

Časť: **PROJEKTOVÉ ENERGETICKÉ HODNOTENIE**

Stavebník: Banskobystrický samosprávny kraj, Námestie SNP 23/23, 974 01 Banská Bystrica

Stavba: **Spojená škola Poltár - Modernizácia
poľnohospodárstva a návrat k sklárskym tradíciám**

Objekt: SO 01 Revitalizácia sklárstva

Miesto stavby : p.č. 2343/2, k.ú.; obec: Poltár; okres: Poltár

Katastrálne územie : Poltár

Okres : Poltár

Kraj : Banská Bystrica

Vypracoval: Ing. Ľubomír Lámer
TERMO ENERGIA Ing. Ivan Koreň
Ing. Peter Čiško

Zákazkové číslo: 09/2023/PEH



Obsah

Obsah	2
1 Úvod	3
2 Podklady	4
3 Kritéria hodnotenia podľa STN 73 0540-2: 2012	5
4 Normové požiadavky	5
5 Výpočet – pôvodný stav	7
5.1 Kritérium minimálnych tepelno-technických vlastností stavebnej konštrukcie	7
5.2 Hygienické kritérium, jednorozmerné šírenie tepla	8
5.3 Kritérium výmeny vzduchu (minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti) - východiskový stav	8
5.4 Tepelná stabilita miestnosti - východiskový stav	8
5.5 Hygienické kritérium - Dvojrozmerné šírenie tepla:	9
5.6 Výpočet potreby tepla - východiskový stav	12
6 Výpočet – navrhovaný stav	16
6.1 Kritérium minimálnych tepelno-technických vlastností stavebnej konštrukcie	16
6.2 Hygienické kritérium, jednorozmerné šírenie tepla	17
6.3 Kritérium výmeny vzduchu (minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti)- navrhovaný stav	18
6.4 Tepelná stabilita miestnosti – navrhovaný stav	18
6.5 Hygienické kritérium - dvojrozmerné šírenie tepla:	19
6.6 Výpočet potreby tepla – navrhovaný stav	25
6.7 Výpočet potreby energie na vykurovanie	29
6.8 Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody	32
6.9 Výpočet potreby energie na osvetlenie	34
6.10 Výpočet celkovej potreby energie v budove	36
6.11 Výpočet dodanej a primárnej energie	37
6.12 Potenciál úspor energie po vykonaní navrhovaných úprav	39
6.13 Zaradenie budovy do energetickej triedy	39
7 Záver projektového energetického hodnotenia	40
8 Výsledky výpočtov – zníženie spotreby primárnej energie a emisií CO ₂	41

1 Úvod

Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy je spracované podľa STN 73 0540+Z1+Z2 (júl 2019), vyhláška č. 324/2016 a podľa zákona č. 555/2005 o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov. Projekt rieši zníženie energetickej náročnosti existujúcej stavby, stavebnými a technickými úpravami.

Starý stav:

Objekt sa nachádza v Poltári na ulici Železničnej súpisné číslo 289, popisné číslo 5, na parcele číslo 2343/2 v katastrálnom území Poltár. Jedná sa o budovu školy s priestormi prístupnými z ulice Železničnej a z dvora po parcele číslo 2343/1. Budova je pozdĺžneho nosného systému. Projekt vychádza zo zamerania stavby. Pred zameraním neboli dostupné iné projektové dokumentácie. Budova je stenového nosného systému. Nosné steny sú obvodové a vnútorné pozdĺžne uložené hrúbky 500mm, murované pravdepodobne z plných pálených tehál na šírku 450 mm + omietka z vnútornej aj vonkajšej strany celkom 500mm. Priečne vnútorné steny sú hrúbky 320 až 350mm. Nachádzajú sa pri vnútornom schodisku. Jedna stena na 2.nadzemnom podlaží vyšla zo zamerania hrúbky 300mm. Pri realizácii je potrebné overiť túto stenu. Projekt nerieši len minimálne zásahy do nosných stien, a to pri novom schodisku a pri vytvorení nového vstupu. Vodorovné nosné konštrukcie stropu sú pravdepodobne železobetónové, doskového tvaru, prípadne iného materiálového zloženia. Drevené trámové stropy sa vzhľadom na rozsah stavby nepredpokladajú. Z hľadiska pôdorysného tvaru je budova v tvare lichobežníka. Strecha je valbového tvaru z južnej strany a zo severnej strany sa nachádza štítové murivo. Konštrukcia strechy je krovová, stojatá stolica. Nosnú konštrukciu strechy tvorí drevený väzný trám 170/200, dva zvislé stĺpy 150/150, dve stredové väznice 150/150, pásiky 100/100, vzpery 120/150, kroky 100/130, pomúrnicia 150/150. Rozloženie plných väzieb bolo zamerané priamo na strechu a je vykreslené v pôdoryse. Plné väzby sú v každom treťom až piatom poli. Pôvodné vykurovanie v budove bolo pravdepodobne lokálne na pevné palivo. V budove sú pravidelne usporiadané pôvodné murované komíny. Viditeľné sú v podstrešnom priestore, riešené po strešnú krytinu. Pôvodné murované komíny cez krytinu strechy neprechádzajú. Nový komín je nerezový, exteriérový z kotolne, vyvedený na strechu. Podstrešný priestor je presvetlený svetlíkmi. Prístup do podstrešného priestoru je cez vnútorné drevené rebríkové schodisko, z úrovne podlahy 2.nadzemného podlažia. Okná na budove na prvom nadzemnom podlaží sú väčšinou plastové s izolačným dvojsklom. Okná na druhom nadzemnom podlaží sú ešte pôvodné drevené, zdvojené. Dvere hlavné sú plastové tepelnoizolačné, dvojkřídlové. Dvere do samostatného priestoru, prístupného z ulice aj z dvora sú drevené, z ulice dvojkřídlové a z dvora jednokřídlové. Dvere do kotolne sú drevené. Dvere pod schodiskom, únikové sú drevené smerom do dvora.

Podlaha na teréne sa predpokladá nezateplená. Nášľapné vrstvy podláh sú z keramickej, dlažby, laminátové podlahy, betónová mazašina, terazzo liate, terazzová dlažba. Steny umývárni a záchodov majú keramický obklad alebo olejový náter. V chodbách sa na úrovni 1.nadzemného podlažia ešte nachádza drevený obklad.

Z hľadiska dispozície sa priestor 1.nadzemného podlažia skladá v pôvodnom stave zo samostatnej miestnosti v severnej časti pôdorysu, prístupnej z exteriéru aj z dvora a prepojenej so susednou budovou dispozične. Ďalej je samostatný priestor dvoch menších sál s chodbou a záchodmi, ktorý je uzavretý a prístupný z dvora. V južnej časti sa nachádzajú prenajímateľné priestory, schodisko, záchody, podschodiskový priestor, unikový východ na dvor.

Priestor druhého nadzemného podlažia sa skladá v pôvodnom stave, z učební základnej umeleckej školy, schodiska, chodby, ktorá prechádza celou budovou, záchodou, výstupu do podstrešného priestoru a malej kuchynky.

Nový stav:

Projekt rieši obnovu budovy. Projektom sa vytvárajú podmienky pre obnovenie vyučovania v učebných odboroch sklárskeho zamerania. Vytvárajú sa podmienky pre vykonávanie teoretického a praktického vzdelávania s využitím priestorov areálu školy. Projekt ďalej rieši zníženie energetickej náročnosti objektu zateplením obvodového plášťa, zateplením strešného plášťa, výmenou okien, úpravou vykurovacieho systému a výmenou osvetlenia. Projekt rieši aj vnútorné úpravy povrchov interiérových priestorov, výmenu omietok,

podláh, elektroinštalácie, hygienických zariadení, sanity. Z hľadiska priestorového a dispozičného usporiadania dôjde k úpravám.

Obvodové steny budú zateplené kontaktným zatepľovacím systémom na báze minerálnej vlny hrúbky 200mm. Podstrešný priestor bude zateplený doskami z minerálnej vlny hrúbky 400mm. Budú vymenené povrchové úpravy dlažieb podľa legendy miestností v pôdoryse. Budú otlčené nesúdržné omietky vo vnútorných aj vonkajších priestoroch, podľa legendy miestností v pôdoryse, kde dochádza ku novým povrchovým úpravám omietok. Budú vymenené všetky ešte nevymenené drevené okná za nové plastové s izolačným trojsklom. Budú vymenené všetky ešte nevymenené dvere exteriérové, za nové tepelnoizolačné plastové, otváracie. Dvere budú do výšky 900 mm nad podlahou plné. Budú vymenené všetky vnútorné dvere podľa výkresovej časti a výpisu dverí. Povrchové úpravy ako sú keramické obklady a nášľapné vrstvy podláh budú rovnako obnovené v riešených priestoroch. Bude vytvorený nový bočný vstup z južnej strany, ktorý bude prispôsobený úrovne terénu, tak, aby bolo možné vstup osobám s obmedzenou schopnosťou pohybu. Bude vytvorený priestor pre výťah. Bude vytvorené nové dvojramenné schodisko vedúce na druhé nadzemné podlažie. Bude vytvorené vyrovnávajúce schodisko na úrovni prvého nadzemného podlažia pre sprístupnenie bočného vstupu.

Ďalej budú riešené dispozičné úpravy pre vytvorenie požadovaného priestoru pre sklárske zameranie budovy. Záchody pre dievčatá a chlapcov budú obnovené. Ostatné stavebné úpravy sú riešené vo výkresovej časti a v rozpočte.

Z hľadiska dispozície bude priestor rozdelený na úrovni prvého nadzemného podlažia do týchto miestností: vstup, chodba, chodba, schodisko, miesto pre výťah, sklárska pec, kabinet, učebňa, dielňa, WC ženy, záchod ženy, záchod muži, pisoár muži, WC muži, exteriér, východ, upratovačka. Ďalej je samostatné uzatvorená časť z týmito miestnosťami: dve sály, chodba, predsieň, pisoáre, WC muži, WC ženy, predsieň WC ženy. Samostatne prístupná je aj kotolňa, učebňa.

Z hľadiska dispozície bude druhé nadzemné podlažie delené do týchto priestorov: schodisko, chodba, predsieň WC dievčatá, dve kabíny WC dievčatá, upratovačka, kuchynka, predsieň WC chlapci, predsieň WC učiteľia, WC učiteľia a WC imobilný, sedem dielní, kabinet, sklad, laboratórium, chodba, schodisko nové, priestor pre výťah. Riešený výťah je zobrazený iba názorne. Presný typ výťahu bude riešený podľa samostatnej dokumentácie. V projekte je ponechaný priestor v ploche 2,2 x 2,2 m pre výťah s dojazdovou šachtou do hĺbky 1500mm, pod úrovňou prvého nadzemného podlažia.

Z hľadiska plôch je úžitková plocha na úrovni prvého nadzemného podlažia v ploche 464,11 m². Úžitková plocha na druhom nadzemnom podlaží je 470,34. Celková úžitková plocha je 934,45 m². Zastavaná plocha v starom stave je 576,37 m². Zastavaná plocha v novom stave je 596,36 m².

2 Podklady

Projektová dokumentácia v digitálnej forme.

VYHLÁŠKA 324/2016, VYHLÁŠKA 364/2012. 35/2020

VYHLÁŠKA MŽP č.532/2002 Z.z. z 8. júla 2002, ktorou sa ustanovujú podrobnosti o všeobecných technických požiadavkách na výstavbu a o všeobecných technických požiadavkách na stavby užívané osobami s obmedzenou schopnosťou pohybu a orientácie.

Projektová dokumentácia pre stavebné povolenie, výkresová, stavebná časť v digitálnej forme:

Podľa § 21 (Vyhlášky MŽP č.532/2002 Z.z. z 8. júla 2002) platí:

- (1) Stavba sa musí navrhnuť a postaviť tak, aby bola počas užívania energeticky hospodárna vzhľadom na klimatické podmienky a predpokladaný účel užívania.
- (2) Vykurovanie, chladenie, vetranie, zásobovanie vodou a jej odvádzanie, úprava, ohrev a rozvod teplej vody, osvetlenie a preprava osôb alebo predmetov sa navrhujú a zhotovujú so zreteľom na nízku potrebu energie pri splnení požiadaviek na predpokladaný účel užívania budovy.
- (3) Budova s požadovaným stavom vnútorného prostredia sa navrhuje a zhotovuje tak, aby sa zaručilo splnenie ustanovených požiadaviek na tepelno-technické vlastnosti stavebnej konštrukcie, hygienických podmienok a požiadaviek na výmenu vzduchu v miestnosti.

STN 73 0540: 2002 Tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Tepelná ochrana budov

Časť 1: Terminológia

STN 73 0540-2/Z1+Z2: (júl 2019) Tepelná ochrana budov, Tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov,

Časť 2: Funkčné požiadavky

Časť 3: Vlastnosti prostredia a stavebných výrobkov

STN 74 6180: Okná, Požiadavky a skúšanie

STN EN ISO 13789 Tepelno-technické vlastnosti budov, Merná tepelná strata prechodom tepla, Výpočtová Metóda

STN EN ISO 13790 Tepelno-technické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie (2009);

STN EN ISO 13790/NA Tepelno-technické vlastnosti budov. Výpočet potreby energie na vykurovanie. Národná príloha 2006;

STN EN ISO 6846 Tepelný odpor a súčiniteľ prechodu tepla. Výpočtová metóda (73 0559);

STN EN ISO 10077-1 Tepelno-technické vlastnosti okien, dverí a okeníc. Výpočet súčiniteľ prechodu tepla. Časť 1: Zjednodušená metóda (73 0591), 2002;

STN EN ISO 10211 Tepelné mosty v budovách pozemných stavieb. Tepelné toky a povrchové teploty. Podrobné výpočty, august 2008;

STN EN ISO 14683 Tepelné mosty v stavebných konštrukciách, Lineárny stratový súčiniteľ. Zjednodušené metódy a orientačné hodnoty (73 0564), 2001;

M. Rochla – Stavebné Tabuľky 1987,

3 Kritéria hodnotenia podľa STN 73 0540-2: 2012

Kritérium minimálnych tepelno-technických vlastností stavebnej konštrukcie (maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie U),

Hygienické kritérium (minimálnej teploty vnútorného povrchu),

Kritérium výmeny vzduchu (minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti),

Energetické kritérium (maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie)

Kritérium energetickej hospodárnosti budovy

Skondenzované množstvo vodnej pary

4 Normové požiadavky

Kritérium minimálnych tepelno-technických vlastností stavebnej konštrukcie (maximálnej hodnoty súčiniteľa prechodu tepla konštrukcie U),

Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie U , alebo tepelný odpor konštrukcie R musia byť také, aby bola splnená podmienka:

$U \leq U_N$, resp. $R \geq R_N$

U – ($W/m^2.K$)

R – ($m^2.K/W$)

Hygienické kritérium (minimálnej teploty vnútorného povrchu),

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

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

Kritérium výmeny vzduchu (minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti),

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

$n \geq n_N$

kondenzované 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: $M_c = 0$

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:

a) skondenzovaná vodná para neohrozí požadovanú funkciu konštrukcie;

b) prípustné celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary je:

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

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

Celoročná bilancia skondenzovanej vodnej pary vo vnútri konštrukcie je priaznivá keď: $M_c < M_{ev}$

M_{ev} - je celoročné množstvo vyparenej vodnej pary v konštrukcii

Energetické kritérium (maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie)

