

STAVBA	:	GYMNÁZIUM B. SLANČÍKOVEJ - TIMRAVY - REKONŠTRUKCIA OBJEKTOV - ZNÍŽENIE ENERGETICKEJ NÁROČNOSTI
INVESTOR	:	Gymnázium Boženy Slančíkovej - Timravy, Haličská cesta 9, 984 03 LUČENEC

PROJEKTOVÉ ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOVY

VYPRACOVAL	:	Ing. Radoslava SLOBODNÍKOVÁ, Ing. Ivan Koreň
DÁTUM	:	07. 2023
Č. ZÁKAZKY	:	MS-08-2023

1. Úvod

Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy je spracované podľa STN 73 0540-2+Z1+Z2/ 2019, podľa zákona č. 555/2005 o energetickej hospodárnosti budov v znení neskorších predpisov a vyhlášky č. 364/2012 Zb. doplnenej vyhláškou č. 324/2016 Zb.

Projektová dokumentácia rieši rekonštrukciu objektu Gymnázia BST v Lučenci.

Konštrukčne je objekt riešený ako štvorpodlažný so suterénom čiastočne zapusteným pod úroveň upraveného terénu a 3 nadzemnými podlažiami, v pôdoryse tvorí veľké písmeno „U“.

Všetky podlažia sú navzájom prepojené dvomi dvojramennými schodiskami s medzipodestami, hlavná časť budovy má 2 trakty v členení učebne – chodba – učebne.

Okrem miestností školy sa každom z nich sa nachádza samostatná plynová kotolňa.

Zámerom stavebníka je rekonštrukciou pôvodného zariadenia stavebnými úpravami dospieť k zvýšeniu kvality poskytovaných služieb. Súčasťou rekonštrukcie bude zníženie energetickej náročnosti budovy zlepšením tepelno-izolačných vlastností obvodových konštrukcií a technickými systémami v skladbe:

- **Zateplenie obvodového plášťa**
- **Zateplenie strešného plášťa v úrovni posledného stropu**
- **Zateplenie stien pod UT (II. etapa – dokončenie)**
- **Rekonštrukcia osvetlenia - inštalácia nových úsporných osvetľovacích telies**
- **Fotovoltaika**

2. Popis budovy

2.1 Súčasný stav

Obvodové múry sú z tehly plnej pálenej tehly, vonkajšie omietky sú brizolitové. Strešnú konštrukciu tvorí drevený krov s krytinou z keramických škridiel. Strop posledného podlažia tvorí železobetónová doska so škvárovým betónom a neglazovanou dlažbou. Podlaha vykurovaného suterénu je tepelne nezaizolovaná, steny pod suterénom pod UT sú zo 70% zaizolované s TI z extrudovaného polystyrénu STYRODUR® 2800 C (1250x600x60 mm) s hr. 60 mm s ochrannou vrstvou z netkanej polypropylénovej geotextílie TATRATX PP GTX N 300. Výmena výplňových otvorových konštrukcií bola zrealizovaná v roku 2014 za plastové s izolačným dvojsklom.

Systém vykurovania, prípravy teplej vody, osvetlenie

V kotolni sa v roku 2020 sa namiesto pôvodných kotlov osadili 2 nové teplovodné plynové kondenzačné kotle typu WOLF MGK 2-300, každý s výkonom 280 kW, s veľmi tichým modulovaným spaľovaním vo výkonovom rozsahu 17 až 100 % . V miestnostiach sa osadili nové vykurovacie telesá. Telesá sú vybavené na prívoďte termostatickým ventilom TS90 s termostatickou hlaviceou a na spiatočke ventilom RL-5 s prednastavením a uzatváraním.

V jestvujúcej kotolni je inštalovaný existujúci plynový zásobníkový ohrievač teplej vody objemu 200 litrov. Od zásobníka sú vedené rozvody teplej vody a cirkulácie, potrubiami z uhlíkovej a nerezovej ocele IVAR.C-STEEL. Zateplenie potrubia izolačná PE trubica MIRELON PRO hrúbky 9 mm.

Pôvodné osvetlenie objektu je zabezpečené starými svietidlami s lineárnymi žiarivkami s klasickým predradníkom, obyčajnými žiarovkami.

2.2 Navrhované riešenie

Vzhľadom na nedostatočný tepelný odpor všetkých plôch obvodového plášťa, no najmä nízku povrchovú teplotu kútov, je nevyhnutné jeho plošné zateplenie pre dosiahnutie vhodných parametrov tepelno-technických, energetických a v konečnom dôsledku i vhodnej mikroklimy v interiéroch. Pre dosiahnutie požadovaných parametrov **obvodového plášťa** je navrhnutý certifikovaný kontaktný zateplovací systém s využitím tepelnej izolácie z kamenných minerálnych fasádnych dosiek, resp. izolácie z dosák z polystyrénového granulátu a cementu Stycon s hr. 160 mm, rozmermi 1000x600 mm. Pod úrovňou upraveného terénu, bude zateplených zvyšných 30% plochy stien suterénu s využitím tepelnej izolácie z dosák z extrudovaného polystyrénu STYRODUR® 2800 C (1250x600x60 mm) s hr. 60 mm.

Zateplenie strechy je navrhované v úrovni posledného stropu, zhotovené z dosiek z kamennej minerálnej vlny s rozmermi 1000x600 mm s celkovou hrúbkou tepelnej izolácie 300 mm.

Podlahy v jednotlivých miestnostiach vykurovaného suterénu z dôvodu technickej a technologickej náročnosti a neúmerných finančných nákladov nedoporučujeme zateplovať.

Vonkajšie výplne - okná a vstupné dvere sú už vymenené za plastové so zaskleným izolačným dvojsklom.

Systém vykurovania, prípravy teplej vody, osvetlenie:

V kotolni sa v roku 2020 sa namiesto pôvodných kotlov osadili 2 nové teplovodné plynové kondenzačné kotle typu WOLF MGK 2-300, každý s výkonom 280 kW, s veľmi tichým modulovaným spaľovaním vo výkonovom rozsahu 17 až 100 % . V miestnostiach sa ponechajú existujúce vykurovacie telesá. Telesá sú vybavené na prívode termostatickým ventilom TS90 s termostatickou hlaviceou a na späťochke ventilom RL-5 s prednastavením a uzatváraním.

V jestvujúcej kotolni je inštalovaný existujúci plynový zásobníkový ohrievač teplej vody objemu 200 litrov. Od zásobníka sú vedené ležaté rozvody teplej vody a cirkulácie, potrubiami z uhlíkovej a nerezovej ocele. Zateplenie potrubia izolačná PE trubica MIRELON PRO hrúbky 9 mm. Stupačky sú pôvodné, ako aj ich tepelná izolácia.

Navrhuje sa kompletná výmena svietidiel za nové LED.

Navrhuje sa inštalácia fotovoltického systému výkonu 30 kWp s meničom 30 kW/400 V. Systém bude tvoriť spolu 60 FV panelov rozdelených na 3 fázy. Vyrobená elektrina sa využije na napájanie osvetlenia a ďalších elektrických spotrebičov v škole. Vhodné je použiť virtuálnu batériu, aby sa využila všetka vyrobená elektrina.

3. VSTUPNÉ ÚDAJE ENERGETICKÉHO HODNOTENIA

Spotreba tepla na vykurovanie je závislá od klimatických podmienok a od tepelnotechnických vlastností použitých stavebných materiálov. Pri výpočte potrieb tepla na vykurovanie sa postupovalo v zmysle STN EN 73 0540/2012 Z1+Z2, STN 13790 a STN 13790/NA. Pre výpočet potreby tepla na vykurovanie sa vychádzalo z mesačnej výpočtovej metódy.

