 | 140 |
| (exteriér) | | hrúbka fragmentu: | | | | | | 200 |

Výsledky výpočtov:

Teplota povrchu konštrukcie Φ_{si}: 18.937 °C

Difúzny odpor konštrukcie: 588.345 x10⁻⁹ m/s

Tepelný odpor konštrukcie R: 3.988 m².K/W

R hodnoty R_{min} 1.500 ☒ R_N 2.300 ☒ R_{r1}, R_{r2} 2.500 ☒ R_{r3} 2.500 ☒

Konštrukcia vyhovuje normalizovanej hodnote R_{r2} .

Súčiniteľ prechodu tepla U: 0.241 W/(m².K)

Fázový posun: 4.631 hod

Teplotný útlm: --

Tepelná prijímovosť: 1295.682 W.s^{1/2}/(m².K)

Pokles dotykovej teploty: 7.552 K

Kategória podlahy veľmi teplá teplá menej teplá studená

☐ ≤ 350 ☐ 351 - 700 ☐ 701 - 850 ☒ > 850

Z hľadiska tepelnej prijímovosti sa podlahové konštrukcie neposudzujú, ak je:

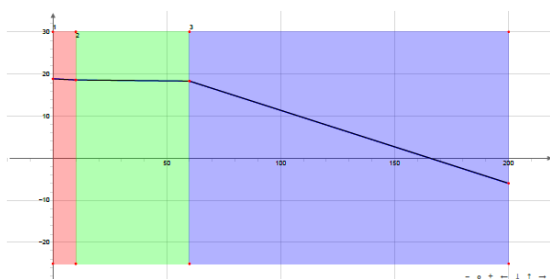
- nášľapnou vrstvou textilná podlahovina

- povrchová teplota vyššia ako 26 °C

Hodnoty teplôt v konštrukcii (od interiéru k exteriéru):

| vrstva | Interiér | Povrch | 1 | 2 | 3 | Exteriér |
|--------|----------|--------|-------|-------|-------|----------|
| φ °C | 20.00 | 18.94 | 18.62 | 18.32 | -6.00 | -6.00 |

Priebeh teploty Φ_x



Hodnotenie kondenzácie

Pre danú skladbu sa kondenzácia vnútri konštrukcie a celoročná bilancia vlhkosti neposudzuje.