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

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

Predpoklad splnenia energetickej hospodárnosti budov

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

$Q_{EP,N}$ – normalizovaná hodnota potreby tepla na vykurovanie na dosiahnutie energetickej hospodárnosti budovy v $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{EP,N}$ – potreba tepla na vykurovanie na preukázanie splnenia minimálnej požiadavky na energetickú hospodárnosť budovy, v $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

5 Výpočet – pôvodný stav

5.1 Kritérium minimálnych tepelno-technických vlastností stavebnej konštrukcie

Obvodová stena 500 mm:

Skladba:

- | | |
|----------------------------|--------|
| - VONKAJŠIA OMIETKA | 25 MM |
| - KERAMICKÉ TEHLOVÉ MURIVO | 450 MM |
| - VNÚTORNÁ OMIETKA | 25 MM |

$$U \leq U_N,$$

$$U_{\max} = 0,46 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}, U_N = 0,32 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}, U_{r1} = 0,22 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}, U_{r3} = 0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$R = 0,025/0,99 + 0,45/0,86 + 0,025/0,99 = 0,574 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

$$R_0 = R_{si} + R + R_{se} = 0,744 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

$$U = 1/R_0 = 1,345 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \quad \text{- NEVYHOVUJE } U_{r1}$$

Strop nad 2.np

Skladba stropu:

- DUSABNÁ HLINA, ALEBO CEM.POTER 50 MM
- DREVENÝ DOSKOVANIE 25 MM
- DREVENÝ TRÁM
- DREVENÝ ZÁKLOP 25 MM
- OMIETKA NA RÁKOSOVOM PLETIVE

$$U \leq U_{r1},$$

$$U_{\max} = 0,30 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}, U_N = 0,20 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}; U_{r2} = 0,15 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}; U_{r2} = 0,10 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

$$U = 1/(R_{si} + R_N + R_{se})$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

$$R = 0,05/1,02 + 0,025/0,18 + 0,16 + 0,025/0,18 + 0,025/0,99 = 0,512 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

$$R_0 = 0,652 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

$$U = 1/R = 1,534 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} \quad \text{- NEVYHOVUJE}$$

Podlaha

Skladba podlahy :

- KERAMICKÁ DLAŽBA, DREVENÁ PODLAHA 10 MM
- CEMENTOVÝ POTER, MALTA 20 MM
- HYDROIZOLÁCIA
- PODKLADNÝ BETÓN

$$R = 0,010/0,18 + 0,02/1,01 + 0,08/1,02 = 0,154 \text{ m}^2\cdot\text{K/W}$$

5.2 Hygienické kritérium, jednorozmerné šírenie tepla

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

$$\theta_{si} = \theta_{ai} - U(\theta_{ai} - \theta_e)R_{si} = \theta_{ai} - (\theta_{ai} - \theta_e)R_{si}/R_0$$

Obvodová stena :

$$R_0 = 0,744 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad \theta_{ai} = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -15,0^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si} = \underline{13,88^\circ\text{C}}$$

$$\theta_{si,80} = 12,62^\circ\text{C} - \text{Podľa STN 73 0540-3 pre 50\% vlhkosť pri vnútornej teplote } 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,62 + 0,5 = \underline{13,12^\circ\text{C}} \quad \text{- VYHOVUJE}$$

Strecha:

$$R_0 = 0,652 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W} \quad \theta_{ai} = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -15,0^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si} = \underline{14,632^\circ\text{C}}$$

$$\theta_{si,80} = 12,62^\circ\text{C} - \text{Podľa STN 73 0540-3 pre 50\% vlhkosť pri vnútornej teplote } 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,62 + 0,5 = \underline{13,12^\circ\text{C}} \quad \text{- VYHOVUJE}$$

5.3 Kritérium výmeny vzduchu (minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti) - východiskový stav

Vo všetkých vnútorných priestoroch bytových a nebytových budovách musí byť priemerná hodnota $n_N = 0,5$ 1/h kritériom minimálnej výmeny vzduchu v miestnosti, ak hygienické predpisy nevyžadujú iné hodnoty. Výpočtom (v archíve spracovateľa) vychádza priemerná výmena vzduchu $n = 0,36$ čo nevyhovuje minimálnej priemernej výmene vzduchu v budove. V budove je potrebné osadiť okná so škárovým vetraním, aby bola zabezpečená minimálna výmena vzduchu požadovaná normou, alternatívne riešiť vzduchotechniku s rekuperáciou tepla v celom priestore.

5.4 Tepelná stabilita miestnosti - východiskový stav

Najvyšší denný vzostup teploty vzduchu v miestnosti v letnom období:

V kritickej miestnosti (v priestore) je potrebné preukázať najvyššiu teplotu vzduchu v letnom období

Požiadavka normy:

$$\theta_{ai, \max} < \theta_{ai, \max, N}$$

Výpočet je riešený pre referenčnú miestnosť číslo :

Výsledky:

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA KRITÉRIÍ STN 730540-2 (2012)

Názov úlohy: SO-01 Revitalizácia sklárstva

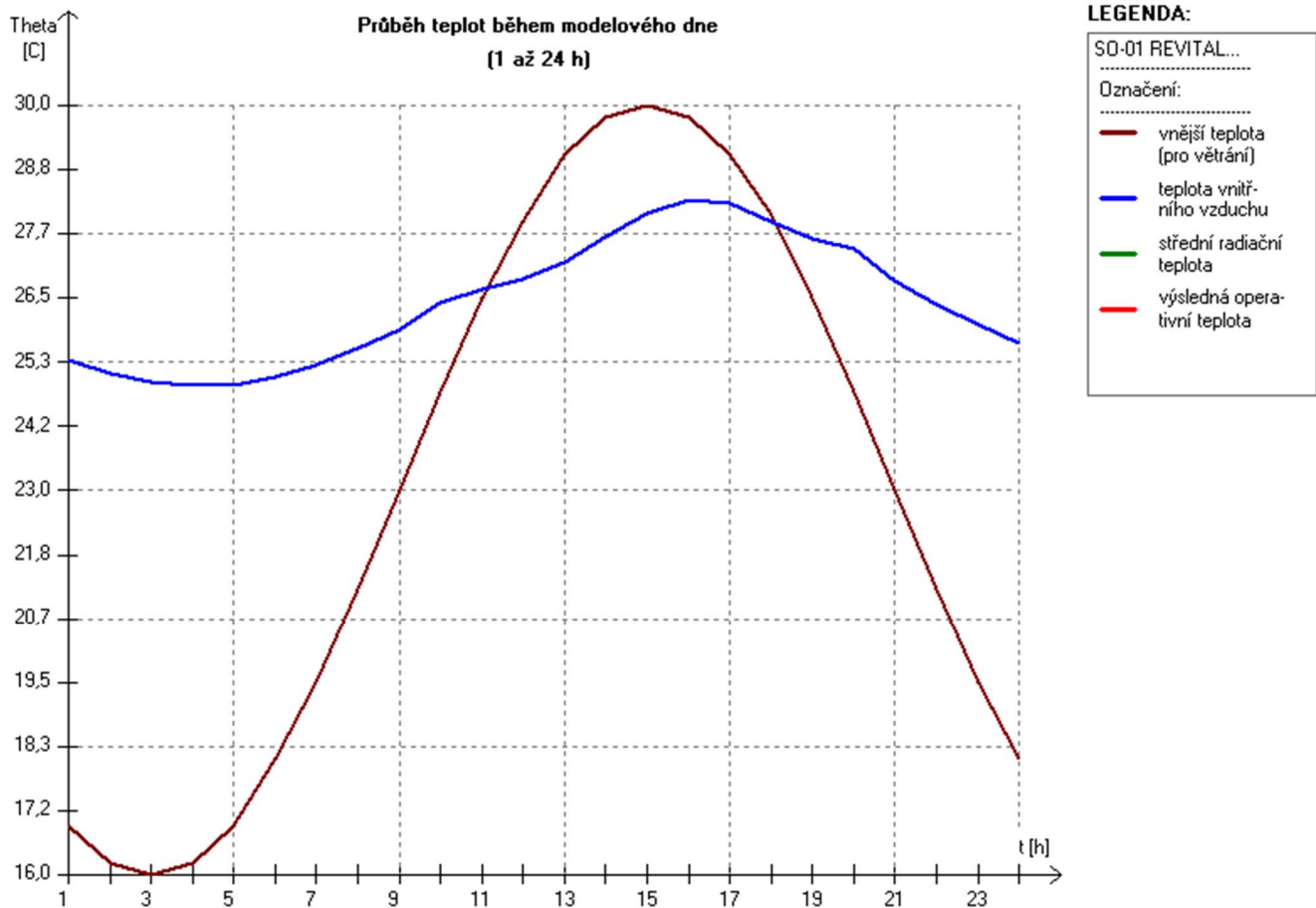
Podrobný popis obal. konštrukcií hodnotené miestnosti je uvedený na výpise z programu Simulace 2018.

Požiadavka na najvyššiu dennú teplotu vzduchu v letnom období (čl. 7.2 STN 730540-2)

Požiadavka: $T_{ai, \max, N} = 26,00^\circ\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{ai, \max} = 28,29^\circ\text{C}$

$T_{ai, \max} > T_{ai, \max, N}$... POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.



V letnom období môže dôjsť k prehriatiu miestností budovy zo západnej a východnej strany preto odporúčame osadiť klimatizáciu. Alternatívne je možné aj doplniť okná o žalúzie.

5.5 Hygienické kritérium - Dvojmerné šírenie tepla:

Pri dvojmernom šírení tepla v rohu obvodových stien, styku stropov so stenami a pod. klesne vnútorná povrchová teplota θ_{si} vzhľadom na ustálený teplotný stav pri jednorozmernom šírení tepla.

Pre hodnotenie konštrukcií z hľadiska dvojmerného šírenia tepla boli vybrané kritické detaily:

- 1.) Detail – roh obvodovej steny (horizontálny),
- 2.) Detail – obvodová stena v styku s oknom pri ostení

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

$\theta_{si,80} = 12,62^\circ\text{C}$ – Podľa STN 73 0540-3 pre 50% vlhkosť pri vnútornej teplote 20°C

$\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,62 + 0,5 = \underline{\underline{13,12^\circ\text{C}}}$

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

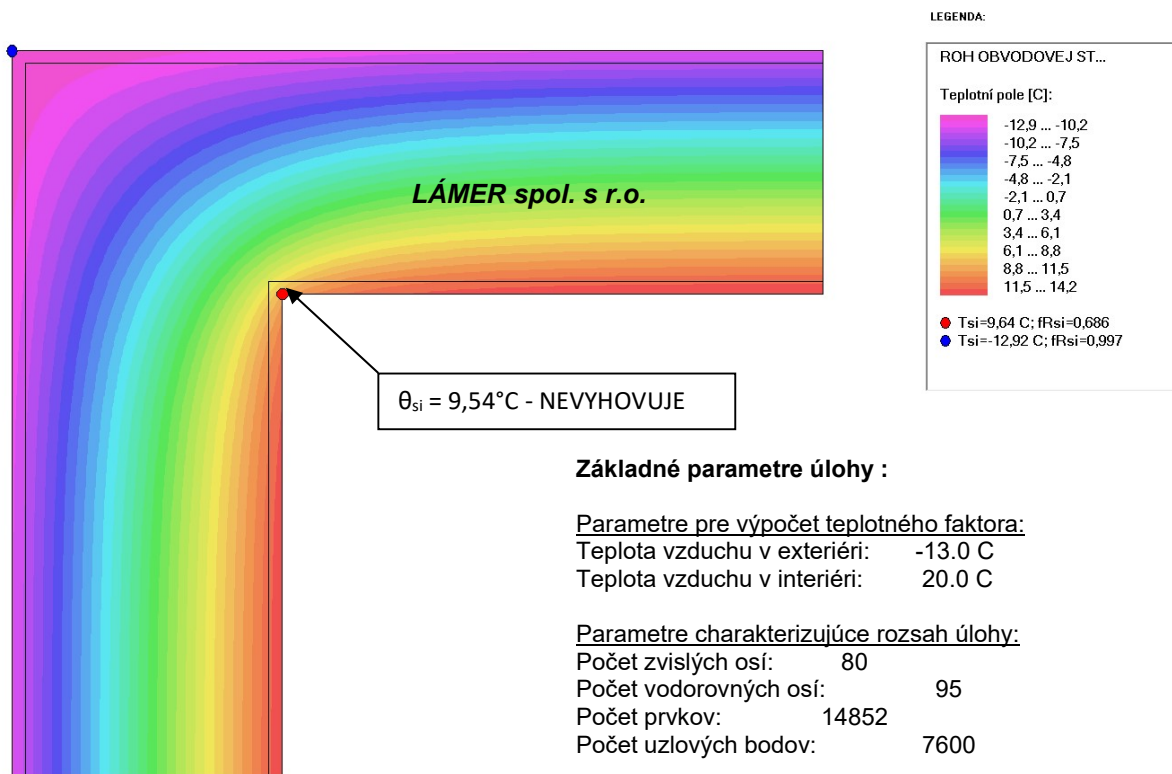
$\theta_{dp} \geq \theta_{si,ok,N} = \theta_{dp}$

$\theta_{dp} = 9,26^\circ\text{C}$ – Podľa STN 73 0540-3 pre 50% vlhkosť pri vnútornej teplote 20°C

(Stena: hrúbka 260 mm, $\theta_{si} = 20^\circ\text{C}$, $\theta_{se} = -15,0^\circ\text{C}$)

Detail - roh obvodovej steny (horizontálny),

Priebeh teplôt :



Zadané materiály :

č.	Názov	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Zdivo CP 2	0.860	0.860	9.000	9.000	50	72	1	87
2	Zdivo CP 2	0.860	0.860	9.000	9.000	1	50	50	87
3	Omítka vápenoce	0.990	0.990	19	19	49	50	1	50
4	Omítka vápenoce	0.990	0.990	19	19	1	50	49	50
5	Omítka vápenoce	0.990	0.990	19	19	1	72	87	88
6	Omítka vápenoce	0.990	0.990	19	19	72	73	1	88
7	Omietka	0.900	0.900	25	25	72	80	1	87
8	Omietka	0.900	0.900	25	25	1	80	87	95

Zadané okrajové podmienky a ich rozmiestnenie :

číslo	1.uzol	2.uzol	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	Pd [kPa]	AlfaPd [s]
1	49	4609	20.00	0.13	1.29	10.00
2	4561	4609	20.00	0.13	1.29	10.00
3	95	7600	-13.00	0.04	0.17	20.00
4	7506	7600	-13.00	0.04	0.17	20.00

Pre výpočet šírenia vodnej pary bola použitá prirážka k vnútornej priemernej vlhkosti 5 %.

Zadané priemerné mesačné teploty a vlhkosti (pre ročnú bilanciú vodnej pary):

Mesiac	Dĺžka[dni]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	52.8	1312.2	-3.3	81.5	378.0
2	28	21.0	56.7	1409.1	-0.4	80.5	475.8
3	31	21.0	56.9	1414.1	4.1	79.0	646.9
4	30	21.0	59.1	1468.8	10.2	76.1	946.8
5	31	21.0	63.2	1570.7	15.1	72.7	1247.3
6	30	21.0	66.4	1650.2	18.1	69.8	1448.9
7	31	21.0	68.2	1694.9	19.8	67.7	1562.5
8	31	21.0	67.6	1680.0	19.2	68.5	1523.2
9	30	21.0	62.9	1563.2	14.9	72.8	1233.0
10	31	21.0	58.5	1453.9	9.2	76.7	892.3
11	30	21.0	56.9	1414.1	3.3	79.4	614.5
12	31	21.0	55.3	1374.3	-1.4	80.9	440.1

Pre výpočet šírenia vodnej pary bola použitá prirážka k vnútornej priemernej vlhkosti 5 %.