3.1 Klimatické podmienky miesta stavby

V zmysle STN EN 73 0540/3

- | | |
|-------------------------------|-----------------------------|
| • Miesto stavby | Lučenec |
| • Nadmorská výška | 194 m. n. m. |
| • Vonkajšia výpočtová teplota | $t_z = -13^{\circ}\text{C}$ |

V zmysle STN EN 13790/NA-ND.1-NA13-NA10

Mesačné priemery teplôt v jednotlivých mesiacoch v °C

január	február	marec	apríl	máj	jún	júl	august	september	október	november	december
-2,9	-0,8	3,6	9,7	14,6	17,6	19,3	18,7	14,5	8,8	3,4	-1,2

Priemerné mesačné sumy globálneho žiarenia na horizontálnu plochu (0°) v kWh/m²

január	február	marec	apríl	máj	jún	júl	august	september	október	november	december
27	50	89	130	163	181	177	153	115	65	30	21

V zmysle STN EN 13790/NA- ND.1

- Počet vykurovacích dní mesiace I-XII n = 233 dní
- Počet vykurovacích dní mesiace IX-V n = 229 dní

V zmysle STN EN 73 00540/3

- Teplotná oblasť 1
- Veterná oblasť 3

V zmysle STN EN 13 790/NA

Teplotná oblasť II

Priemerný počet vykurovacích dní pre oblasť II

január	február	marec	apríl	máj	jún	júl	august	september	október	november	december
31	28	31	30	8	1	0	0	5	31	30	21

3.2 Potenciál úspor tepelnej energie

Stavebné práce riešenej obnovy fasády zateplením budú zahŕňať nasledujúce opatrenia:

- Zateplenie obvodového plášťa
- Zateplenie strešného plášťa v úrovni posledného stropu
- Zateplenie stien pod UT (II. etapa – dokončenie)

- **Technické a geometrické parametre budovy pred zateplením:**

Celková zastavaná plocha [m²] A= 1 302,7 m²

Obvod zastavanej plochy [m] $P = 220,2\text{m}$

Obostavaný vykurovaný objem [m3] $V_b = 19\,567,02 \text{ m}^3$

Celková podlahová plocha [m²] $A_b = 3 \times 1286,3 + 1302,4 = 5\,161,3 \text{ m}^2$

Počet podlaží 4

Priemerná konštrukčná výška podlažia [m] $h_{k,pr} = 3,675\text{m}$

- **Technické a geometrické parametre budovy po zateplení:**

Celková zastavaná plocha [m²] A= 1 339,6 m²

Obvod zastavanej plochy [m] P = 225,70m

Obostavaný vykurovaný objem [m³] Vb=19 963,3 m³

Celková podlahová plocha [m²] Ab = 5 303,50m²

Počet podlaží 4

Priemerná konštrukčná výška podlažia [m] hk,pr =3,76m

- **Podklady**

Zákon č. 555/2005 Zb. , Zákon č. 300/2012 Zb., Vyhláška č. 364/2012 Zb., Vyhláška č. 324/2016 Zb.,

VYHLÁŠKA MŽP č.532/2002 Zb.

Projektová dokumentácia, výkresová, stavebná časť, vykurovanie, elektroinštalácia.

Energetický audit

Fotodokumentácia, obhliada a informácie o zariadeniach na stavbe.

STN 73 0540: 2012 Tepelno-technické vlastnosti stavebných konštrukcií a budov, Tepelná ochrana budov

Časť 1: Terminológia

STN 73 0540-2+Z1+Z2/ 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,

STN EN 15316-1 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému.

STN EN 15316-2-1 Vykurovacie systémy v budovách. Metóda výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 2-1: Systémy odovzdávania tepla do vykurovaného priestoru.

STN EN 15316-2-3 Vykurovacie systémy v budovách. Metódy výpočtu energetických požiadaviek systému a účinností systému. Časť 2-3: Systémy rozvodu tepla .

STN EN 15316-3-1-2-3 Vykurovacie systémy v budovách. Metódy výpočtu energetických

4. LEGISLATÍVNE POŽIADAVKY

Kritéria hodnotenia podľa STN 73 0540-2+ Z1 + Z2: 2019

- 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
- Posúdenie hodnoty najvyššej dennej teploty vzduchu v miestnosti (tepelná stabilita)

4.1. 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. $R \geq R_N$,

kde $U - (W/m^2.K)$,

$R - (m^2.K/W)$

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

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

$$n \geq n_N$$

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:

$$M_c = 0$$

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:

- skondenzovaná vodná para neohrozí požadovanú funkciu konštrukcie;
- prípustné celoročné množstvo skondenzovanej vodnej pary je: $M_c \leq 0,5 \text{ kg}/(m^2.a)$,
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

4.3. Hygienické kritérium (minimálnej teploty vnútorného povrchu), Steny, stropy a podlahy priestoroch 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:

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

4.4. Energetické kritérium (maximálnej mernej potreby tepla na vykurovanie)

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

4.4. Predpoklad splnenia energetickej hospodárnosti budov:

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

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

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

4.5. Posúdenie hodnoty najvyššej dennej teploty vzduchu v miestnosti (tepelná stabilita)

Zhrnutie výslednej maximálnej hodnoty teploty vzduchu v miestnosti v letnom období $Q_{ai,max}$ [$^{\circ}C$] v navrhovanom stave (po obnove)

Predpoklad splnenia najvyššieho denného vzostupu teploty vnútorného vzduchu v miestnosti :

$$Q_{ai, \max} = 24 \cdot (1 - e^{-Q/W}) \leq Q_{ai, \max, N}$$

4.1. Kritérium minimálnych tepelno-technických vlastností stavebnej konštrukcie

OBVODOVÝ PLÁŠŤ

Pôvodný stav

1.1.1 Tepelný odpor obvodového plášťa :

- Vnútna omietka VC hr. 20mm..... $\lambda=0,88 \text{ W/(m.K)}$
- CP pálená tehla hr.450, /CP pálená tehla hr.600, $\lambda=0,78 \text{ W/(m.K)}$
- Vonkajšia omietka VC hr. 20mm..... $\lambda=0,99 \text{ W/(m.K)}$

$$R_{01} = \sum R_j = \sum d_j / \sum \lambda_j = 0,6 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_{01} < R_N$$

$$R_{02} = \sum R_j = \sum d_j / \sum \lambda_j = 0,8 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_{02} < R_N$$

Súčiniteľ prechodu tepla nezateplených obvodových konštrukcií

$$U_1 = 1 / R_{01} (R_{si} + \sum R_j + R_{se}) = 1 / 0,77 = 1,3 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U_2 = 1 / R_{02} (R_{si} + \sum R_j + R_{se}) = 1 / 0,97 = 1,03 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U \geq U_{r1}, U_N$$

$$U_{r1} = 0,22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U_N = 0,32 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

.....čo je nevyhovujúce pre splnenie požiadavky STN 73 0540-2+Z1+Z2/ 2019

Navrhovaný stav:

1.1.2 Tepelný odpor obvodového plášťa po obnove:

- Vnútna omietka VC hr. 20mm.....pri $\rho=2000 \text{ kg/m}^3$, $\lambda=0,88 \text{ W/(m.K)}$
- CP pálená tehla hr.450, /CP pálená tehla hr.600, $\lambda=0,78 \text{ W/(m.K)}$
- Tepelná izolácia minerálna vlna hr.160, mm, $\lambda=0,035 \text{ W/(m.K)}$,
- Vonkajšia silikátová omietka škrabaná hr. 0,005, $\lambda=0,7 \text{ W/(m.K)}$

$$R_{\text{new1}} = \sum R_j = \sum d_j / \sum \lambda_j = 5,17 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$$R_{\text{new2}} = \sum R_j = \sum d_j / \sum \lambda_j = 5,37 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

1.1.4. Súčiniteľ prechodu tepla zateplených obvodových konštrukcií

$$U_1 = 1 / (R_{si} + \sum R_j + R_{se}) = 1 / (0,13 + 5,17 + 0,04) = 0,187 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U_2 = 1 / (R_{si} + \sum R_j + R_{se}) = 1 / (0,13 + 5,37 + 0,04) = 0,18 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$$

$$U \leq U_{r1}$$

$U_{r1} = 0,22 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}$čo je vyhovujúce pre splnenie požiadavky STN 73 0540-2 2019 +Z1+Z2.

Špecifická požiadavka výzvy: zlepšenie hodnoty súčiniteľa prechodu tepla v navrhovanom stave aspoň o 20 % oproti hodnote v pôvodnom stave.