Počiatkový mesiac výpočtu bilancie bol stanovený výpočtom podľa STN EN ISO 13788.

NAJNIŽŠIE POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostredie	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Priepust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	9.64	98.35250	2.98038
2	-13.0	0.04	84	-12.92	-98.35529	2.98046

Vysvetlivky:

T	zadaná teplota v danom prostredí [C]
Rs	zadaný odpor pri prestupe tepla v danom prostredí [m2K/W]
R.H.	zadaná relatívna vlhkosť v danom prostredí [%]
Ts,min	minimálna povrchová teplota v danom prostredí [C]
Tep.tok Q	hustota tepelného toku z daného prostredia [W/m] (hodnota sa vzťahuje na 1m dĺžky tepelného mosta, kde strata je kladná a zisk záporný)
Priepust. L	tepelná priepustnosť medzi daným prostredím a okolím [W/mK] (je možné určiť len pre max. 2 prostredia; pre určité charakter. výseky je možné získať priemernú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla vydelením hodnoty L šírkou hodnoteného výseku konštrukcie)

NAJNIŽŠIE POVRCHOVÉ TEPLOTY, TEPLOTNÉ FAKTORY A RIZIKO KONDENZÁCIE:

Prostredie	Tdp [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	9.64	0.686	nie	---	---
2	-14.90	-12.92	0.997	nie	---	---

Vysvetlivky:

Tw	teplota rosného bodu v danom prostredí [C] – je možné určiť len pre teploty do 100 C
Ts,min	minimálna povrchová teplota v danom prostredí [C]
f,Rsi	teplotný faktor podľa ČSN 730540, STN EN ISO 10211-1 a STN EN ISO 13788 [-] [rozdiel minimálnej povrchovej teploty a vonkajšej teploty vydelený rozdielom vnútornej (20.0 C) a vonkajšej (-13.0 C) teploty - presne sa dá určiť len pre max. 2 prostredia a pre rozdielnú vnútornú a vonkajšiu teplotu, program však určuje orientačné hodnoty i pre viacej prostredí, pričom sa uvažuje vnútorná teplota podľa daného prostredia a konštantná vonkajšia teplota Te = -13.0 C]
KOND.	označuje vznik povrchovej kondenzácie
RH,max	maximálna možná relatívna vlhkosť pri zadanej teplote v danom prostredí, ktorá zabezpečí odstránenie povrchovej kondenzácie [%]
T,min	minimálna potrebná teplota pri danej absolútnej vlhkosti v danom prostredí, ktorá zaistí odstránenie povrchovej kondenzácie [C] - platí len pre prípad dvoch prostredí

Poznámka: Uvedené vyhodnotenie rizika kondenzácie nezodpovedá hodnoteniu ani podľa STN 730540, ani podľa STN EN ISO 13788 (neobsahuje bezpečnostné prírážky). Pre vyhodnotenie výsledkov podľa týchto noriem je nutné použiť postup podľa čl. 4 v STN 730540-2 alebo čl. 5 v STN EN ISO 13788.

TOKY DIFUNDUJÚCEJ VODNEJ PARY PRI ZADANÝCH PODMIENKÁCH:

Množstvo vstupujúce do konštrukcie:	1.3E-0007 kg/m,s.
Množstvo vystupujúce z konštrukcie:	6.2E-0008 kg/m,s.
Množstvo kondenzujúcej vodnej pary:	6.4E-0008 kg/m,s.

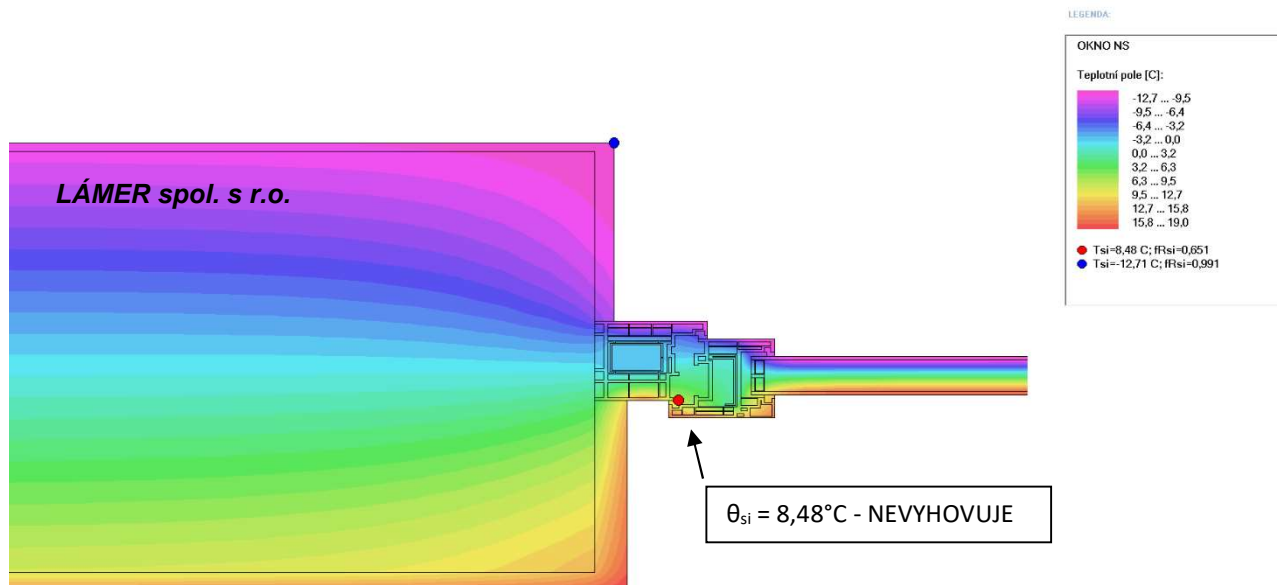
Poznámka: Uvedená množstva sú vzťahované k 1 m výšky detaila a platia pre zadané okrajové podmienky. Množstvo vodnej pary vstupujúce do konštrukcie bolo stanovené pre povrchy so súč. prestupu vodnej pary 10.e-9 s/m. Množstvo vystupujúce z konštrukcie pak pre povrchy so súč. prestupu vodnej pary 20.e-9 s/m. Ostatné povrchy sa vo výpočte neuplatnili.

ROČNÁ BILANCIA SKONDENZOVANEJ A VYPARENEJ VODNEJ PARY:

Počas modelového roka nedochádza v detailu ku kondenzácii vodnej pary.

Detail – obvodová stena v styku s oknom pri ostení

Priebeh teplôt :



VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA STN 730540-2

Názov úlohy: Okno NS

Teplota vnútorného vzduchu $T_i = 20,00^{\circ}\text{C}$
Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu $F_{ii} = 50,00\%$

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu :

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12,63 + 0,50 = 13,13^{\circ}\text{C}$

Požiadavka platí pro posouzení neprůsvitné konstrukce.

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 8,48^{\circ}\text{C}$

$T_{si} < T_{si,N}$... POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.

II. Požiadavka na šírenie vlhkosti konštrukciou :

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť $G_k < G_v$.
 3. Ročné množstvo kondenzátu musí byť $G_k < 0.1 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$ pre jednoplášťové strechy, resp. $G_k < 0.5 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$ pre ostatné konštrukcie.

Vyhodnotenie 1. požiadavky musí urobiť projektant, napr. na základe grafických výstupov programu.

Vyhodnotenie 2. požiadavky je sťažené tým, že neexistuje žiadna všeobecne uznávaná a normovaná metódika výpočtu celoročnej bilancie v podmienkach 2D vedenia tepla a vodnej pary.

Orientačne je možné použiť výsledky dosiahnuté metodikou programu AREA.

Výsledky výpočtu: V detailu dochádza v modelovom roku ku kondenzácii.

Maximálne množstvo kondenzátu: $M_{a,max} = 7,678 \text{ e-}02 \text{ kg/m}^2$

Kondenzát sa môže odpariť.

... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Posledná požiadavka sa týka posúdenia konštrukcií pri 1D vedení tepla.

Detail okna je riešený iba orientačne podľa podkladov v archíve programu. Podrobnejšie by bolo možné posúdiť detail okna iba v prípade presných rozmerov a parametrov všetkých materiálov rámu okna a izolačného skla.

Area 2008, (c) 2007 Svoboda Software

5.6 Výpočet potreby tepla - východiskový stav

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

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE
1	Názov budovy: Spojená škola Poltár - Modernizácia poľnohospodárstva a

		návrat k sklárskym tradíciám, SO 01 Revitalizácia sklárstva				
2	Ulica, číslo:	Železničná 5				
3	Obec:	Poltár				
4	Parc. č.:	2343/2				
5	Katastrálne územie:	Poltár				
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	Významná obnova				
Výpočet potreby tepla na vykurovanie						
VSTUPNÉ ÚDAJE						
7	Budova	Kategória budovy (jeden účel užívania)		4		
8		Zmiešaný účel užívania - kategória 1				
9		Zmiešaný účel užívania - kategória 2				
10		Podiel celkovej podlahovej plochy - kategória 1		%		
11		Podiel celkovej podlahovej plochy - kategória 2		%		
12		Rok kolaudácie				
13		Rok poslednej zmeny tepelnej ochrany				
14		Typ, konštrukčný systém, stavebná sústava (bytové domy)				
15		Šírka budovy		13,38	m	
16		Dĺžka budovy		43,695	m	
17		Výška budovy		12,180	m	
18		Počet podlaží		2		
19		Obostavaný objem		3681,43	m ³	
20		Celková podlahová plocha		1152,74	m ²	
21		Celková teplo výmenná plocha		1876,088	m ²	
22	Priemerná konštrukčná výška		3,19	m		
23	Faktor tvaru		0,51	1/m		
24	Výpočet	Výpočtová metóda		mesačná		
25		Počet dennostupňov		2762	K.deň	
	Tepelné straty	Popis / názov obvodovej konštrukcie		Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $U_i(W/(m^2.K))$	Teplovýmenná plocha $A_i (m^2)$	Teplotný redukčný faktor $b (-)$
			Obvodový plášť / strop nad vonkajším prostredím :			
26		1	Obv.stena murovaná	1,345	585,286	1
27		2				
28		3				
29		4				
30		5				
			Strecha / strop pod nevykurovaným priestorom :			
31		1	Strop nad 2.np	1,534	576,370	0,8
32		2				
33		3				
34		4				
35		5				

		Podlaha :			
36	1	Podlaha na teréne	0,405	576,370	1
37	2				
38	3				
39	4				
40	5				
		Otvorové konštrukcie :			
41	1	Okná plast 1,76x1,45; 1.np	1,286	45,936	1
42	2	Dvere drev.1x2,05; 1.np	2,700	2,05	1
43	3	Dvere 1,16x2,08; drev. ; 1.np	2,700	2,413	1
44	4	Dvere 1x2,05 plast. ; 1.np	1,500	2,050	1
45	5	Dvere 1,955x2,960 plast. ; 1.np	1,279	5,787	1
	6	Dvere drev. 1,87x2,35; 1.np	2,700	4,395	1
	7	Okná 0,6x0,6, drev. ; 1.np	2,700	0,720	1
	8	Okná 0,78x0,74; drev. ; 1.np	2,700	0,577	1
	9	Dvere drev. 1,04x2,0; 1.np	2,700	2,080	1
	10	Okná plast. 0,45x1,14; 1.np	1,378	2,052	1
	11	Okná 1,78x1,5 drev. ; 2.np	2,700	64,080	1
	12	Okná 0,8x2,69 drev. ; 2.np	2,700	2,152	1
	13	Okná 1x2,69 drev. ; 2.np	2,700	2,690	1
	14	Okná 0,6x0,6, drev. ; 2.np	1,080	1,080	1
46	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla U _m			1,180	W/(m².K)
47	Tepelná vodivosť (priepustnosť) podlahy a stien vo vykur. suteréne L _s				W/K
48	Vplyv tepelných mostov ΔU			0,10	W/(m².K)
49	Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov ΔH _{TМ}			187,6088	W/K

	Popis otvorovej konštrukcie				Celková dĺžka škár otvorových konštrukcií l (m)	Súčiniteľ prievzdušnosti otvorových výplní i .10 ⁴ (m ² /(s.Pa ^{0,67}))	
50	1	Drevené okná			251,08	1,4	
51	2	Drevené dvere			32,40	1,4	
52	3	Plastové okná			130,42	1,0	
		Plastové dvere			9,90	1,0	
		Kovové okná			0,00	1,90	
53	Charakteristické číslo budovy B (ak sa použije na výpočet výmeny vzduchu)					Pa ^{0,67}	
54	Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná n				0,36	1/h	
55	Nameraná vzduchotesnosť n ₅₀					1/h	
56	Uvažovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu n				0,50	1/h	
57	Rekuperačná jednotka				0		
58	Účinnosť rekuperačnej jednotky				0		
59	Podiel vzduchu prechádzajúceho cez jednotku				0		
60	Tep. výkon vnútorného zdroja q				6	W/m ²	
61	Vnútorné tepelne zisky Qi				35190,8467	kWh/a	
	Orientácia		Intenzita slnečného žiarenia I _{sj} (kWh/m ²)	Priepustnosť slnečného žiarenia g (-)	Tieniacci faktor (-)	Plocha zasklených otvorových konštrukcií A (m2)	Účinná kolekčná plocha plné časti A (m2) (chladenie)
62	1	JV/JZ	260	0,76			
63	2	SV/SZ	130	0,76			
64	3	V	200	0,76		62,37	
65	4	Z	200	0,76		67,742	
66	5	J	320	0,76		5,251	
67	6	S	100	0,76		2,67	
68	7	H	340				
69	8						
70	Solárne tepelné zisky				11955,85	kWh/a	
	Sezónna metóda						
71	Merná tepelná strata prechodom H _t				2210,17	W/K	
72	Merná tepelná strata H _v				388,76	W/K	
72	Faktor využitia tepelných ziskov				0,95		
73	Merná potreba tepla na vykurovanie - sezónna metóda				89,47	kWh/(m ² .a)	
	Mesačná metóda						
74	Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie vykurovania				3,861	°C	
75	Trvanie obdobia vykurovania				212	dni	
76	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie vykurovania				18,33	°C	
77	Prerušované vykurovanie (áno/nie)				Áno		
78	Počet hodín s normálnou prevádzkou v pracovnom dni				12	h	
79	Počet hodín s normálnou prevádzkou počas dní víkendu				12	h	

80	Spôsob uvažovania prerušovaného vykurovania (upravená vnútorná teplota/redukčný faktor)		
81	Redukčný faktor pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)	0,43	
82	Upravená vnútorná teplota pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)		°C
83	Typ konštrukcie	Stredne ťažka	
84	C - vnútorná tepelná kapacita J/(K.m²)	165000	J/(K.m²)
85	Priemerný faktor využitia tepelných ziskov - vykurovanie - mesačná metóda	0,96	
86	Merná potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda	89,47	kWh/(m².a)
	Chladenie		
87	Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie chladenia		°C
88	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie chladenia		°C
89	Trvanie obdobia chladenia		dni
90	Účinná solárna kolekčná plocha plných častí v m²		m²
91	Priemerný faktor využitia tepelných strát - chladenie - mesačná metóda		
92	Potreba chladu na chladenie - mesačná metóda		kWh/(m².a)
VÝSLEDKY			
93	Merná tepelná strata bez tepelných ziskov (ak sa vyžaduje)		W/K
94	Merná potreba tepla na vykurovanie - sezónna metóda	145,63	kWh/(m².a)
95	Merná potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda	89,47	kWh/(m².a)
96	Merná potreba chladu na chladenie - mesačná metóda		kWh/(m².a)

Aktuálny stav:

Predpoklad splnenia energetického kritéria : $Q_{Hnd} \geq Q_{Hnd,N}$, t.j. $143,63 \leq 32,51 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$Q_{Hnd} \leq Q_{Hnd,N}$ $45,60 \geq 11,62 \text{ kWh}/(\text{m}^3.\text{a})$ – nevyhovuje v $\text{kWh}/(\text{m}^3.\text{a})$

Predpoklad splnenia kritéria energetickej hospodárnosti budov: $Q_{EP} \leq Q_{EP,N}$, t.j. $89,47 \geq 53,20 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$ – nevyhovuje.

6 Výpočet – navrhovaný stav

6.1 Kritérium minimálnych tepelno-technických vlastností stavebnej konštrukcie

Obvodová stena 500 mm + zateplenie z min.vlny hr. 200mm:

Skladba:

- Kontaktný zateplovací systém na báze fasádnych dosák z minerálnej vlny hr. 200mm
- VONKAJŠIA OMIETKA 25 MM
- KERAMICKÉ TEHLOVÉ MURIVO 450 MM
- VNÚTORNÁ OMIETKA 25 MM

TEPELNÁ IZOLÁCIA **MW**, deklarovaná hodnota $\lambda_D=0,036 \text{ W}/(\text{m.K})$, HR. 200 mm:

Výpočet návrhovej hodnoty (podľa normy):

$$\lambda_2 = \lambda_1 * F_T * F_m * F_a$$

$$F_T = e^{f_T(T_2-T_1)} = e^{0,0048*(10-11)} = 1,004811538$$

$$F_m = e^{f_u(\psi_1-\psi_2)} = e^{4*(0,02-0)} = 1,0833$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 * F_T * F_m * F_a = 0,036 * 1,004811538 * 1,0833 = 0,03918644 = 0,040$$

Podmienka: $U \leq U_N$,

$$U_{\max} = 0,46 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}, U_N = 0,32 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}, U_{r1} = 0,22 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}, U_{r1} = 0,15 \text{ W}/\text{m}^2.\text{K}$$

$$R = 0,2/0,040 + 0,025/0,99 + 0,45/0,86 + 0,025/0,99 = 5,574 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R_0 = R_{si} + R + R_{se} = 5,744 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$U = 1/R_0 = \underline{0,174 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}} \quad - \text{ VYHOVUJE } U_{r1}$$

Strop nad 2.np

Skladba stropu:

- NOVÁ TEPEPLÁ IZOLÁCIA Z MINERÁLNEJ VLNY 400 MM
- CEM.POTER 50 MM
- DREVENÝ DOSKOVANIE 25 MM
- DREVENÝ TRÁM
- DREVENÝ ZÁKLOP 25 MM
- OMIETKA NA RÁKOSOVOM PLETIVE

TEPELNÁ IZOLÁCIA, deklarovaná hodnota výrobcu $\lambda_D = 0,036 \text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$,

$$F_T = e^{f_T(T_2 - T_1)} = e^{0,0034 \cdot (11 - 10)} = 1,003405787$$

$$F_m = e^{f_u(\psi_1 - \psi_2)} = e^{4 \cdot (0 - 0)} = 1$$

$$\lambda_2 = \lambda_1 \cdot F_T \cdot F_m \cdot F_a = 0,036 \cdot 1,003405787 \cdot 1 \cdot 1 = 0,0361 = 0,037, \text{ počítane s rezervou } 0,04$$

$$U \leq U_{r1},$$

$$U_{\max} = 0,30 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}, U_N = 0,20 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}; U_{r2} = 0,15 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}; U_{r3} = 0,10 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}$$

$$U = 1/(R_{si} + R_N + R_{se})$$

$$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R = 0,4/0,04 + 0,05/1,02 + 0,025/0,18 + 0,16 + 0,025/0,18 + 0,025/0,99 = 10,512 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$R_0 = 10,652 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$$

$$U = 1/R = \underline{0,094 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}} \quad - \text{ VYHOVUJE } U_{r3}$$

Okná a dvere, nové

$$U_g = 0,6 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}; U_f = 0,95 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K}; \psi_g = 0,03$$

$$U_w = 0,85 \text{ W}/\text{m}^2\cdot\text{K} - \text{ maximálna hodnota } U_w - \text{ VYHOVUJE}$$

$$U_w = \frac{\sum A_g U_g + \sum A_f U_f + \sum I_g \psi_g}{\sum A_g + \sum A_f}$$

$$R = \sum_{j=1}^n \frac{d_j}{\lambda} = \frac{d_1}{\lambda_1} + \frac{d_2}{\lambda_2} + \frac{d_3}{\lambda_3} + \dots + \frac{d_n}{\lambda_n} \quad [\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}]$$

$$U = \frac{1}{R_0} = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})]$$

$$U_N = \frac{1}{R_{si} + R_N + R_{se}} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})], \text{ podmienka : } U \leq U_N, \text{ resp. } R \geq R_N$$

$R_{si} = 0,17 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ – Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu (tepelný tok zhora nadol)

$R_{si} = 0,13 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ – Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu (tepelný tok vodorovne)

$R_{si} = 0,10 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ – Odpor pri prestupe tepla na vnútornom povrchu (tepelný tok zdola nahor)

$R_{se} = 0,04 \text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ – Odpor pri prestupe tepla na vonkajšom povrchu.

6.2 Hygienické kritérium, jednorozmerné šírenie tepla

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

$$\theta_{si} = \theta_{ai} - U(\theta_{ai} - \theta_e)R_{si} = \theta_{ai} - (\theta_{ai} - \theta_e)R_{si}/R_0$$

Obvodová stena :

$$R_0 = 5,731 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}, \quad \theta_{ai} = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -15^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si} = \underline{19,206^\circ\text{C}}$$

$$\theta_{si,80} = 12,62^\circ\text{C} - \text{Podľa STN 73 0540-3 pre 50\% vlhkosť pri vnútornej teplote } 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,62 + 0,5 = \underline{13,12^\circ\text{C}} \quad \textbf{- VYHOVUJE}$$

Strecha S2:

$$R_0 = 6,112 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}, \quad \theta_{ai} = 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_e = -15^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si} = \underline{19,427^\circ\text{C}}$$

$$\theta_{si,80} = 12,62^\circ\text{C} - \text{Podľa STN 73 0540-3 pre 50\% vlhkosť pri vnútornej teplote } 20^\circ\text{C}$$

$$\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,62 + 0,5 = \underline{13,12^\circ\text{C}} \quad \textbf{- VYHOVUJE}$$

6.3 Kritérium výmeny vzduchu (minimálnej priemernej výmeny vzduchu v miestnosti)-navrhovaný stav

Vo všetkých vnútorných priestoroch bytových a nebytových budovách musí byť priemerná hodnota

$n_N = 0,5$ 1/h kritériom minimálnej výmeny vzduchu v miestnosti, ak hygienické predpisy nevyžadujú iné hodnoty. Výpočtom (v archíve spracovateľa) vychádza priemerná výmena vzduchu $n = 0,24$ čo nevyhovuje minimálnej priemernej výmene vzduchu v budove. V budove je potrebné osadiť okná so škárovým vetraním, aby bola zabezpečená minimálna výmena vzduchu požadovaná normou, alternatívne riešiť vzduchotechniku s rekuperáciou tepla v celom priestore.

6.4 Tepelná stabilita miestnosti – navrhovaný stav

Najvyšší denný vzostup teploty vzduchu v miestnosti v letnom období:

V kritickej miestnosti (v priestore) je potrebné preukázať najvyššiu teplotu vzduchu v letnom období

Požiadavka normy:

$$\theta_{ai, \max} < \theta_{ai, \max, N}$$

Výpočet je riešený pre referenčnú miestnosť číslo :

Výsledky:

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA KRITÉRIÍ STN 730540-2 (2012)

Názov úlohy: SO-01 Revitalizácia sklárstva NS

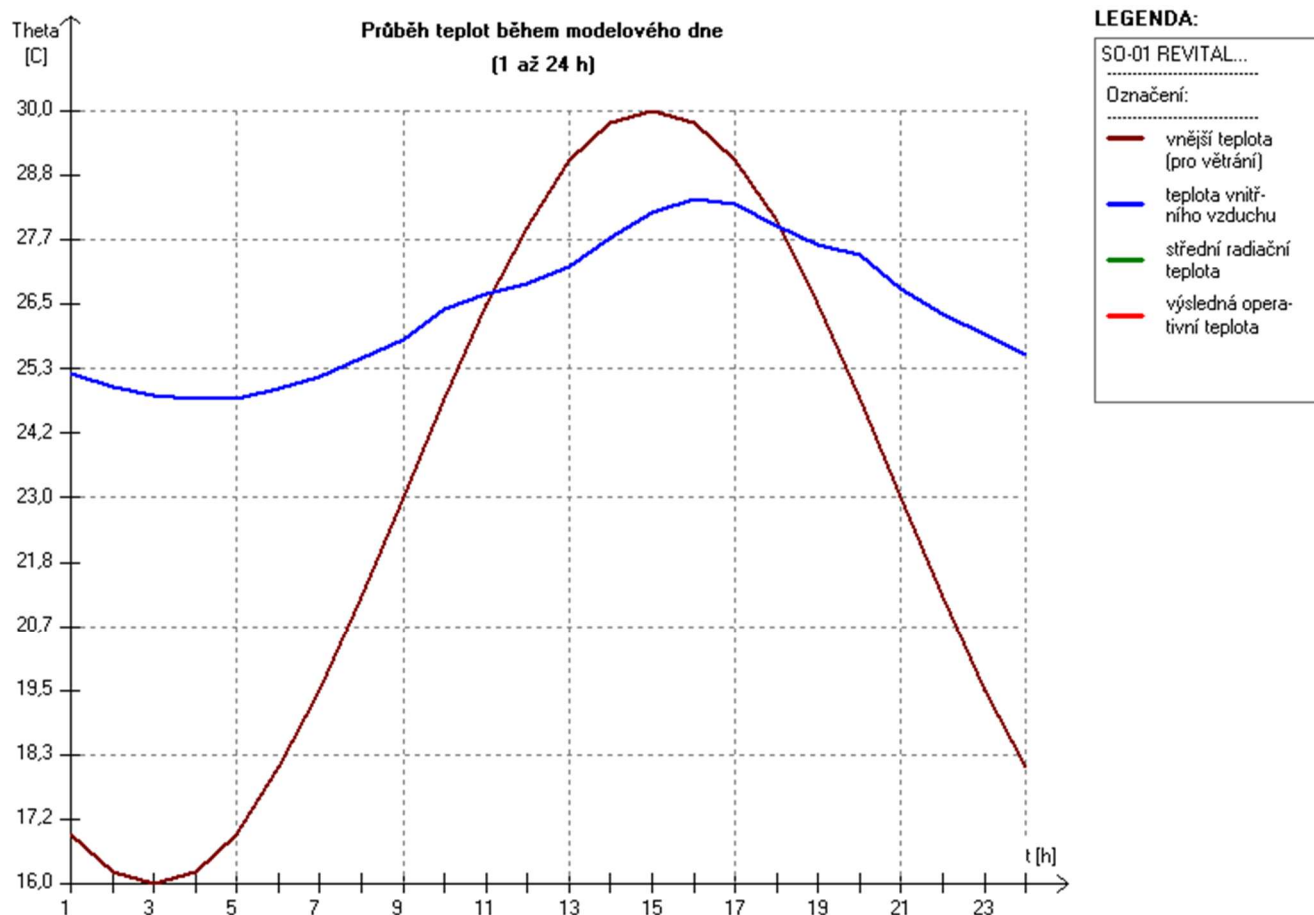
Podrobný popis obal. konštrukcií hodnotené miestnosti je uvedený na výpise z programu Simulace 2018.

Požiadavka na najvyššiu dennú teplotu vzduchu v letnom období (čl. 7.2 STN 730540-2)

Požiadavka: $T_{ai, \max, N} = 26,00^\circ\text{C}$

Vypočítaná hodnota: $T_{ai, \max} = 28,41^\circ\text{C}$

$T_{ai, \max} > T_{ai, \max, N}$... **POŽIADAVKA NIE JE SPLNENÁ.**



V letnom období môže dôjsť k prehriatiu miestností budovy zo západnej a východnej strany preto odporúčame osadiť klimatizáciu. Alternatívne je možné aj doplniť okná o žalúzie.

6.5 Hygienické kritérium - dvojrozmerné šírenie tepla:

Pri dvojrozmernom šírení tepla v rohu obvodových stien, styku stropov so stenami a pod. klesne vnútorná povrchová teplota θ_{si} vzhľadom na ustálený teplotný stav pri jednorozmernom šírení tepla. Pre hodnotenie konštrukcií z hľadiska dvojrozmerného šírenia tepla boli vybrané rovnaké kritické detaily ako v pôvodnom stave :

- 3.) Detail – roh obvodovej steny (horizontálny),
- 4.) Detail – obvodová stena v styku s terénom,
- 5.) Detail – obvodová stena v styku s oknom,

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

$\theta_{si,80} = 12,62^{\circ}\text{C}$ – Podľa STN 73 0540-3 pre 50% vlhkosť pri vnútornej teplote 20°C

$\theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} = 12,62 + 0,5 = \underline{\underline{13,12^{\circ}\text{C}}}$

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

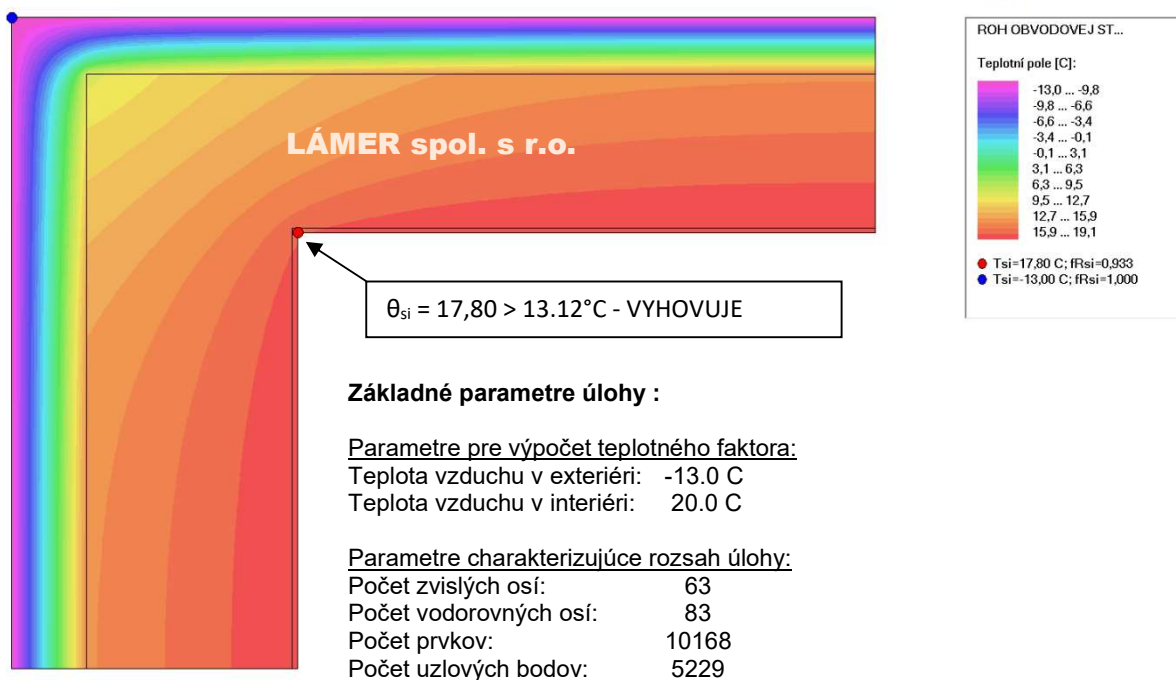
$\theta_{dp} \geq \theta_{si,ok,N} = \theta_{dp}$