- Súčiniteľ prechodu tepla v pôvodnom stave: 1,3 a 1,03
- Súčiniteľ prechodu tepla v navrhovanom stave: 0,187 a 0,18

hodnota súčiniteľa prechodu tepla sa zlepšila o 85%-82% čo spĺňa požiadavku výzvy Príloha 3 výzvy, časť 4.5.1

STRECHA, STROP:

Pôvodný stav

1.2.1. Tepelný odpor strechy

Skutkový stav:

- Vnútrotná omietka VC hr. 10mm.....pri $\rho=2000\text{kg/m}^3$, $\lambda=0,88\text{ W/(m.K)}$
- Stropná žb. doska hr.190mm... pri $\rho=2100\text{kg/m}^3$, $\lambda=1,05\text{W/(m.K)}$
- Škvárový betón. hr. 160mm.....pri $\rho=1200\text{kg/m}^3$, $\lambda=0,57\text{ W/(m.K)}$
- cementová malta + neglazovaná dlažba, hr. 15+25mm

$$R_0 = \sum R_j = \sum d_j / \sum \lambda_j = \mathbf{0,49\ m^2.K/W}$$

$$R_0 < R_N$$

Súčiniteľ prechodu tepla:

$$U = 1 / R_{01} (R_{si} + \sum R_j + R_{se}) = 1 / 0,63 = \mathbf{1,58\ W/(m^2.K)}$$

$$U > U_N$$

$$U_N = \mathbf{0,15\ W/(m^2.K)}$$

Podľa STN 73 0540-2012 **je nevyhovujúci**, nakoľko prekračuje normovú hodnotu odporúčaného súčiniteľa prechodu tepla po roku 2019 /strechy/.

Navrhovaný stav:**1.2.2. Tepelný odpor strechy po obnove:**

- Vnútrotná omietka VC hr. 10mm.....pri $\rho=2000\text{kg/m}^3$, $\lambda=0,88\text{ W/(m.K)}$
- Stropná žb. doska hr.190mm... pri $\rho=2100\text{kg/m}^3$, $\lambda=1,05\text{W/(m.K)}$
- Škvárový betón. hr. 160mm.....pri $\rho=1200\text{kg/m}^3$, $\lambda=0,57\text{ W/(m.K)}$
- cementová malta + neglazovaná dlažba, hr. 15+25mm
- TI z minerálnej vlny MPN s hr. 150+150mm, $\lambda=0,038\text{ W/(m.K)}$

$$R_{\text{new}} = \sum R_j = \sum d_j / \sum \lambda_j = \mathbf{8,39\ m^2.K/W}$$

Podľa STN 73 0540-2012 **je vyhovujúci**, nakoľko dosahuje normovú hodnotu odporúčaného tepelného odporu po roku 2019.

Súčiniteľ prechodu tepla :

$$U = 1 / R_{01} (R_{si} + \sum R_j + R_{se}) = 1 / 8,53 = \mathbf{0,12\ W/(m^2.K)}$$

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

$$U_{r1} = \mathbf{0,15\ W/(m^2.K)}$$

$U_N = \mathbf{0,20\ W/(m^2.K)}$čo je vyhovujúce pre splnenie požiadavky STN 73 0540-2+Z1+Z2/ 2019

Špecifická požiadavka výzvy: zlepšenie hodnoty súčiniteľa prechodu tepla v navrhovanom stave aspoň o 20 % oproti hodnote v pôvodnom stave.

- Súčiniteľ prechodu tepla v pôvodnom stave: 1,58
- Súčiniteľ prechodu tepla v navrhovanom stave: 0,12

hodnota súčiniteľa prechodu tepla sa zlepšila o 92% čo spĺňa požiadavku výzvy Príloha 3 výzvy, časť 4.5.1

PODLAHA POD TERÉNOM: Pôvodný stav**1.3.1. Tepelný odpor podlahy:****Skutkový stav:**

- Nášľapná vrstva PVC/dlažba, lepidlo hr.10mm,pri $\rho=1400\text{kg/m}^3$, $\lambda=0,16\text{ W/(m.K)}$
- Betónová mazanina 85mm..... pri $\rho=2000\text{kg/m}^3$, $\lambda=1,02\text{ W/(m.K)}$
- Hydroizolácia
- Podkladný betón hr. 150mm.....pri $\rho=2100\text{kg/m}^3$, $\lambda=1,05\text{W/(m.K)}$

$$R_0 = \sum R_j = \sum d_j / \sum \lambda_j = \mathbf{0,25\ m^2.K/W}$$

$$R_N = 1,5 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$$

$R \leq R_N$ čo je nevyhovujúce pre splnenie požiadavky STN 73 0540-2+Z1+Z2/ 2019

Charakteristický rozmer podlahy podľa vzťahu:

$$B' = A/0,5P = 11,5$$

Ekvivalentná hrúbka dt :

$$dt = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}) = 1,56$$

pod UT z-1,75m

$dt + 1/2z < B'$ **neizolované** a mierne izolované podlahypotom:

potom:

$$U_{bf} = (2 \lambda / \pi B' + dt + 0,5xz) \times \ln((\pi B' / dt + 0,5xz) + 1) = 0,104 \times 2,79 = \mathbf{0,29}$$

Stena suterénu nezateplená:

$$dw = w + \lambda(R_{si} + R_w + R_{se}) = w + \lambda(R_{si} + 0,8 + R_{se}) = 2,6$$

$$U_{bw} = (2 \lambda / \pi z) \times ((1 + (0,5dt/dt + z) \times \ln((z/dw) + 1))) = 0,727 \times 1,236 \times 0,32 = \mathbf{0,29}$$

Stena suterénu zateplená s TI STYRODUR ® 2800 C s hr. 60 mm:

$$dw = w + \lambda(R_{si} + R_w + R_{se}) = w + \lambda(R_{si} + 2,38 + R_{se}) = 5,88$$

$$U_{bw} = (2 \lambda / \pi z) \times ((1 + (0,5dt/dt + z) \times \ln((z/dw) + 1))) = 0,727 \times 1,236 \times 0,25 = \mathbf{0,22}$$

$$R_w = \sum R_j = \sum d_j / \sum \lambda_j = \mathbf{2,38 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}}$$

PODLAHA NA TERÉNE: Pôvodný stav

Charakteristický rozmer podlahy podľa vzťahu:

$$B' = A/0,5P = 16,4/0,5 \times 20,8 = 1,5 \text{ m}$$

Ekvivalentná hrúbka dt :

$$dt = w + \lambda(R_{si} + R_f + R_{se}) = 1,56$$

$dt < B'$ **neizolované** a mierne izolované podlahypotom:

$$U_o = (2 \lambda / \pi B' + dt) \times \ln((\pi B' / dt) + 1) = 0,64 \times 1,38 = 0,88$$

$$\text{Súčiniteľ prechodu tepla } U = U_o = 0,88 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Podlahy v jednotlivých miestnostiach vykurovaného suterénu ani na teréne z dôvodu technickej a technologickej náročnosti a neúmerných finančných nákladov nedoporučujeme zatepľovať.

VÝPLŇOVÉ KONŠTRUKCIE:

1.5.1 Súčiniteľ prechodu tepla okien a dverí:

$U_w = U_F \times A_F + U_G \times A_G + \psi_g \times l_g / A_F + A_G$

Skutkový stav: / plastové, iz.dvojsklo /

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je 1,2 W.m-2.K-1.

Existujúce výplňové konštrukcie síce nevyhovujú normovej hodnote odporúčaného súčiniteľa prechodu tepla $U_{w,rl} = 1,0 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$, ale vyhovujú normalizovanej hodnote súčiniteľa prechodu tepla $U_{wN} = 1,4 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$

Výplňové konštrukcie sa nebudú vymieňať, nakoľko boli menené pred cca 7-9 rokmi a ich výmena by nebola ekonomicky uskutočniteľná. Ich samotná výmena by nedopomohla dosiahnuť energetickú triedu A0.

$$\begin{aligned} U_w &\leq U_{w_{r1}}, U_{w_N} \\ U_{w_{r1}} &= 1,0 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \\ U_{w_N} &= 1,4 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)} \end{aligned}$$

Boli splnené kritéria minimálnych tepelno-technických vlastností podľa STN stavebných konštrukcií dotknutých stavebnými úpravami s výnimkou podláh, kde to nie je technicky a ekonomicky uskutočniteľné.

4.2. Kritérium minimálnej výmeny vzduchu v miestnosti

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

$$n \geq n_N$$

Kde n_N je požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu (1/h).

Pri výpočte uvažujeme plastové zdvojené okná ktoré sú z hľadiska škárovej prievzdušnosti tesnejšie, sa uvažuje vo výpočte z hodnotou súčiniteľa škárovej prievzdušnosti $0,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m.s.Pa}^{0,67}$, a intenzita výmeny vzduchu cez škáry budovy :

Konštrukcia	$n \times l \times i_{lv}$
Okná, dvere	

n -počet okien daného druhu

l -dĺžka škáry v m

i_{lv} - súč. škárovej prievzdušnosti $\text{nm}^2/(\text{s. Pa}^{0,67})$

Priemerná intenzita výmeny vzduchu cez škáry budovy do výšky 25m v 1/h:

$$n = 25200 \times \sum \frac{n \times l \times i_{lv}}{V_b}$$

$$n = 25200 \times \sum \frac{1996 \times 1,0 \cdot 10^{-4}}{567,02}$$

19

567,02

$$n = \sum n_j = 0,257 \text{ 1/h} \quad n < n_{\min} = 0,5 \text{ 1/h}$$

Priemerná hodnota výmeny vzduchu infiltráciou škárami otvorových výplní nedosahuje požadovanú hodnotu (0,5 1/h), čím **nesplňa kritérium na min. výmenu vzduchu**. Preto hygienická potreba výmeny vzduchu sa bude zabezpečovať mikrovetráním v oknách ako aj zabezpečiť cirkuláciu vzduchu vo vnútri budovy dostatočnou medzerou popod interiérové dvere.

4.3. Hygienické kritérium.

- minimálna vnútorná povrchová teplota musí byť vyššia, ako teplota rosného bodu, pre vylúčenie povrchovej kondenzácie

teplota rosného bodu $\theta_{dp} = +9,26^\circ\text{C}$ pre $\phi_i \leq 50\%$ a $\theta_i = 20^\circ\text{C}$

- minimálna vnútorná povrchová teplota musí byť vyššia, ako kritická povrchová teplota na vznik plesní, s relatívnou vlhkosťou vzduchu $\phi_i \leq 80\%$ na vylúčenie rizika vzniku plesní.

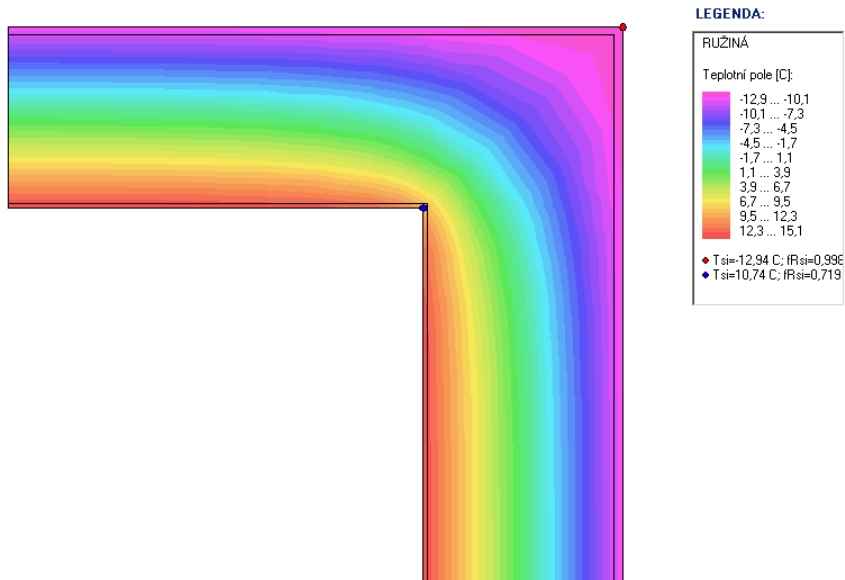
teplota rosného bodu $\theta_{si,80} = +12,6^\circ\text{C}$ pre $\phi_i \leq 50\%$ a $\theta_i = 20^\circ\text{C}$

Budova je vykurovaná prerušovane centrálnym vykurovacím systémom prostredníctvom radiátorov a kotlom na plyn. Hodnota $\Delta\theta_{si}$ -bezpečnostná prírážka zohľadňujúca spôsob vykurovania v zmysle tab.1 STN 73 0540-2 je $\Delta\theta_{si}=1,0\text{ K}$.

uvažujem s vonkajšou výpočtovou teplotou v zimnom období $\theta_e = -13^\circ\text{C}$, a relatívnu vlhkosť vzduchu $\phi_i = 84\%$ a vnútornú výpočtovú teplotu v miestnosti uvažujeme $\theta_i = 20^\circ\text{C}$, a relatívnu vlhkosť vzduchu $\phi_i = 50\%$.

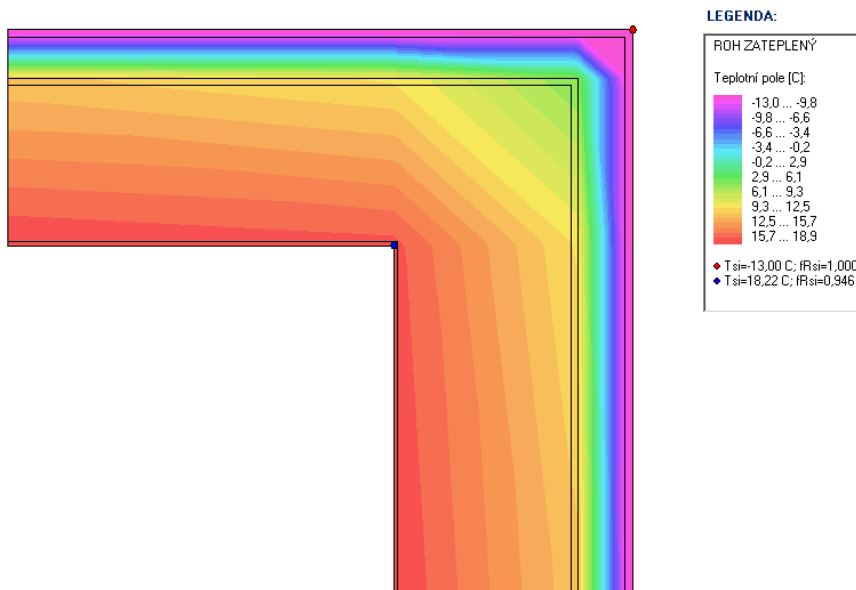
$$\theta_{si} \geq \theta_{si,N} = \theta_{si,80} + \Delta\theta_{si} \quad \theta_{si,N} = 13,6^\circ\text{C} \quad \text{DETAIL.č.1 : rohový styk obvodovej steny pred zateplením}$$

Vnútorná povrchová teplota v rohu je: $\theta_{si}=10,74^\circ\text{C} > \theta_{dp} = +9,26^\circ\text{C}$ ale $< \theta_{si,N}=13,6^\circ\text{C}$



DETAIL.č.2 : rohový styk obvodovej steny po zateplení

Vnútorná povrchová teplota v rohu je: $\theta_{si}=18,22^\circ\text{C} > \theta_{dp} = +9,26^\circ\text{C}$ a tiež $> \theta_{si,N}=13,6^\circ\text{C}$



DETAIL.č.1 :

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-13.0	0.04	84	-12.94	-84.15387	2.55012
2	20.0	0.13	50	10.74	84.15384	2.55012

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLoTNÍ FAKToRY A RIZIKo KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-14.90	-12.94	0.998	ne	---	---
2	9.26	10.74	0.719	ne	---	---

DETAIL.č.2 :

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToTY TEPELNÉHo ToKU:

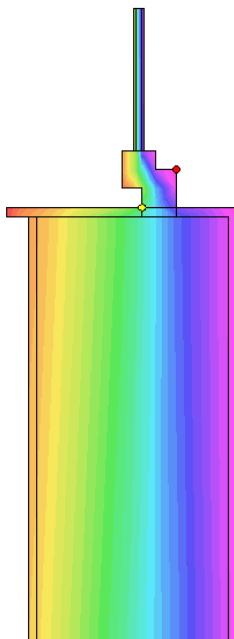
Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-13.0	0.04	84	-13.00	-22.32186	0.67642
2	20.0	0.13	50	18.22	22.32169	0.67641

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLoTNÍ FAKToRY A RIZIKo KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-14.90	-13.00	1.000	ne	---	---
2	9.26	18.22	0.946	ne	---	---

Navrhovaná konstrukcia po zateplení spĺňa normovú požiadavku.