$\theta_{dp} = 9,26^{\circ}\text{C}$ – Podľa STN 73 0540-3 pre 50% vlhkosť pri vnútornej teplote 20°C

(Stena: hrúbka 260 mm, $\theta_{si} = 20^{\circ}\text{C}$, $\theta_{se} = -13,0^{\circ}\text{C}$)

Detail – roh obvodovej steny (horizontálny)

Priebeh teplôt :



Zadané materiály :

č.	Názov	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Zdivo CP 2	0.860	0.860	9.000	9.000	35	54	1	71
2	Zdivo CP 2	0.860	0.860	9.000	9.000	1	35	50	71
3	Omítka vápenoce	0.990	0.990	19	19	34	35	1	50
4	Omítka vápenoce	0.990	0.990	19	19	1	35	49	50
5	Omítka vápenoce	0.990	0.990	19	19	1	54	71	72
6	Omítka vápenoce	0.990	0.990	19	19	54	55	1	72
7	Nobasil FKD S T	0.035	0.035	3.500	3.500	54	63	1	71
8	Nobasil FKD S T	0.035	0.035	3.500	3.500	1	63	71	83

Zadané okrajové podmienky a ich rozmiestnenie :

číslo	1.uzol	2.uzol	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	Pd [kPa]	AlfaPd [s]
1	49	2788	20.00	0.13	1.29	10.00
2	2740	2788	20.00	0.13	1.29	10.00
3	83	5229	-13.00	0.04	0.17	20.00
4	5147	5229	-13.00	0.04	0.17	20.00

Pre výpočet šírenia vodnej pary bola použitá prirážka k vnútornej priemernej vlhkosti 5 %.

Zadané priemerné mesačné teploty a vlhkosti (pre ročnú bilanciú vodnej pary):

Mesiac	Dĺžka[dni]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	52.8	1312.2	-3.3	81.5	378.0
2	28	21.0	56.7	1409.1	-0.4	80.5	475.8
3	31	21.0	56.9	1414.1	4.1	79.0	646.9
4	30	21.0	59.1	1468.8	10.2	76.1	946.8
5	31	21.0	63.2	1570.7	15.1	72.7	1247.3
6	30	21.0	66.4	1650.2	18.1	69.8	1448.9
7	31	21.0	68.2	1694.9	19.8	67.7	1562.5
8	31	21.0	67.6	1680.0	19.2	68.5	1523.2
9	30	21.0	62.9	1563.2	14.9	72.8	1233.0
10	31	21.0	58.5	1453.9	9.2	76.7	892.3
11	30	21.0	56.9	1414.1	3.3	79.4	614.5
12	31	21.0	55.3	1374.3	-1.4	80.9	440.1

Pre výpočet šírenia vodnej pary bola použitá prirážka k vnútornej priemernej vlhkosti 5 %.

Počiatkový mesiac výpočtu bilancie bol stanovený výpočtom podľa STN EN ISO 13788.

Relatívna vlhkosť:



TLAČ VÝSLEDKOV VYŠETROVANIA :

NAJNIŽŠIE POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostredie	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Priepust. L [W/mK]
1	20.0	0.13	50	17.80	20.55015	0.62273
2	-13.0	0.04	84	-13.00	-20.55054	0.62274

Vysvetlivky:

T	zadaná teplota v danom prostredí [C]
Rs	zadaný odpor pri prestupe tepla v danom prostredí [m2K/W]
R.H.	zadaná relatívna vlhkosť v danom prostredí [%]
Ts,min	minimálna povrchová teplota v danom prostredí [C]
Tep.tok Q	hustota tepelného toku z daného prostredia [W/m] (hodnota sa vzťahuje na 1m dĺžky tepelného mosta, kde strata je kladná a zisk záporný)
Priepust. L	tepelná priepustnosť medzi daným prostredím a okolím [W/mK] (je možné určiť len pre max. 2 prostredia; pre určité charakter. výseky je možné získať priemernú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla vydelením hodnoty L šírkou hodnoteného výseku konštrukcie)

NAJNIŽŠIE POVRCHOVÉ TEPLOTY, TEPLOTNÉ FAKTORY A RIZIKO KONDENZÁCIE:

Prostredie	Tdp [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	17.80	0.933	nie	---	---
2	-14.90	-13.00	1.000	nie	---	---

Vysvetlivky:

Tw	teplota rosného bodu v danom prostredí [C] – je možné určiť len pre teploty do 100 C
Ts,min	minimálna povrchová teplota v danom prostredí [C]
f,Rsi	teplotný faktor podľa ČSN 730540, STN EN ISO 10211-1 a STN EN ISO 13788 [-] [rozdiel minimálnej povrchovej teploty a vonkajšej teploty vydelený rozdielom vnútornej (20.0 C) a vonkajšej (-13.0 C) teploty - presne sa dá určiť len pre max. 2 prostredia a pre rozdielnú vnútornú a vonkajšiu teplotu, program však určuje orientačné hodnoty i pre viacej prostredí, pričom sa uvažuje vnútorná teplota podľa daného prostredia a konštantná vonkajšia teplota Te = -13.0 C]
KOND.	označuje vznik povrchovej kondenzácie
RH,max	maximálna možná relatívna vlhkosť pri zadanej teplote v danom prostredí, ktorá zabezpečí odstránenie povrchovej kondenzácie [%]
T,min	minimálna potrebná teplota pri danej absolútnej vlhkosti v danom prostredí, ktorá zaistí odstránenie povrchovej kondenzácie [C] - platí len pre prípad dvoch prostredí

Poznámka: Uvedené vyhodnotenie rizika kondenzácie nezodpovedá hodnoteniu ani podľa STN 730540, ani podľa STN EN ISO 13788 (neobsahuje bezpečnostné prírážky). Pre vyhodnotenie výsledkov podľa týchto noriem je nutné použiť postup podľa čl. 4 v STN 730540-2 alebo čl. 5 v STN EN ISO 13788.

TOKY DIFUNDUJÚCEJ VODNEJ PARY PRI ZADANÝCH PODMIENKÁCH:

Množstvo vstupujúce do konštrukcie: 1.2E-0007 kg/m,s.
Množstvo vystupujúce z konštrukcie: 1.2E-0007 kg/m,s.
Chyba výpočtu: 1.1E-0012 kg/m,s.

Poznámka: Uvedená množstva sú vzťahované k 1 m výšky detaila a platia pre zadané okrajové podmienky.
Množstvo vodnej pary vstupujúce do konštrukcie bolo stanovené pre povrchy so súč. prestupu vodnej pary 10.e-9 s/m. Množstvo vystupujúce z konštrukcie pak pre povrchy so súč. prestupu vodnej pary 20.e-9 s/m. Ostatné povrchy sa vo výpočte neuplatnili.

ROČNÁ BILANCIA SKONDENZOVANEJ A VYPARENEJ VODNEJ PARY:

Počas modelového roka nedochádza v detailu ku kondenzácii vodnej pary.

VYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA STN 730540-2 (2002)

Názov úlohy: Roh obvodovej steny

Teplota vnútorného vzduchu T_i = 20,00 C
Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu F_{ii} = 50,00 %

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu :

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80} + dT_{si} = 12,63 + 0,50 = 13,13$ C

Požiadavka platí pre posúdenie neprůsvitné konstrukce.

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 17,80$ C

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

II. Požiadavka na šírenie vlhkosti konštrukciou :

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu koie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť $G_k < G_v$.
 3. Ročné množstvo kondenzátu musí byť $G_k < 0.1$ kg/m²,rok pre jednoplášťové strechy, resp. $G_k < 0.5$ kg/m²,rok pre ostatné konštrukcie.

Vyhodnotenie 1. požiadavky musí urobiť projektant, napr. na základe grafických výstupov programu.

Vyhodnotenie 2. požiadavky je sťažené tým, že neexistuje žiadna všeobecne uznávaná a normovaná metodika výpočtu celoročnej bilancie v podmienkach 2D vedenia tepla a vodnej pary.

Orientačne je možné použiť výsledky dosiahnuté metodikou programu AREA.

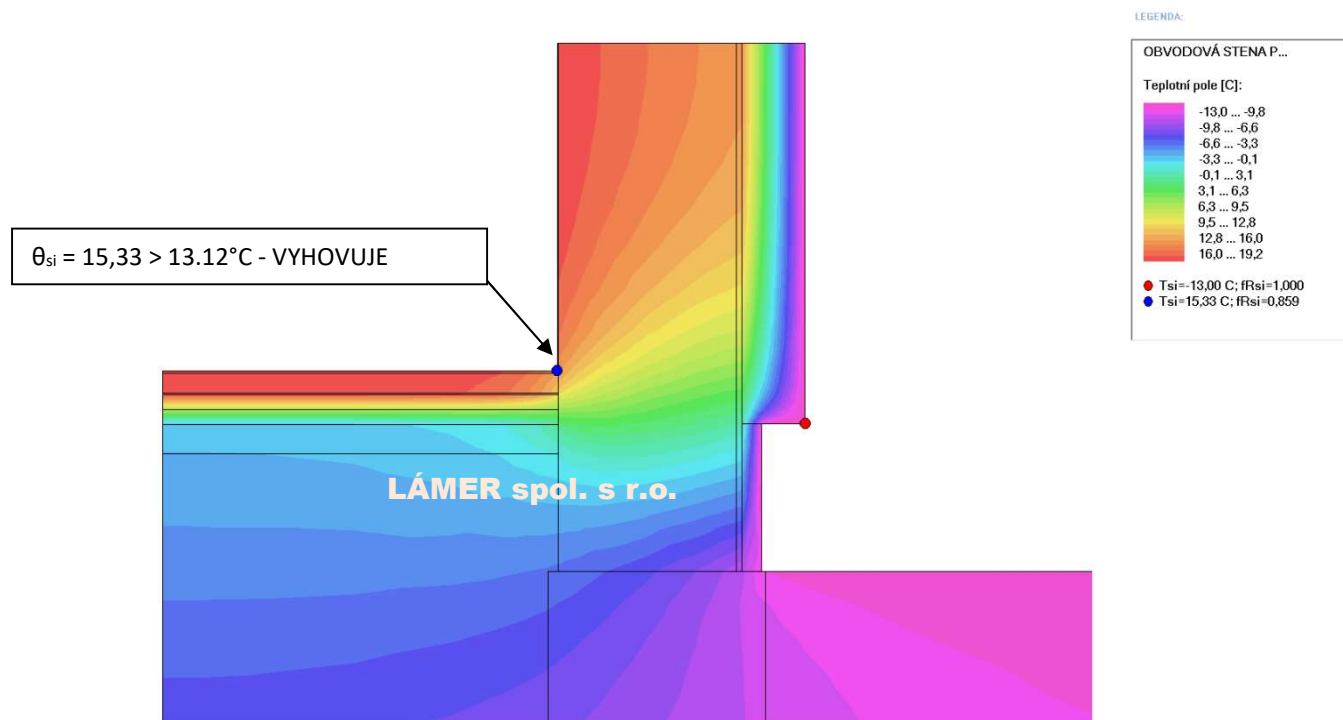
Výsledky výpočtu: V detailu nedochádza v modelovom roku ku kondenzácii.

... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Posledná požiadavka sa týka posúdenia konštrukcií pri 1D vedení tepla.

Detail – obvodová stena v styku s terénom

Priebeh teplôt:



KONTROLNÁ TLAČ VSTUPNÝCH HODNÔT :

Základné parametre úlohy :

Parametre pre výpočet teplotného faktora:

Teplota vzduchu v exteriéri: -13.0 C
Teplota vzduchu v interiéri: 20.0 C

Parametre charakterizujúce rozsah úlohy:

Počet zvislých osí: 109
Počet vodorovných osí: 114
Počet prvkov: 24408
Počet uzlových bodov: 12426

TLAČ VÝSLEDKOV VYŠETROVANIA :

NAJNIŽŠIE POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostredie	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Priepust. L [W/mK]
1	-13.0	0.04	84	-13.00	-29.66569	0.89896
2	20.0	0.10	50	15.33	28.86230	0.87462

Vysvetlivky:

T: daná teplota v danom prostredí [C]
Rs: daný odpor pri prestupe tepla v danom prostredí [m2K/W]
R.H.: daná relatívna vlhkosť v danom prostredí [%]
Ts,min: minimálna povrchová teplota v danom prostredí [C]
Tep.tok Q: hustota tepelného toku z daného prostredia [W/m]
(hodnota sa vzťahuje na 1m dĺžky tepelného mosta, kde strata je kladná a zisk záporný)
Priepust. L: tepelná priepustnosť medzi daným prostredím a okolím [W/mK]
(je možné určiť len pre max. 2 prostredia; pre určité charakter. výseky je možné získať priemernú hodnotu súčiniteľa prechodu tepla vydelením hodnoty L šírkou hodnoteného výseku konštrukcie)

NAJNIŽŠIE POVRCHOVÉ TEPLOTY, TEPLITNÉ FAKTORY A RIZIKO KONDENZÁCIE:

Prostredie	Tdp [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-14.90	-13.00	1.000	nie	---	---
2	9.26	15.33	0.859	nie	---	---

Vysvetlivky:

Tw	teplota rosného bodu v danom prostredí [C] – je možné určiť len pre teploty do 100 C
Ts,min	minimálna povrchová teplota v danom prostredí [C]
f,Rsi	teplotný faktor podľa ČSN 730540, STN EN ISO 10211-1 a STN EN ISO 13788 [-] [rozdiel minimálnej povrchovej teploty a vonkajšej teploty vydelený rozdielom vnútornej (20.0 C) a vonkajšej (-13.0 C) teploty - presne sa dá určiť len pre max. 2 prostredia a pre rozdielnú vnútornú a vonkajšiu teplotu, program však určuje orientačné hodnoty i pre viacej prostredí, pričom sa uvažuje vnútorná teplota podľa daného prostredia a konštantná vonkajšia teplota Te = -13.0 C]
KOND.	označuje vznik povrchovej kondenzácie
RH,max	maximálna možná relatívna vlhkosť pri zadanej teplote v danom prostredí, ktorá zabezpečí odstránenie povrchovej kondenzácie [%]
T,min	minimálna potrebná teplota pri danej absolútnej vlhkosti v danom prostredí, ktorá zaistí odstránenie povrchovej kondenzácie [C] - platí len pre prípad dvoch prostredí

Poznámka: Uvedené vyhodnotenie rizika kondenzácie nezodpovedá hodnoteniu ani podľa STN 730540, ani podľa STN EN ISO 13788 (neobsahuje bezpečnostné prírážky). Pre vyhodnotenie výsledkov podľa týchto noriem je nutné použiť postup podľa čl. 4 v STN 730540-2 alebo čl. 5 v STN EN ISO 13788.