DETAIL.č.3 : okenný parapet pred zateplením



Vnútrotná povrchová teplota na ráme je: $\theta_{si}=3,27^{\circ}\text{C} < \theta_{dp}=+9,26^{\circ}\text{C}$ a tiež $< \theta_{si,N}=13,6^{\circ}\text{C}$

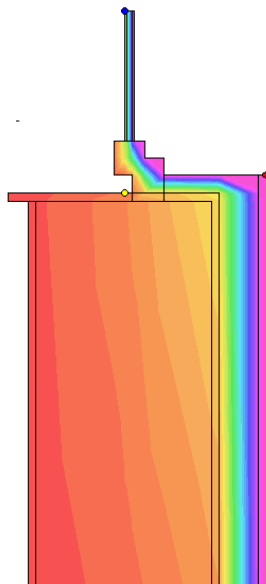
NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSToTY TEPELNÉHo ToKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-13.0	0.04	84	-12.57	-88.60197	2.68491
2	20.0	0.13	50	3.27	40.69044	1.23304

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLoTNÍ FAKToRY A RIZIKo KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-14.90	-12.57	0.987	ne	---	---
2	9.26	3.27	0.493	ANO	33	32.2

DETAIL.č.4 : okenný parapet po zateplení



Vnútorná povrchová teplota v rohu je: $\theta_{si}=17,20^{\circ}\text{C} > \theta_{dp}=+9,26^{\circ}\text{C}$ a tiež $> \theta_{si,N}=13,6^{\circ}\text{C}$

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	-13.0	0.04	84	-12.97	-46.43127	1.40701
2	20.0	0.25	50	17.20	5.07517	0.15379

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLoty, TEPLotNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	-14.90	-12.97	0.999	ne	---	---

4.4.1. Potreba tepla na vykurovanie-pred zateplením

• Výpočet potreby tepla - pôvodný stav

Potreba tepla na vykurovanie bola určená podľa STN 73 0540-2 na základe tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií a budovy. Výpočet potreby tepla na vykurovanie sa určuje teoreticky pre porovnávacie normalizované podmienky a referenčnú vykurovaciu sezónu.

Celková podlahová plocha [m2] $A_b = 3 \times 1286,3 + 1302,4 = 5\,161,3 \text{ m}^2$

Obstavaný vykurovaný objem [m3] $V_b = 19\,567,02 \text{ m}^3$

Konštrukcia	U_i W/(m ² .K)	A_i m ²	$b_{x,i}$ -	$U_i.A_i.b_{x,i}$ W/K
Obvodový plášť 500	1,3	879,52	1	1143,38
Obvodový plášť 640	1,03	1279,36	1	1317,74
Stena suterénu zateplená	0,22	234,45	1	51,58
Stena suterénu nezateplená	0,29	78,15	1	22,66

Strecha	1,58	1302,34	0,8	1646,16
Podlaha na teréne	0,88	16,4	1	14,43
Podlaha pod terénom	0,29	1286,24	1	373,01
Fasádne okná	1,2	807,12	1	968,54
Fasádne dvere	1,4	10,75	1	15,05
Súčet	$\sum A_i =$ 5894,33		5529,89 $\sum U_i.A_i.b_{x,i}$	

Orientácia	An _j	gn _j	Fs.Fr	An _j *gn _j * 0,5
	m ²	-		
Fasádne okná - sever	256,6	0,675	0,5	86,60
Fasádne okná - juh	366,5	0,675	0,5	123,69
Fasádne okná - východ	88,42	0,675	0,5	29,84
Fasádne okná - západ	95,6	0,675	0,5	32,27

807,12

Veličina	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výp. obdob.t /hod	744	672	744	720	744	720	744
Dĺžka výp. obdob.t /dní	31	28	31	30	31	30	31
Priem. tepl. vonk.tepl.°C θ _e	-1,8	0,4	4,6	9,9	9,8	4,3	-0,3
Upravená vnút.tepl.°C θ _{iad}	20						
H - merná tep.strata budovy kW/K	8,7022						
Ab (m²) q_i W/m²	5 161,30 6						
Tep.strata Q_L /kWh/	141142	114618	99706	63282	66039	98369	131431
Tepelné zisky int. Q_i	23040,04	20810,36	23040,04	22296,82	23040,04	22296,82	23040,04
Tepelné zisk solár. $\sum Q_s$	2839,09	4423,70	6835,44	9390,57	5049,13	2722,93	2162,87
sever Is _j	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Q_s sever	788,08	1195,11	1740,71	2355,588	1255,74	727,461	588,90
sever Is _j	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8

Qs juh	1125,61	1706,97375	2486,24	3364,47	1793,5594	1039,03	841,1175
východ Isj	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Qs východ	444,64	731,122875	1253,3535	1763,65	960,90435	459,56295	352,13265
západ Isj	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Qs západ	480,75	790,49	1355,13	1906,8615	1038,93	496,881	380,73
Tepelné zisk Qg =Qi+Qs	25879,13	25234,07	29875,48	31687,38	28089,18	25019,75	25202,92

Veličina	Faktor využitia tepelných ziskov η podľa článku 12.2.1 STN EN ISO 13790						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
$Y=Q_g/Q_l$ pom tep. zisk a strát	0,183	0,220	0,300	0,501	0,425	0,254	0,192
Cm - vnút. tep. kapacita J/(K.m2) tab.12 EN ISO 137790	195000	195000	195000	195000	195000	195000	195000
T- časová konštanta budovy (Cm*Ab/3600)/Hv+Ht)	32,127	32,127	32,127	32,127	32,127	32,127	32,127
a ₀ - tab. 9. STN ISO 13790	1	1	1	1	1	1	1
T ₀ - tab 9. STN ISO 13790	15	15	15	15	15	15	15
a=a ₀ +(T/T ₀)	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142	3,142
Faktor využitia tep. ziskov - η	0,995	0,991	0,977	0,917	0,930	0,986	0,994

$$\eta = 1 - Y^a / (1 - Y^{a+1})$$

Veličina	Potreba tepla na vykurovanie Qh						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Tep. straty Q _L kWh/mesiac	141142	114618	99706	63282	66039	98369	131431
Tep. straty Q _g kWh/mesiac	25879,13	25234,07	29875,48	31687,38	28089,18	25019,75	25202,92
Faktor využitia tep. Ziskov - η	0,995	0,991	0,977	0,917	0,930	0,986	0,994
Potreba tep. na vyk. Q _h kWh	115392,4822	89611,04706	70517,62399	30590,00000	39916,0847	73699,84414	106378,896
Qh kWh	495515,978						

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov:

$\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \sum A_i =$	589,433 W/K
---	--------------------

Merná tepelná strata prechodom tepla:

$H_T = \sum U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i} + \Delta H_{TM} =$	6119,32 W/K
--	--------------------

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla teplovýmenného obalu budovy:

$U_m = H_T / \sum A_i =$	1,038 W/(m².K)
--------------------------	----------------------------------

Merná tepelná strata vetraním:

$H_V = 0,264 \cdot n \cdot V_b =$	2582,85 W/K
-----------------------------------	--------------------

$V_b =$	19567,02	m ³
$n =$	0,5	1/h

n – priemerná intenzita výmeny
vzduchu v 1/h

Merná tepelná strata budovy:

$H = H_T + H_V =$	8702,17 W/K
-------------------	--------------------

Obostavaný merný objem budovy: V_b

Faktor tvaru budovy: 3,78

$\sum A_i / V_b =$		0,30 1/m
QH,nd2 =	25,32403903	
QH,nd1 =	96,00604075	

QH,nd1=QH, nd,con neprerušované
ah,red= redukč. faktor 0,863

QH,nd, interm=QH,nd,contxah,red= **82,85321317** kW/M2

4.4.2. Posúdenie energetického kritéria pred zateplením :

Normové hodnoty potreby tepla podľa STN 73 0540-2 (2012)/Z1+Z2:

QH,nd,r1= 25,00 < 96,01..... nevyhovuje
QH,nd,r2= 8,93 < 25,32..... nevyhovuje
QH,nd,N1= 50,00 < 96,01..... nevyhovuje
QH,nd,N2= 17,90 < 25,32..... nevyhovuje

Budova nevyhovuje požiadavke energetického kritéria uvedeného v STN 73 0540-2+Z1+Z2/ 2019 , tab 9.a podľa QH,nd,N nesplňa normovú požiadavku.

4.4.3. Potreba tepla - navrhovaný stav:

• Výpočet potreby tepla - navrhovaný stav

Potreba tepla na vykurovanie bola určená podľa STN 73 0540-2 na základe tepelno-technických vlastností stavebných konštrukcií a budovy. Výpočet potreby tepla na vykurovanie sa určuje teoreticky pre porovnávacie normalizované podmienky a referenčnú vykurovaciu sezónu.

Obostavaný vykurovaný objem [m³] $V_b = 19\,963,3$ m³

Celková podlahová plocha [m²] $A_b = 5\,303,50$ m²

Konštrukcia	U_i W/(m ² .K)	A_i m ²	$b_{x,i}$ -	$U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i}$ W/K
Obvodový plášť 500	0,187	883,84	1	165,28

Obvodový plášť 640	0,18	1294,17	1	232,95
Stena suterénu zateplená	0,22	234,45	1	51,58
Stena suterénu zateplená	0,22	80,02	1	17,60
Strecha	0,12	1339,6	0,8	128,60
Podlaha na teréne	0,88	16,72	1	14,71
Podlaha pod terénom	0,29	1286,24	1	373,01
Fasádne okná	1,2	807,12	1	968,54
Fasádne dvere	1,4	10,75	1	15,05
Súčet	$\sum A_i =$ 5952,91		1949,73	
			$\sum U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i}$	

Orientácia	An _j	gn _j	Fs.Fr	An _j *gn _j *0,5
	m ²	-		
Fasádne okná - sever	256,6	0,675	0,5	86,60
Fasádne okná - juh	366,5	0,675	0,5	123,69
Fasádne okná - východ	88,42	0,675	0,5	29,84
Fasádne okná - západ	95,6	0,675	0,5	32,27

807,12

Veličina	Mesiac						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Dĺžka výp. obdob.t /hod	744	672	744	720	744	720	744
Dĺžka výp. obdob.t /dní	31	28	31	30	31	30	31
Priem. tepl. vonk.tepl.°C θ _e	-1,8	0,4	4,6	9,9	9,8	4,3	-0,3
Upravená vnút.tepl.°C θ _{iad}	20						
H - merná tep.strata budovy kW/K	4,8825						
Ab (m²) q_i W/m²	5 303,50 6						
Tep.strata Q_L /kWh/	79191	64309	55942	35506	37053	55192	73742
Tepelné zisky int. Q_i	23674,82	21383,71	23674,82	22911,12	23674,82	22911,12	23674,82
Tepelné zisk solár. $\sum Q_s$	2839,09	4423,70	6835,44	9390,57	5049,13	2722,93	2162,87

sever Isj	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Qs sever	788,08	1195,11	1740,71	2355,588	1255,74	727,461	588,90
sever Isj	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Qs juh	1125,61	1706,97375	2486,24	3364,47	1793,5594	1039,03	841,1175
východ Isj	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Qs východ	444,64	731,122875	1253,3535	1763,65	960,90435	459,56295	352,13265
západ Isj	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Qs západ	480,75	790,49	1355,13	1906,8615	1038,93	496,881	380,73
Tepelné zisk Qg =Qi+Qs	26513,91	25807,42	30510,26	32301,69	28723,96	25634,05	25837,70

Veličina	Faktor využitia tepelných ziskov η podľa článku 12.2.1 STN EN ISO 13790						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
$Y=Q_g/Q_l$ pom tep. zisk a strát	0,335	0,401	0,545	0,910	0,775	0,464	0,350
C_m - vnút. tep. kapacita J/(K.m ²) tab.12 EN ISO 137790	195000	195000	195000	195000	195000	195000	195000
T - časová konštanta budovy ($C_m \cdot A_b / 3600$)/Hv+Ht)	58,837	58,837	58,837	58,837	58,837	58,837	58,837
a_o - tab. 9. STN ISO 13790	1	1	1	1	1	1	1
T_o - tab 9. STN ISO 13790	15	15	15	15	15	15	15
$a=a_o+(T/T_o)$	4,922	4,922	4,922	4,922	4,922	4,922	4,922
Faktor využitia tep. ziskov - η	0,995	0,991	0,977	0,917	0,930	0,986	0,994

$$\eta = 1 - Y^a / 1 - Y^{a+1}$$

Veličina	Potreba tepla na vykurovanie Q_h						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Tep. straty Q_L kWh/mesiac	79191	64309	55942	35506	37053	55192	73742
Tep. straty Q_g kWh/mesiac	26513,91	25807,42	30510,26	32301,69	28723,96	25634,05	25837,70
Faktor využitia tep. Ziskov - η	0,995	0,991	0,977	0,917	0,930	0,986	0,994

Potreba tep. na vyk. Q_{hn} kWh	52809,35043	38733,59838	26133,5219	0	10339,2453	29916,91605	48059,1186
Q_h kWh	205991,751						

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov:

$$\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \sum A_i = \mathbf{297,6455 \text{ W/K}}$$

Merná tepelná strata prechodom tepla:

$$H_T = \sum U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i} + \Delta H_{TM} = \mathbf{2247,37 \text{ W/K}}$$

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla teplovýmenného obalu budovy:

$$U_m = H_T / \sum A_i = \mathbf{0,378 \text{ W/(m}^2\text{.K)}}$$

Merná tepelná strata vetraním:

$$H_V = 0,264 \cdot n \cdot V_b = \mathbf{2635,16 \text{ W/K}}$$

$V_b =$	19 963,30 m ³
$n =$	0,5 1/h

Merná tepelná strata budovy:

$$H = H_T + H_V = \mathbf{4882,53 \text{ W/K}}$$

n – priemerná intenzita výmeny vzduchu v 1/h

Obostavaný merný objem budovy: V_b

Faktor tvaru budovy: 3,78

$$\sum A_i / V_b = \mathbf{0,30 \text{ 1/m}}$$

$QH_{nd2} =$	<u>10,31852202</u>
$QH_{nd1} =$	38,84071852

$QH_{nd,1} = QH_{nd,con}$

neprerušované

$ah_{red} =$

redukč. faktor

0,863

$QH_{nd, interm} = QH_{nd, cont} \cdot ah_{red} =$

33,51954008 kW/M²

4.4.4. Posúdenie energetického kritéria po obnove :

POSÚDENIE Z HĽADISKA POTREBY TEPLA NA VYKUROVANIE:

Normové hodnoty potreby tepla podľa STN 73 0540-2 (2012)/Z1+Z2:

$Q_{H,nd,r1} = 25,00 < 38,84$nevyhovuje

$Q_{H,nd,r2} = 8,93 < 10,2$nevyhovuje

$Q_{H,nd,N1} = 50,00 > 38,84$vyhovuje

$Q_{H,nd,N2} = 17,90 > 10,2$vyhovuje

Budova po obnove vyhovuje požiadavke energetického kritéria uvedeného v STN 73 0540-2+Z1+Z2/ 2019 , tab 9. a podľa $Q_{H,nd,N}$ spĺňa normovú požiadavku pre obnovované budovy.

Potreba energie na vykurovanie

Súčasný stav:

Systém vykurovania, prípravy teplej vody, osvetlenie

V kotolni sa v roku 2020 sa namiesto pôvodných kotlov osadili 2 nové teplovodné plynové kondenzačné kotle typu WOLF MGK 2-300, každý s výkonom 280 kW, s veľmi tichým modulovaným spaľovaním vo výkonovom rozsahu 17 až 100 % . V miestnostiach sa osadili nové vykurovacie telesá. Telesá sú vybavené na privode termostatickým ventilom TS90 s termostatickou hlavou a na späťtok ventilom RL-5 s prednastavením a uzatváraním.