TOKY DIFUNDUJÚCEJ VODNEJ PARY PRI ZADANÝCH PODMIENKÁCH:

Množstvo vstupujúce do konštrukcie:	5.9E-0008 kg/m.s.
Množstvo vystupujúce z konštrukcie:	6.0E-0008 kg/m.s.
Chyba výpočtu:	1.0E-0009 kg/m.s.

Poznámka: Uvedená množstva sú vzťahované k 1 m výšky detaila a platia pre zadané okrajové podmienky. Množstvo vodnej pary vstupujúce do konštrukcie bolo stanovené pre povrchy so súč. prestupu vodnej pary 10.e-9 s/m. Množstvo vystupujúce z konštrukcie pak pre povrchy so súč. prestupu vodnej pary 20.e-9 s/m. Ostatné povrchy sa vo výpočte neuplatnili.

ROČNÁ BILANCIA SKONDENZOVANEJ A VYPARENEJ VODNEJ PARY:

Počas modelového roka nedochádza v detailu ku kondenzácii vodnej pary.

GYHODNOTENIE VÝSLEDKOV PODĽA STN 730540-2

Názov úlohy: Obvodová stena pri teréne

Teplota vnútorného vzduchu Ti = 20,00 C
Rel. vlhkosť vnútorného vzduchu Fii = 50,00 %

I. Požiadavka na vnútornú povrchovú teplotu :

Požiadavka: $T_{si,N} = T_{si,80+dT_{si}} = 12,63+0,20 = 12,83$ C

Požiadavka platí pro posouzení neprůsvitné konstrukce.

Vypočítaná hodnota: $T_{si} = 15,33$ C

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

II. Požiadavka na šírenie vlhkosti konštrukciou :

- Požiadavky:
1. Skondenzovaná vodná para nesmie ohroziť funkciu kcie.
 2. Ročná bilancia vodnej pary musí byť $G_k < G_v$.
 3. Ročné množstvo kondenzátu musí byť $G_k < 0.1$ kg/m²,rok pre jednoplášťové strechy, resp. $G_k < 0.5$ kg/m²,rok pre ostatné konštrukcie.

Vyhodnotenie 1. požiadavky musí urobiť projektant, napr. na základe grafických výstupov programu.

Vyhodnotenie 2. požiadavky je sťažené tým, že neexistuje žiadna všeobecne uznávaná a normovaná metodika výpočtu celoročnej bilancie v podmienkach 2D vedenia tepla a vodnej pary.

Orientačne je možné použiť výsledky dosiahnuté metodikou programu AREA.

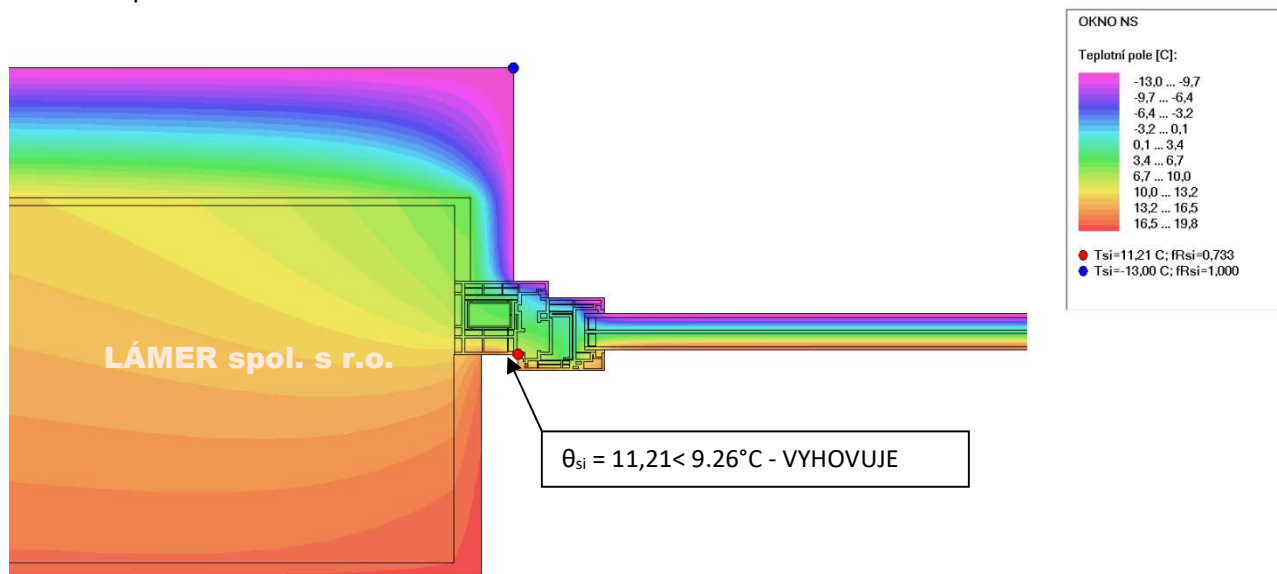
Výsledky výpočtu: V detailu nedochádza v modelovom roku ku kondenzácii.

... POŽIADAVKA JE SPLNENÁ.

Posledná požiadavka sa týka posúdenia konštrukcií pri 1D vedení tepla.

Detail – obvodová stena v styku s oknom

Priebeh teplôt :



Poznámka : detail plastového okna je počítaný orientačne, podľa podkladov v programe. Presnejší výpočet je možný po predložení presných technických údajov okenného rámu od výrobcu.

Poznámka : podrobnosti o výpočte sú v archíve programu u spracovateľa.

6.6 Výpočet potreby tepla – navrhovaný stav

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

Č. r.	ZÁKLADNÉ ÚDAJE O BUDOVE	
1	Názov budovy:	Spojená škola Poltár - Modernizácia poľnohospodárstva a návrat k sklárskym tradíciám, SO 01 Revitalizácia sklárstva
2	Ulica, číslo:	Železničná 5
3	Obec:	Poltár
4	Parc. č.:	2343/2
5	Katastrálne územie:	Poltár
6	Účel spracovania energetického certifikátu:	Významná obnova
	Výpočet potreby tepla na vykurovanie	
	VSTUPNÉ ÚDAJE	
7	Kategória budovy (jeden účel užívania)	4
8	Zmiešaný účel užívania - kategória 1	
9	Zmiešaný účel užívania - kategória 2	
10	Podiel celkovej podlahovej plochy - kategória 1	%
11	Podiel celkovej podlahovej plochy - kategória 2	%
12	Rok kolaudácie	
13	Rok poslednej zmeny tepelnej ochrany	
14	Typ, konštrukčný systém, stavebná sústava (bytové domy)	
15	Šírka budovy	13,78 m
16	Dĺžka budovy	43,895 m

17		Výška budovy		12,180	m
18		Počet podlaží		2	
19		Obostavaný objem		4047,31	m ³
20		Celková podlahová plocha		1192,72	m ²
21		Celková teplo výmenná plocha		1966,592	m ²
22		Priemerná konštrukčná výška		3,39	m
23		Faktor tvaru		0,49	1/m
24	Výpočet	Výpočtová metóda		mesačná	
25		Počet dennostupňov		2762	K.deň
	Tepelné straty	Popis / názov obvodovej konštrukcie	Súčiniteľ prechodu tepla konštrukcie $U_i(W/(m^2.K))$	Teplovýmenná plocha $A_i (m^2)$	Teplotný redukčný faktor $b (-)$
		Obvodový plášť / strop nad vonkajším prostredím :			
26		1 Obv.stena murovaná	0,174	635,810	1
27		2			
28		3			
29		4			
30		5			
		Strecha / strop pod nevykurovaným priestorom :			
31		1 Strop nad 2.np	0,097	596,360	0,8
32		2			
33		3			
34		4			
35		5			
		Podlaha :			
36		1 Podlaha na teréne	0,365	596,360	1
37		2			
38		3			
39		4			
40		5			
		Otvorové konštrukcie :			
41		1 Okná plast 1,76x1,45; 1.np	1,286	45,936	1
42		2 Dvere nové trojsklo 1x2,05; 1.np	1,500	2,05	1
43		3 Dvere 1,16x2,08; nové trojsklo ; 1.np	1,500	2,413	1
44		4 Dvere 1x2,05 plast. ; 1.np	1,500	2,050	1
45		5 Dvere 1,955x2,960 plast. ; 1.np	1,500	5,787	1
		6 Dvere nové trojsklo 1,87x2,35; 1.np	1,500	4,395	1
		7 Okná 0,6x0,6, nové trojklo ; 1.np	0,938	0,720	1
		8 Okná 0,78x0,74; nové trojsklo ; 1.np	0,884	0,577	1
		9 Dvere nové trojsklo 1,04x2,0; 1.np	1,500	2,080	1
		10 Okná plast. 0,45x1,14; 1.np	1,378	2,052	1
		11 Okná 1,78x1,5 nové trojsklo ; 2.np	0,800	64,080	1
		12 Okná 0,8x2,69 nové trojsklo ; 2.np	0,824	2,152	1

	13	Okná 1x2,69 nové trojsklo ; 2.np		0,800	2,690	1
	14	Okná 0,6x0,6, nové trojsklo ; 2.np		0,938	1,080	1
46	Priemerný súčiniteľ prechodu tepla U _m				0,280	W/(m ² .K)
47	Tepelná vodivosť (priepustnosť) podlahy a stien vo vykur. suteréne L _s					W/K
48	Vplyv tepelných mostov ΔU				0,10	W/(m ² .K)
49	Zvýšenie tepelnej straty vplyvom tepelných mostov ΔH _{TM}				39,33	W/K
	Popis otvorovej konštrukcie				Celková dĺžka škár otvorových konštrukcií l (m)	Súčiniteľ prievzdušnosti otvorových výplní i .10 ⁴ (m ² /(s.Pa ^{0,67}))
50	1	Drevené okná		0	1,0	
51	2	Drevené dvere		0	1,0	
52	3	Plastové okná		381,50	1,0	
		Plastové dvere		42,30	1,0	
		Kovové okná		0,00	1,90	
53	Charakteristické číslo budovy B (ak sa použije na výpočet výmeny vzduchu)					Pa ^{0,67}
54	Priemerná intenzita výmeny vzduchu vypočítaná n				0,24	1/h
55	Nameraná vzduchotesnosť n ₅₀					1/h
56	Uvažovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu n				0,50	1/h
57	Rekuperčná jednotka				0	
58	Účinnosť rekuperačnej jednotky				0	
59	Podiel vzduchu prechádzajúceho cez jednotku				0	
60	Tep. výkon vnútorného zdroja q				6	W/m ²
61	Vnútorné tepelne zisky Qi				35190,8467	kWh/a
	Orientácia	Intenzita slnečného žiarenia I _{sj} (kWh/m ²)	Priepustnosť slnečného žiarenia g (-)	Tieniaci faktor (-)	Plocha zasklených otvorových konštrukcií A (m2)	Účinná kolektčná plocha plné časti A (m2) (chladenie)

62	1	JV/JZ	260	0,76			
63	2	SV/SZ	130	0,76			
64	3	V	200	0,66		62,37	
65	4	Z	200	0,66		67,742	
66	5	J	320	0,66		5,251	
67	6	S	100	0,66		2,67	
68	7	H	340				
69	8						
70	Solárne tepelné zisky					10222,86	kWh/a
	Sezónna metóda						
71	Merná tepelná strata prechodom H_t					560,16	W/K
72	Merná tepelná strata H_v					427,40	W/K
72	Faktor využitia tepelných ziskov					0,93	
73	Merná potreba tepla na vykurovanie - sezónna metóda					31,73	kWh/(m².a)
	Mesačná metóda						
74	Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie vykurovania					3,861	°C
75	Trvanie obdobia vykurovania					212	dni
76	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie vykurovania					18,38	°C
77	Prerušované vykurovanie (áno/nie)					Áno	
78	Počet hodín s normálnou prevádzkou v pracovnom dni					12	h
79	Počet hodín s normálnou prevádzkou počas dní víkendu					12	h
80	Spôsob uvažovania prerušovaného vykurovania (upravená vnútorná teplota/redukčný faktor)						
81	Redukčný faktor pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)					0,43	
82	Upravená vnútorná teplota pre prerušované vykurovanie (ak sa uvažuje)						°C
83	Typ konštrukcie					Stredne ťažka	
84	C - vnútorná tepelná kapacita J/(K.m ²)					165000	J/(K.m ²)
85	Priemerný faktor využitia tepelných ziskov - vykurovanie -mesačná metóda					0,90	
86	Merná potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda					19,61	kWh/(m².a)
	Chladenie						
87	Priemerná vonkajšia teplota pre obdobie chladenia						°C
88	Požadovaná vnútorná teplota pre obdobie chladenia						°C
89	Trvanie obdobia chladenia						dni
90	Účinná solárna kolekčná plocha plných častí v m ²						m ²
91	Priemerný faktor využitia tepelných strát - chladenie - mesačná metóda						
92	Potreba chladu na chladenie - mesačná metóda						kWh/(m².a)
	VÝSLEDKY						
93	Merná tepelná strata bez tepelných ziskov (ak sa vyžaduje)						W/K
94	Merná potreba tepla na vykurovanie - sezónna metóda					31,73	kWh/(m².a)
95	Merná potreba tepla na vykurovanie - mesačná metóda					19,61	kWh/(m².a)
96	Merná potreba chladu na chladenie - mesačná metóda						kWh/(m².a)

Aktuálny stav:

Po celkovej obnove : po zateplení stropu pod strechou, výmene výplní otvorov a zateplení obvodových stien:
 Predpoklad splnenia energetického kritéria :

$$Q_{Hnd} \leq Q_{Hnd,r2}, \text{ t.j. } 31,73 \leq 31,79 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) - \text{vyhovuje v kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$$

$$Q_{Hnd} \leq Q_{Hnd,r2}, \text{ t.j. } 9,35 \leq 11,36 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a}) - \text{vyhovuje v kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a}) - \text{vyhovuje v kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$$

Predpoklad splnenia kritéria energetickej hospodárnosti budov:

$$Q_{EP} \leq Q_{EP,N}, \text{ t.j. } 19,61 \leq 53,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) - \text{vyhovuje normalizovanej hodnote}$$

$$Q_{EP} \leq Q_{EP,r3}, \text{ t.j. } 19,61 \leq 27,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) - \text{vyhovuje maximálnej odporúčanej hodnote od 1.1.2021}$$

Budova vyhovuje podľa požiadaviek normy STN 73 0540-2 + Z1 + Z2

Porovnanie priemerného súčiniteľa prechodu tepla s odporúčanou požiadavkou normy:

$$U_m \leq U_{e,m}, 0,28 \leq 0,33; \text{ vyhovuje pre cieľovú hodnotu od 1.1.2021}$$

6.7 Výpočet potreby energie na vykurovanie

V budove je ústredné teplovodné vykurovanie radiátormi z plynovej kotolne umiestnenej v budove. V kotolni sú staré plynové atmosferické kotly Protherm. Rozvody vykurovania sú z oceleového potrubia. Stúpačky sú bez izolácie, pretože sú vedené vykurovaným priestorom. Pôvodné vykurovacie telesá sú panelové s ručnými regulačnými ventilmi na prívoде.