Výpočet potreby energie na vykurovanie – pôvodný stav			
VSTUPNÉ ÚDAJE			
1	Budova	Kategória budovy	4
2		Celková podlahová plocha	5 161,30 m ²
3		Vykurovací systém	ústredné teplovodné vykurovanie radiátormi
4		Distribučný systém	áno
5		Druh tepelnej ochrany rozvodov	-
6		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	- mm
7		Teplotný spád	80/60 °C
8		Druh a typ rekuperácie	žiadny
9		Teplotná regulácia na vykurovacích telesách (áno/nie)	nie
10		Teplotná regulácia v budove (áno/nie)	áno
11	Zdroj tepla	Typ zdroja	2 kondenzačné kotle
12		Energetický nosič	zemný plyn
13		Umiestnenie zdroja	v budove
14		Účinnosť výroby tepla - COP	97,00 %
15	Potreba tepla a energie	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	82,85 kWh/(m ² .a)
16		Druh výpočtovej metódy na potrebu tepelnej energie	zjednodušený
17		Podrobná metóda: Dĺžka potrubia v zóne 1	- m
18		Dĺžka potrubia v zóne 2	- m
19		Dĺžka potrubia v zóne 3	- m
20		Súčiniteľ tepelnej vodivosti tepelnej izolácie	- W/(m.K)
21		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	- mm
22		Teplota okolitého prostredia	20 °C
23		Stredná teplota vykurovacej látky	43,9 °C
24		Počet prevádzkových hodín za rok	- h
25		Zjednodušená metóda: Dĺžka zóny	84,1 m
26		Šírka zóny	15,4 m
27		Výška zóny	3,3 m
28		Počet podlaží v zóne	4
29		Merná tepelná strata	- W/m
30		Teplota okolitého prostredia	20 °C
31		Stredná teplota vykurovacej látky	43,9 °C
32		Počet prevádzkových hodín	1484 h
33		Potreba tepelnej energie pri jej odovzdávaní do priestoru	8,29 kWh/(m ² .a)
34		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie	11,64 kWh/(m ² .a)
35		Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov)	102,78 kWh/(m ² .a)
36		Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (späťne získané teplo)	1,09 kWh/(m ² .a)
37		Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov	101,69 kWh/(m ² .a)
38		Príkon čerpadiel	0,26 W
39		Čas prevádzky počas roka	1484 h
40		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla)	0,07 kWh/(m ² .a)
41		Potreba vlastnej elektrickej energie (rekuperácia tepla)	0 kWh/(m ² .a)
42		Výpočtový prietok vzduchu	0 m ³ /s

43	Účinnosť	0	%
44	Získaná tepelná energia zo zariadenia	0	kWh/(m ² .a)
45	Spôsob uloženia potrubia	žiadny	
46	Dĺžka potrubia	0	m
47	Technické údaje o tepelnej izolácii		
48	Čas prevádzkovania siete	-	h
49	Tepelné straty pri odovzdávaní mimo hranice budovy	0	kWh/(m ² .a)
50	Tepelné straty akumuláciou tepla	0,0	kWh/(m ² .a)
51	Strata pri výrobe (účinnosť zdroja)	3,05	kWh/(m ² .a)
52	Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja	0	kWh/(m ² .a)
VÝSLEDKY			
53	Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	82,85	kWh/(m ² .a)
54	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	104,74	kWh/(m ² .a)
55	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	104,74	kWh/(m ² .a)
56	Vlastná elektrická energia	0,07	kWh/(m ² .a)
57	Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove pre navrhovaný stav	81,92	%

• **Výpočet potreba energie na vykurovanie – navrhovaný stav**

Systém vykurovania sa nemení, mení sa podlahová plocha a potreba tepla po obnove.

Výpočet potreby energie na vykurovanie – navrhovaný stav			
VSTUPNÉ ÚDAJE			
1	Budova	Kategória budovy	4
2		Celková podlahová plocha	5 303,50 m ²
3		Vykurovací systém	ústredné teplovodné vykurovanie radiátormi
4		Distribučný systém	áno
5		Druh tepelnej ochrany rozvodov	trubice z PE
6		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	6 až 15 mm
7		Teplotný spád	65/50 °C
8		Druh a typ rekuperácie	žiadny
9		Teplotná regulácia na vykurovacích telesách (áno/nie)	áno
10		Teplotná regulácia v budove (áno/nie)	áno
11	Zdroj tepla	Typ zdroja	2 kondenzačné kotly
12		Energetický nosič	zemný plyn
13		Umiestnenie zdroja	v budove
14		Účinnosť výroby tepla - COP	98,0 %
15	Potreba tepla a energie	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	33,52 kWh/(m ² .a)
16		Druh výpočtovej metódy na potrebu tepelnej energie	zjednodušený
17		Podrobná metóda: Dĺžka potrubia v zóne 1	- m
18		Dĺžka potrubia v zóne 2	- m
19		Dĺžka potrubia v zóne 3	- m
20		Súčiniteľ tepelnej vodivosti tepelnej izolácie	- W/(m.K)
21		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	- mm
22		Teplota okolitého prostredia	20 °C
23		Stredná teplota vykurovacej látky	39,4 °C
24		Počet prevádzkových hodín za rok	- h

25	Zjednodušená metóda: Dĺžka zóny	84,1	m
26	Šírka zóny	15,4	m
27	Výška zóny	3,3	m
28	Počet podlaží v zóne	4	
29	Merná tepelná strata	8	W/m
30	Teplota okolitého prostredia	20	°C
31	Stredná teplota vykurovacej latky	39,4	°C
32	Počet prevádzkových hodín	848	h
33	Potreba tepelnej energie pri jej odovzdávaní do priestoru	2,95	kWh/(m ² .a)
34	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie	5,32	kWh/(m ² .a)
35	Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov)	41,79	kWh/(m ² .a)
36	Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätné získané teplo)	1,06	kWh/(m ² .a)
37	Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov	40,73	kWh/(m ² .a)
38	Príkon čerpadiel	0,24	W
39	Čas prevádzky počas roka	848	h
40	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla)	0,04	kWh/(m ² .a)
41	Potreba vlastnej elektrickej energie (rekuperácia tepla)	0	kWh/(m ² .a)
42	Výpočtový prietok vzduchu	-	m ³ /s
43	Účinnosť	-	%
44	Získaná tepelná energia zo zariadenia	0	kWh/(m ² .a)
45	Spôsob uloženia potrubia	žiadny	
46	Dĺžka potrubia	0	m
47	Technické údaje o tepelnej izolácii	-	
48	Čas prevádzkovania siete	0	h
49	Tepelné straty pri odovzdávaní mimo hranice budovy	0	kWh/(m ² .a)
50	Tepelné straty akumuláciou tepla	0,0	kWh/(m ² .a)
51	Strata pri výrobe (účinnosť zdroja)	0,81	kWh/(m ² .a)
52	Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja	0,0	kWh/(m ² .a)
VÝSLEDKY			
53	Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	33,52	kWh/(m ² .a)
54	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	41,54	kWh/(m ² .a)
55	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	41,54	kWh/(m ² .a)
56	Vlastná elektrická energia	0,04	kWh/(m ² .a)
57	Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove pre navrhovaný stav	74,95	%

- **Potreba energie na prípravu teplej vody**
- **Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody – pôvodný stav**

V jestvujúcej kotolni je inštalovaný existujúci plynový zásobníkový ohrievač teplej vody Ariston 200P CA objemu 200 litrov.

Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody (TV) - pôvodný stav			
VSTUPNÉ ÚDAJE			
1	Kategória budovy		4

2	Budova	Spôsob hodnotenia	normalizované
3		Systém prípravy TV	centrálny ohrev
4		Celková podlahová plocha	5161,30 m ²
5		Distribučný systém	áno
6		Druh tepelnej ochrany rozvodov	žiadny
7		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	- mm
8		Meranie a regulácia	termostaty
9		Zdroj tepla	Typ zdroja
10	Energetický nosič		zemný plyn
11	Umiestnenie zdroja		v budove
12	Účinnosť výroby tepla		90 %
13	Potreba tepelnej energie a energie	Potrebný objem TV	3,118 m ³ /deň
14		Potrebný denný objem TV na m ² celkovej podlahovej plochy	0,220 m ³ /m ²
15		Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	10,00 kWh/(m ² .a)
16		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	0,06 W/(m.K)
17		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	10 až 20 mm
18		Dĺžka potrubí	330 m
19		Merná tepelná strata	814,46 W/K
20		Teplota vody v potrubí	55 °C
21		Teplota okolitého prostredia	20 °C
22		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia)	1,82 kWh/(m ² .a)
23		Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník)	0,14 kWh/(m ² .a)
24		Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV	1,97 kWh/(m ² .a)
25		Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	11,97 kWh/(m ² .a)
26		Dĺžka vykurovacieho obdobia	212 dni
27		Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	0,33 kWh/(m ² .a)
28		Typ čerpadla	cirkulačné
29		Príkon čerpadla (spolu)	0,04 kW
30		Počet prevádzkových hodín v roku	2040 h
31		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla v budove)	0,02 kWh/(m ² .a)
32		Obnoviteľný zdroj	-
33		Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	0 kWh/a
34		Plocha slnečných kolektorov	0 m ²
35		Účinnosť slnečných kolektorov	- %
36		Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	0,0 kWh/(m ² .a)
37		Potreba tepelnej energie na prípravu TV po zohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	11,97 kWh/(m ² .a)
38		Popis a spôsob uloženia potrubia	
39		Dĺžka potrubia	0 m
40		Hrúbka tepelnej izolácie	0 mm
41		Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	0 kWh/(m ² .a)
42		Strata pri výrobe (účinnosť výroby)	1,20 kWh/(m ² .a)
43		Pomocná energia pre solárny ohrev solárne čerpadlo	0 kWh/a
44			0,0 kWh/(m ² .a)
VÝSLEDKY			
45		Potreba energie na prípravu TV budovy	10,00 kWh/(m ² .a)
46		Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV	13,16 kWh/(m ² .a)
47		Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	13,16 kWh/(m ² .a)
48		Vlastná elektrická energia (čerpadla)	0,02 kWh/(m ² .a)