Výpočet potreby energie na vykurovanie - východiskový stav				
VSTUPNÉ ÚDAJE				
7	Budova	Kategória budovy	4 - škola	
8		Celková podlahová plocha	1 152,74	m ²
9		Vykurovací systém	ústredné teplovodné radiátormi	
10		Distribučný systém	áno	
11		Druh tepelnej ochrany rozvodov	-	
12		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	-	mm
13		Teplotný spád	80/60	°C
14		Druh a typ rekuperácie	nie	
15		Teplotná regulácia na vykurovacích telesách (áno/nie)	nie	
16		Teplotná regulácia v budove (áno/nie)	centrálna regulácia	
17	Zdroj tepla	Typ zdroja	staré kotly	
18		Energetický nosič	zemný plyn	
19		Umiestnenie zdroja	v budove	
20		Účinnosť výroby tepla	86	%
21	Potreba tepla a energie	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	89,47	kWh/(m ² ·a)
22		Druh výpočtovej metódy na potrebu tepelnej energie	zjednodušený	
23		Podrobná metóda: Dĺžka potrubia v zóne 1	-	m
24		Dĺžka potrubia v zóne 2	-	m
25		Dĺžka potrubia v zóne 3	-	m
26		Súčiniteľ tepelnej vodivosti tepelnej izolácie	-	W/(m·K)
27		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	-	mm
28		Teplota okolitého prostredia	20	°C
29		Stredná teplota vykurovacej látky	68,0	°C
30		Počet prevádzkových hodín za rok	594	h
31		Zjednodušená metóda: Dĺžka zóny	44	m
32		Šírka zóny	13,4	m
33		Výška zóny	6,4	m
34		Počet podlaží v zóne	2	
35		Merná tepelná strata	8	W/m

36	Teplota okolitého prostredia	20	°C
37	Stredná teplota vykurovacej latky	68,0	°C
38	Počet prevádzkových hodín	2438	h
39	Potreba tepelnej energie pri jej odovzdávaní do priestoru	12,53	kWh/(m2.a)
40	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie	5,92	kWh/(m2.a)
41	Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov)	107,91	kWh/(m2.a)
42	Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätne získané teplo)	0,00	kWh/(m2.a)
43	Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov	107,91	kWh/(m2.a)
44	Príkon čerpadiel	0,22	W
45	Čas prevádzky počas roka	2438	h
46	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla)	0,47	kWh/(m2.a)
47	Potreba vlastnej elektrickej energie (rekuperácia tepla)	0,00	kWh/(m2.a)
48	Výpočtový prietok vzduchu	0,00	m3/s
49	Účinnosť	0	%
50	Získaná tepelná energia zo zariadenia	0,0	kWh/(m2.a)
51	Spôsob uloženia potrubia	žiadny	
52	Dĺžka potrubia	0	m
53	Technické údaje o tepelnej izolácii	-	
54	Čas prevádzkovania siete	0	h
55	Tepelné straty pri odovzdávaní mimo hranice budovy	0	kWh/(m2.a)
56	Tepelné straty akumuláciou tepla	0,0	kWh/(m2.a)
57	Strata pri výrobe (účinnosť zdroja)	15,11	kWh/(m2.a)
58	Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja	0,0	kWh/(m2.a)
59	Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	89,47	kWh/(m2.a)
60	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	123,02	kWh/(m2.a)
61	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	123,02	kWh/(m2.a)
62	Vlastná elektrická energia	0,47	kWh/(m2.a)
63	Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove vo východiskovom stave	82,1	%

V projekte sa navrhuje nový vykurovací systém vrátane zdroja tepla, ktorým bude plynový kondenzačný kotol. Na nových radiátoroch budú regulačné ventily s termostatickými hlaviciami. Zmenila sa potreba tepla z časti TOB ako vstupný údaj pre výpočet potreby energia v navrhnutom stave.

Výpočet potreby energie na vykurovanie – navrhovaný stav			
VSTUPNÉ ÚDAJE			
7	Budova	Kategória budovy	4 - škola
8		Celková podlahová plocha	1 192,72 m ²
9		Vykurovací systém	ústredné teplovodné radiátormi
10		Distribučný systém	áno
11		Druh tepelnej ochrany rozvodov	trubice z PE
12		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	5 až 9 mm
13		Teplotný spád	55/45 °C
14		Druh a typ rekuperácie	bez RJ
15		Teplotná regulácia na vykurovacích telesách (áno/nie)	termo hlavice
16		Teplotná regulácia v budove (áno/nie)	centrálna regulácia

17	Zdroj tepla	Typ zdroja	kondenzačný kotol	
18		Energetický nosič	zemný plyn	
19		Umiestnenie zdroja	v budove	
20		Účinnosť výroby tepla	98	%
21	Potreba tepla a energie	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	19,61	kWh/(m².a)
22		Druh výpočtovej metódy na potrebu tepelnej energie	zjednodušený	
23		Podrobná metóda: Dĺžka potrubia v zóne 1	-	m
24		Dĺžka potrubia v zóne 2	-	m
25		Dĺžka potrubia v zóne 3	-	m
26		Súčiniteľ tepelnej vodivosti tepelnej izolácie	-	W/(m.K)
27		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	-	mm
28		Teplota okolitého prostredia	20	°C
29		Stredná teplota vykurovacej látky	55,0	°C
30		Počet prevádzkových hodín za rok	594	h
31		Zjednodušená metóda: Dĺžka zóny	44	m
32		Šírka zóny	13	m
33		Výška zóny	6	m
34		Počet podlaží v zóne	2	
35		Merná tepelná strata	8	W/m
36		Teplota okolitého prostredia	20	°C
37		Stredná teplota vykurovacej latky	55,0	°C
38		Počet prevádzkových hodín	954	h
39		Potreba tepelnej energie pri jej odovzdávaní do priestoru	1,57	kWh/(m².a)
40		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie	0,49	kWh/(m².a)
41		Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov)	21,67	kWh/(m².a)
42		Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätne získané teplo)	0,97	kWh/(m².a)
43		Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov	20,70	kWh/(m².a)
44		Príkon čerpadiel	0,20	W
45		Čas prevádzky počas roka	954	h
46		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla)	0,16	kWh/(m².a)
47		Potreba vlastnej elektrickej energie (rekuperácia tepla)	0,00	kWh/(m².a)
48		Výpočtový prietok vzduchu	0,00	m³/s
49		Účinnosť	0	%
50		Získaná tepelná energia zo zariadenia	0,0	kWh/(m².a)
51		Spôsob uloženia potrubia	žiadny	
52		Dĺžka potrubia	0	m
53		Technické údaje o tepelnej izolácii	-	
54		Čas prevádzkovania siete	0	h
55		Tepelné straty pri odovzdávaní mimo hranice budovy	0	kWh/(m².a)
56		Tepelné straty akumuláciou tepla	0,0	kWh/(m².a)
57		Strata pri výrobe (účinnosť zdroja)	0,41	kWh/(m².a)
58		Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja	0,0	kWh/(m².a)
		VÝSLEDKY		
59		Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	19,61	kWh/(m².a)
60		Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	21,11	kWh/(m².a)
61		Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	21,11	kWh/(m².a)
62		Vlastná elektrická energia	0,16	kWh/(m².a)
63		Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove v navrhnutom stave	53,9	%

6.8 Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody

V budove je lokálna príprava teplej vody prietokovým ohrevom elektrickými prietokovými ohrievačmi pred výtokom V budove nie je rozvod teplej vody.

Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody (TV) - východiskový stav			
VSTUPNÉ ÚDAJE			
7	Budova	Kategória budovy	4 - škola
8		Spôsob hodnotenia	normalizované
9		Systém prípravy TV	lokálny ohrev
10		Celková podlahová plocha	1152,74 m ²
11		Distribučný systém	bez rozvodov
12		Druh tepelnej ochrany rozvodov	-
13		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	- mm
14		Meranie a regulácia	termostatom
15	Zdroj tepla	Typ zdroja	prietokové ohrievače
16		Energetický nosič	elektrická energia
17		Umiestnenie zdroja	v budove
18		Účinnosť výroby tepla	99 %
19	Potreba tepelnej energie a energie	Potrebný objem TV	0,607 m ³ /deň
20		Potrebný denný objem TV na m ² celkovej podlahovej plochy	0,192 m ³ /m ²
21		Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	10,00 kWh/(m ² .a)
22		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	- W/(m.K)
23		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	- mm
24		Dĺžka potrubí	0 m
25		Merná tepelná strata	0 W/K
26		Teplota vody v potrubí	55 °C
27		Teplota okolitého prostredia	20 °C
28		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia)	0,00 kWh/(m ² .a)
29		Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník)	0,00 kWh/(m ² .a)
30		Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV	0,00 kWh/(m ² .a)
31		Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	10,00 kWh/(m ² .a)
32		Dĺžka vykurovacieho obdobia	212 dni
33		Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	0,00 kWh/(m ² .a)
34		Typ čerpadla	-
35		Príkon čerpadla (spolu)	0,000 kW
36		Počet prevádzkových hodín v roku	0 h
37		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla v budove)	0,00 kWh/(m ² .a)
38		Obnoviteľný zdroj	-
39		Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	0 kWh/a
40		Plocha slnečných kolektorov	0,00 m ²
41		Účinnosť slnečných kolektorov	0,00 %
42		Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	0,00 kWh/(m ² .a)
43		Potreba tepelnej energie na prípravu TV po zohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	10,00 kWh/(m ² .a)
44		Popis a spôsob uloženia potrubia	
45		Dĺžka potrubia	0 m
46		Hrúbka tepelnej izolácie	0 mm
47		Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	0 kWh/(m ² .a)

48		Strata pri výrobe (účinnosť výroby)	0,10	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	10,10	kWh/(m ² .a)
51		Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	10,10	kWh/(m ² .a)
52		Vlastná elektrická energia (čerpadla)	0,00	kWh/(m ² .a)
53		Podiel potreby energie na prípravu teplej vody z celkovej potreby energie v budove vo východiskovom stave	6,7	%

Centrálna príprava teplej vody bude v plynovej kotolni ohrevom plynovými kondenzačnými kotlami v externom zásobníku.

Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody (TV) – navrhovaný stav				
VSTUPNÉ ÚDAJE				
7	Budova	Kategória budovy	4 - škola	
8		Spôsob hodnotenia	normalizované	
9		Systém prípravy TV	centrálny ohrev	
10		Celková podlahová plocha	1192,72	m ²
11		Distribučný systém	s cirkuláciou	
12		Druh tepelnej ochrany rozvodov	-	
13		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	-	mm
14		Meranie a regulácia	termostatom	
15	Zdroj tepla	Typ zdroja	zásobník a kondenzačné kotle	
16		Energetický nosič	zemný plyn	
17		Umiestnenie zdroja	v budove	
18		Účinnosť výroby tepla	98	%
19	Potreba tepelnej energie a energie	Potrebný objem TV	0,364	m ³ /deň
20		Potrebný denný objem TV na m ² celkovej podlahovej plochy	0,115	m ³ /m ²
21		Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	10,00	kWh/(m ² .a)
22		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	-	W/(m.K)
23		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	-	mm
24		Dĺžka potrubí	36	m
25		Merná tepelná strata	8	W/K
26		Teplota vody v potrubí	55	°C
27		Teplota okolitého prostredia	20	°C
28		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia)	1,44	kWh/(m ² .a)
29		Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník)	0,31	kWh/(m ² .a)
30		Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV	1,75	kWh/(m ² .a)
31		Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	11,75	kWh/(m ² .a)
32		Dĺžka vykurovacieho obdobia	212	dni
33		Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	0,97	kWh/(m ² .a)
34		Typ čerpadla	cirkulačné	
35		Príkon čerpadla (spolu)	0,005	kW
36		Počet prevádzkových hodín v roku	2040	h
37		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla v budove)	0,01	kWh/(m ² .a)
38		Obnoviteľný zdroj	-	
39		Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	0	kWh/a

40	Plocha slnečných kolektorov	0,00	m ²
41	Účinnosť slnečných kolektorov	0,00	%
42	Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	0,00	kWh/(m ² .a)
43	Potreba tepelnej energie na prípravu TV po zohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	11,75	kWh/(m ² .a)
44	Popis a spôsob uloženia potrubia		
45	Dĺžka potrubia	0	m
46	Hrúbka tepelnej izolácie	0	mm
47	Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	0	kWh/(m ² .a)
48	Strata pri výrobe (účinnosť výroby)	0,23	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	11,98	kWh/(m ² .a)
51	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	11,98	kWh/(m ² .a)
52	Vlastná elektrická energia (čerpadla)	0,01	kWh/(m ² .a)
53	Podiel potreby energie na prípravu teplej vody z celkovej potreby energie v budove v navrhnutom stave	30,4	%

6.9 Výpočet potreby energie na osvetlenie

Prevažná časť osvetľovacej sústavy v budove je v pôvodnom stave. Vo svietidlách sú inštalované lineárne žiarivky radu T8, T12 s konvenčným predradníkom a klasické žiarovky. V minimálnej miere sú použité svetelné zdroje LED. Riadenie osvetlenia je manuálne (typ R1). V miestnostiach nie sú použité núdzové svietidlá. Svietidlá sú technicky a morálne zastaralé. Osvetlenie priestorov nezodpovedá norme STN EN 12464-1, čo znamená, že vypočítaná celková ročná potreba energie na osvetlenie miestností v budove bola navýšená o 200 %.

Výpočet potreby energie na osvetlenie – východiskový stav				
VSTUPNÉ ÚDAJE				
7	Budova	Kategória budovy	Budovy škôl a školských zariadení	-
8		Celkový počet miestností v budove	56	-
9		Počet miestností určených na overenie dodržania projektovej hodnoty osvetlenia	6	-
10		Počet overených miestností s vyhovujúcim osvetlením	2	-
11		Celková podlahová plocha	1152,740	m ²
12		Lokalita - zemepisná šírka	48,431	°
13		Lokalita - zemepisná dĺžka	19,795	°
14		Prevádzkový čas od:	8:00	h
15		Prevádzkový čas do:	14:30	h
16		Korekčný činiteľ pre víkendy (C _{we})	5/7	-
17	Svietidlá	Celkový počet inštalovaných svietidiel	83	ks
18		Celkový inštalovaný príkon svietidiel	5,569	kW
19		Celkový inštalovaný príkon na nabíjanie batérií núdzových svietidiel (P _{em})	0,000	kW
20		Celkový inštalovaný príkon na pohotovostný režim automatických radiacích prvkov vo svietidlách (P _{pc})	0,000	kW
21	nn é sve	Celková plocha stavebných otvorov vo vertikálnej fasáde	120,743	m ²

22	Riadenie osvetlenia	Celková plocha stavebných otvorov pre svetlíky	0,000	m²
23		Celková plocha s denným svetlom	634,909	m²
24		Prevažujúci spôsob riadenia osvetlenia v budove – kód	R1	-
25		Priemerný činiteľ využitia denného svetla v budove (F _D)	0,874	-
26		Priemerný činiteľ obsadenosti budovy (F _O)	0,823	-
27		Priemerný činiteľ konštantnej osvetlenosti v budove (F _C)	1,000	-
VÝSLEDKY				
28		Ročná potreba energie na plnenie svetelnotechnickej funkcie (W _L)	22 326,59	kWh/a
29		Ročná pohotovostná potreba energie (W _P)	0,00	kWh/a
30		Ročná potreba energie na osvetlenie (LEN _I)	19,37	kWh/(m².a)
31		Merná ročná potreba energie na osvetlenie (W _E)	0,07	kWh/(m².lx.a)
32		Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie budovy vo východiskovom stave	12,7	%

Osvetlenie jednotlivých častí objektu je riešené v závislosti na účele danej miestnosti. Pre jednotlivé priestory bola v zmysle príslušnej normy stanovená požadovaná intenzita osvetlenia. Pre túto intenzitu bol vypočítaný pre zvolený typ svietidiel ich počet a rozmiestnenie. Hodnoty intenzity osvetlenia spoločných priestorov sú uvedené na príslušných výkresoch resp. v časti technickej správy. Stanovenie intenzity a rovnomernosti osvetlenia, ako aj ostatných svetelnotechnických ukazovateľov bude v zmysle STN EN 12464-1: 2023 Svetlo a osvetlenie. Výpočet bol realizovaný na základe projektovej dokumentácie, ktorá navrhuje použitie svietidiel s LED modulmi so systémovým príkonom od 25 W do 41 W na svietidlo. Riadenie osvetlenia je manuálne (typ R1) pomocou vypínačov. V priestoroch je projektované núdzové osvetlenie.

Výpočet potreby energie na osvetlenie – navrhovaný stav				
VSTUPNÉ ÚDAJE				
7	Budova	Kategória budovy	Budovy škôl a školských zariadení	-
8		Celkový počet miestností v budove	50	-
9		Počet miestností určených na overenie dodržania projektovej hodnoty osvetlenosti	5	-
10		Počet overených miestností s vyhovujúcim osvetlením	-	-
11		Celková podlahová plocha	1192,720	m ²
12		Lokalita - zemepisná šírka	48,431	°
13		Lokalita - zemepisná dĺžka	19,795	°
14		Prevádzkový čas od:	8:00	h
15		Prevádzkový čas do:	14:30	h
16		Korekčný činiteľ pre víkendy (C _{we})	5/7	-
17	Svietidlá	Celkový počet inštalovaných svietidiel	204	ks
18		Celkový inštalovaný príkon svietidiel	5,609	kW
19		Celkový inštalovaný príkon na nabíjanie batérií núdzových svietidiel (P _{em})	0,168	kW
20		Celkový inštalovaný príkon na pohotovostný režim automatických riadiacich prvkov vo svietidlách (P _{pc})	0,000	kW
21	Denné svetlo	Celková plocha stavebných otvorov vo vertikálnej fasáde	120,743	m ²
22		Celková plocha stavebných otvorov pre svetlíky	0,000	m ²

23		Celková plocha s denným svetlom	634,909	m ²
24	Riadenie osvetlenia	Prevažujúci spôsob riadenia osvetlenia v budove – kód	R1	-
25		Priemerný činiteľ využitia denného svetla v budove (F _D)	0,874	-
26		Priemerný činiteľ obsadenosti budovy (F _O)	0,823	-
27		Priemerný činiteľ konštantnej osvetlenosti v budove (F _C)	1,000	-
	VÝSLEDKY			
28		Ročná potreba energie na plnenie svetelnotechnickej funkcie (W _L)	7 239,00	kWh/a
29		Ročná pohotovostná potreba energie (W _P)	169,60	kWh/a
30		Ročná potreba energie na osvetlenie (LEN _I)	6,21	kWh/(m ² .a)
31		Merná ročná potreba energie na osvetlenie (W _E)	0,02	kWh/(m ² .lx.a)
32		Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie budovy v navrhnutom stave	15,7	%

6.10 Výpočet celkovej potreby energie v budove

Východiskový stav

Miesto spotreby energie	Vykurovanie			Teplá voda			Chladienie a vetranie		Osvetlenie	Spolu
Zdroj / energetický nosič	zemný plyn	2	3	elektrina	2	3	1	2	elektrina	
Potreba tepla/energie v kWh/(m ² .a)	89,47			10,00						
Straty systému v budove:										
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	12,53									
Straty pri rozvode tepla	5,92									
Straty pri akumulácii tepla	0,00			0,00						
Straty pri distribúcii TV				0,00						
Spätne získané teplo v kWh/(m ² .a)	0,00									
Vlastná energia v budove:										
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku	0,47			0,00						
Potreba energie v budove bez strát pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	108,38			10,00						
Straty mimo hranice budovy:	0,00									
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	15,11			0,10						
Straty pri distribúcii										
Potreba energie so stratami pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	123,48			10,10					19,37	152,95
Energia z obnoviteľných zdrojov (solárna a iná)	0,00			0,00					0,00	0,00
Dodaná energia bez energie z obnoviteľných zdrojov v kWh/(m ² .a):	123,48			10,10					19,37	152,95

Navrhovaný stav

Miesto spotreby energie	Vykurovanie			Teplá voda			Chladenie a vetranie		Osvetlenie	Spolu
Zdroj / energetický nosič	ZP	2	3	ZP	2	3	1	2	elektrina	
Potreba tepla/energie v kWh/(m².a)	19,61			10,00						
Straty systému v budove:										
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	1,57									
Straty pri rozvode tepla	0,49									
Straty pri akumulácii tepla	0,00			0,00						
Straty pri distribúcii TV				0,00						
Spätne získané teplo v kWh/(m².a)	0,00									
Vlastná energia v budove:										
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku	0,16			0,00						
Potreba energie v budove bez strát pri výrobe tepla v kWh/(m².a)	21,83			10,00						
Straty mimo hranice budovy:	0,00									
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	0,43			0,10						
Straty pri distribúcii										
Potreba energie so stratami pri výrobe tepla v kWh/(m².a)	22,26			10,10					6,21	39,47
Energia z obnoviteľných zdrojov (solárna a iná)	0,00			0,00					0,00	0,00
Dodaná energia bez energie z obnoviteľných zdrojov v kWh/(m².a):	22,26			10,10					6,21	39,47

6.11 Výpočet dodanej a primárnej energie

Východiskový stav

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby		Potreba energie	Zemný plyn	Uhlie	Kusové drevo	Diaľkové vykurovanie z centrálnej výhrevne	Iný energo nosič	Elektrická energia	Teplo z okolitého vzduchu	Solárna energia fotovoltaická	Vážená energia a CO ₂
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	123,48	123,02					0,47			
2		Príprava teplej vody	10,10						10,10			
3		Chladenie a vetranie										
4		Osvetlenie	19,37						19,37			
5		Celková potreba energie v budove	152,95	123,02					29,94			
6	OZE kWh/(m².a)		0,00									

7	Dodaná energia kWh/(m².a)		152,95	123,02					29,94			
8	Primárna energia, CO ₂	Typ energetického nosiča		ZP					EE			
9		Váhové faktory pre primárnu energiu		1,1					2,2			
10		Primárna energia kWh/(m².a)		135,32					65,86			201,18
11		Váhové faktory pre emisie CO ₂		0,22					0,167			
12		Emisie CO₂ kg/(m².a)		27,06					5,00			32,06

Navrhovaný stav

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby		Potreba energie	Zemný plyn	Uhlie	Kusové drevo	Dialkové vykurovanie z centrálnej výhrevne	Iný energo nosič	Elektrická energia	Teplo z okolitého vzduchu	Solárna energia fotovoltická	Vážená energia a CO ₂
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	21,27	21,11					0,16			
2		Príprava teplej vody	11,99	11,98					0,01			
3		Chladenie a vetranie										
4		Osvetlenie	6,21						6,21			
5		Celková potreba energie v budove	39,47	33,09					6,38			
6	OZE v kWh/(m².a)		0,00									
7	Dodaná energia kWh/(m².a)		39,47	33,09					6,38			
8	Primárna energia, CO ₂	Typ energetického nosiča		ZP					EE			
9		Váhové faktory pre primárnu energiu		1,1					2,2			
10		Primárna energia kWh/(m².a)		36,40					14,03			50,44
11		Váhové faktory pre emisie CO ₂		0,22					0,167			
12		Emisie CO₂ kg/(m².a)		7,28					1,07			8,35

6.12 Potenciál úspor energie po vykonaní navrhovaných úprav

Veličina	Potreba tepla / energie - aktuálny stav v kWh/(m ² .a)	Potreba tepla / energie - po realizácii navrhovaných úprav v kWh/(m ² .a)	Úspora tepla / energie v kWh/(m ² .a)	Potenciál úspor v %
Potreba tepla na vykurovanie	89,47	19,61	69,86	78,08
Potreba energie:				
na vykurovanie	123,48	21,27	102,21	82,77
na prípravu teplej vody	10,10	11,99	-1,89	-18,71
na chladenie/vetrание	nehodnotí sa	nehodnotí sa		
na osvetlenie	19,37	6,21	13,16	67,94
Celková potreba energie kWh/(m².a):	152,95	39,47	113,48	74,19
Primárna energia kWh/(m².a):	201,18	50,44	150,74	74,93
Odpočítateľná obnoviteľná energia:	0,00	0,00	0,00	0,00

6.13 Zaradenie budovy do energetickej triedy

Potreba energie – východiskový stav

Potreba energie na vykurovanie: $Q_{EN\text{ vyk}} = 123 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$Q_{EN\text{ vyk}}$, trieda E = 113 - 140 kWh/(m².a) - trieda E

$123 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a}) < 140 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$123 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a}) > 113 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$ - energetická trieda E na vykurovanie

Potreba energie na prípravu teplej vody : $Q_{EN\text{ príp TV}} = 10 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$Q_{EN\text{ príp TV}}$, trieda B = 7 až 12 kWh/(m².a) - trieda B

$10 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a}) > 7 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$, $10 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a}) < 12 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$ – energetická trieda B na prípravu teplej vody

Potreba energie na osvetlenie: $Q_{EN\text{ osvetlenie}} = 19,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$Q_{EN\text{ osvetlenie}}$, trieda C = 19 - 27 kWh/(m².a) – trieda C

$19,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a}) > 19 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$, $19,4 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a}) < 27 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$ – energetická trieda C na osvetlenie

Nútené vetranie a chladenie – nehodnotí sa

Celková potreba energie na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie: $Q_{EN\text{ celková}} = 153 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$Q_{EN\text{ celková}}$, trieda D = 130 až 172 kWh/(m².a) – trieda D

$153 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a}) > 130 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$153 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a}) < 172 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$ – energetická trieda D za celkovú potrebu energie

PRIMÁRNA ENERGIA – pre východiskový stav

$Q_{\text{primárna energia}} = 201 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$Q_{\text{primárna energia}}$, trieda C = 137 až 204 kWh/(m².a) – trieda C pre školy

$201 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 137 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$201 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 204 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – **energetická trieda C pre primárnu energiu**

Potreba energie - navrhovaný stav

Potreba energie na vykurovanie: $Q_{\text{EN vykurovanie}} = 22 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{EN vykurovanie, trieda A}} \leq 28 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ - trieda A

$22 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 28 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ - energetická trieda A na vykurovanie

Potreba energie na prípravu teplej vody : $Q_{\text{EN prípr TV}} = 10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{EN prípr TV, trieda B}} = 7 \text{ až } 12 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ - trieda B

$10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 7 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$10 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 12 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda B na prípravu teplej vody

Potreba energie na osvetlenie: $Q_{\text{EN osvetlenie}} = 6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{EN osvetlenie, trieda A}} \leq 9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda A; $6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda A na osvetlenie

Celková potreba energie na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie: $Q_{\text{EN celková}} = 39 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{EN celková, trieda A}} \leq 43 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda A

$39 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 43 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda A za celkovú potrebu energie

PRIMÁRNA ENERGIA – navrhovaný

$Q_{\text{primárna energia}} = 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{primárna energia, trieda A1}} = 35 - 68 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda A1 pre školy

$50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 35 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 68 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – **energetická trieda A1 pre primárnu energiu**

Minimálnou požiadavkou na energetickú hospodárnosť nových a obnovovaných budov postavených a projektovaných po 1. januári 2021 je horná hranica energetickej triedy A0 pre globálny ukazovateľ.

7 Záver projektového energetického hodnotenia

Potreba tepla na vykurovanie bola určená podľa STN 73 0540 na základe tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií a budovy.

Po celkovej obnove : po zateplení stropu pod strechou, výmene výplní otvorov a zateplení obvodových stien:

Predpoklad splnenia energetického kritéria :

$Q_{\text{Hnd}} \leq Q_{\text{Hnd,r2}}$, t.j. $31,73 \leq 31,79 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ - vyhovuje v $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{Hnd}} \leq Q_{\text{Hnd,r2}}$, t.j. $9,35 \leq 11,36 \text{ kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$ – vyhovuje v $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$ – vyhovuje v $\text{kWh}/(\text{m}^3 \cdot \text{a})$

Predpoklad splnenia kritéria energetickej hospodárnosti budov:

$Q_{\text{EP}} \leq Q_{\text{EP,N}}$, t.j. $19,61 \leq 53,2 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – vyhovuje normalizovanej hodnote

$Q_{\text{EP}} \leq Q_{\text{EP,r3}}$, t.j. $19,61 \leq 27,6 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – vyhovuje maximálnej odporúčanej hodnote od 1.1.2021

Budova vyhovuje podľa požiadaviek normy STN 73 0540-2 + Z1 + Z2

Primárna energia – globálny ukazovateľ po obnove budovy: $Q_{\text{primárna energia}} = 50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{primárna energia, trieda A1}} = 35 - 68 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda A1 pre školy

$50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 68 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – **energetická trieda A1 pre primárnu energiu**

Po realizácii projektu je globálny ukazovateľ, ktorým je primárna energia v budove **v energetickej triede A1.**

8 Výsledky výpočtov – zníženie spotreby primárnej energie a emisií CO₂

Výsledky výpočtov zníženie spotreby primárnej energie a emisií CO₂ :

Ročné zníženie primárnej energie po realizácii projektu prestavby budovy :

Pôvodný stav : $201,18 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{r}) \times 1\,152,74 \text{ m}^2 = 231\,906,77 \text{ kWh}$

Navrhovaný stav : $24,58 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{r}) \times 1\,192,72 \text{ m}^2 = 220\,199,93 \text{ kWh}$

Zníženie spotreby primárnej energie: $231\,906,77 \text{ kWh} - 220\,199,93 \text{ kWh} = 11\,706,84 \text{ kWh}$
 $11\,706,84 / 231\,906,77 = 5,05\%$

Ročné zníženie emisií skleníkových plynov CO₂ po realizácii projektu prestavby budovy :

Pôvodný stav : $32,06 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{r}) \times 1\,152,74 \text{ m}^2 = 36\,960,78 \text{ kg} = 36,961 \text{ ton}$

Navrhovaný stav : $8,35 \text{ kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{r}) \times 1\,192,72 \text{ m}^2 = 9\,954,11 \text{ kg} = 9,954 \text{ ton}$

Zníženie emisií skleníkových plynov CO₂ : $36,961 \text{ ton} - 9,954 \text{ ton} = 27,007 \text{ ton}$
 $27,007 / 36,961 = 73,07\%$

Pri posúdení projektu boli splnené požiadavky na ultranízkoenergetickú budovu **v energetickej triede A1**.
Predmetný projekt obnovy budovy plní aktuálne požiadavky legislatívy zákona č. 555/2005 Zb. o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov a vykonávacích vyhlášok k tomuto zákonu.

V Rimavskej Sobote 19.6.2023

podpis