49	Podiel potreby energie na prípravu teplej vody z celkovej potreby energie v budove pre pôvodný stav	10,30	%
----	--	--------------	----------

• **Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody – navrhovaný stav**

Systém prípravy teplej vody sa nemení, mení sa len podlahová plocha po obnove.

Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody (TV) - pôvodný stav			
VSTUPNÉ ÚDAJE			
1	Budova	Kategória budovy	4
2		Spôsob hodnotenia	normalizované
3		Systém prípravy TV	centrálny ohrev
4		Celková podlahová plocha	5303,50 m ²
5		Distribučný systém	áno
6		Druh tepelnej ochrany rozvodov	trubice z PE
7		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	9 až 13 mm
8		Meranie a regulácia	termostaty
9	Zdroj tepla	Typ zdroja	zásobník s priamym ohrevom
10		Energetický nosič	zemný plyn
11		Umiestnenie zdroja	v budove
12		Účinnosť výroby tepla	90,0 %
13	Potreba tepelnej energie a energie	Potrebný objem TV	3,118 m ³ /deň
14		Potrebný denný objem TV na m ² celkovej podlahovej plochy	0,215 m ³ /m ²
15		Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	10,00 kWh/(m ² .a)
16		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	0,04 W/(m.K)
17		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	9 mm
18		Dĺžka potrubí	330 m
19		Merná tepelná strata	814,46 W/K
20		Teplota vody v potrubí	55 °C
21		Teplota okolitého prostredia	20 °C
22		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia)	1,77 kWh/(m ² .a)
23		Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník)	0,14 kWh/(m ² .a)
24		Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV	1,91 kWh/(m ² .a)
25		Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	11,91 kWh/(m ² .a)
26		Dĺžka vykurovacieho obdobia	212 dni
27		Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	0,33 kWh/(m ² .a)
28		Typ čerpadla	cirkulačné
29		Príkon čerpadla (spolu)	0,04 kW
30		Počet prevádzkových hodín v roku	2040 h
31		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla v budove)	0,02 kWh/(m ² .a)
32		Obnoviteľný zdroj	-
33		Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	0 kWh/a
34		Plocha slnečných kolektorov	0 m ²
35		Účinnosť slnečných kolektorov	- %
36		Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	0,0 kWh/(m ² .a)
37		Potreba tepelnej energie na prípravu TV po zohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	11,91 kWh/(m ² .a)
38		Popis a spôsob uloženia potrubia	
39		Dĺžka potrubia	0 m
40		Hrúbka tepelnej izolácie	0 mm

41	Tepelné straty pri distribúcii mimo hranice budovy	0 kWh/(m ² .a)
42	Strata pri výrobe (účinnosť výroby)	1,19 kWh/(m ² .a)
43	Pomocná energia pre solárny ohrev solárne čerpadlo	0 kWh/a
44		0,0 kWh/(m ² .a)
VÝSLEDKY		
45	Potreba energie na prípravu TV budovy	10,00 kWh/(m ² .a)
46	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV	13,11 kWh/(m ² .a)
47	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	13,11 kWh/(m ² .a)
48	Vlastná elektrická energia (čerpadla)	0,02 kWh/(m ² .a)
49	Podiel potreby energie na prípravu teplej vody z celkovej potreby energie v budove pre navrhnutý stav	23,65 %

- **Potreba energie na osvetlenie**
- **Výpočet potreby energie na osvetlenie - pôvodný stav**

Osvetľovacia sústava v budove je v pôvodnom stave. Vo svietidlách sú inštalované lineárne žiarivky s konvenčným predradníkom s nízkou energetickou účinnosťou (EEI = C, D) a klasické žiarovky. Riadenie osvetlenia je manuálne (typ R1).

- Popis súčasného stavu

V riešenom objekte je v súčasnosti 442 svietidiel. Ide o obyčajné žiarovky a lineárne žiarivky s klasickým indukčným predradníkom.

Výpočet energie na osvetlenie rýchlou metódou – pôvodný stav

- Určenie typu budovy

Riešená budova je zaradená do typu budovy : škola. Typ budovy je preto: B4.

- Určenie typu riadenia osvetlenia

V celej budove je inštalované iba manuálne ovládanie osvetlenia: typ riadenia R1.

- Určenie plochy A (m²)

Celková úžitková podlahová plocha budovy sa určí sumáciou plôch miestností.

$$A = 5\,161,30 \text{ m}^2$$

- Určenie celkového inštalovaného príkonu svietidiel P_n (kW)

$$P_n = \sum P_i / 1000 = 44,188 \text{ kW}$$

- Určenie času využitia denného svetla t_D (h/rok), času využitia osvetlenia bez denného svetla t_N (h/rok)

Pre typ budovy B4 sú príslušné časy nasledovné:

$$t_D = 2\,400 \text{ h/rok}$$

$$t_N = 0 \text{ h/rok}$$

$$t_O = 2\,400 \text{ h/rok}$$

• Určenie činiteľa využitia denného svetla F_D

Pre typ budovy B3 a typ riadenia R1 je činiteľ využitia denného svetla: $F_D = 0,92$

- **Určenie činiteľa obsadenosti budovy F_O**

Pre typ budovy B3 a typ riadenia R1 je činiteľ obsadenosti: $F_O = 0,50$

- **Určenie činiteľa konštantnej osvetlenosti F_C**

V budove nie je inštalovaný riadiaci systém na konštantnú osvetlenosť, činiteľ konštantnej osvetlenosti $F_C = 1,00$.

- **Výpočet odhadu ročnej spotreby energie W (kWh/rok)**

$$W = 0,5 \times A + P_n \times F_C \times F_O \times (t_D \times F_D + t_N) = 0,5 \times 5161,30 + 37,507 \times 1,00 \times 0,50 \times (2400 \times 0,92 + 0)$$

$$W = 51364 \text{ kWh/rok}$$

- **Výpočet číselného ukazovateľa energie na osvetlenie LENI (kWh/m²/rok) – pôvodný stav**

$$\text{LENI} = W/A = 9,95 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie pre pôvodný stav v budove je 8,51 %.

- **Výpočet potreby energie na osvetlenie - navrhovaný stav**

Výpočet bol realizovaný za predpokladu, že v budove budú použité svietidlá špecifikované v projektovej dokumentácii. Navrhuje sa inštalácia fotovoltického systému výkonu 3 x 5,4 kWp s meničom 5,4 kW / 400 V. Systém bude tvoriť spolu 36 FV panelov rozdelených na 3 fázy, t.j. 3 x 12 panelov – spolu 36 panelov. Vyrobená elektrina sa využije na napájanie osvetlenia a ďalších elektrických spotrebičov v škole. Vhodné je použiť virtuálnu batériu, aby sa využila všetka vyrobená elektrina.

- **Popis navrhovaného stavu**

V riešenom objekte je navrhnutá výmena všetkých pôvodných svietidiel za nové typy LED svietidiel. Na napojenie osvetlenia sa navrhuje fotovoltický systém výkonu 3 x 5,4 kW, ktorý tvorí 3 x 12 panelov..

Výpočet energie na osvetlenie rýchlou metódou - navrhovaný stav

- **Určenie typu budovy**

Riešená budova je zaradená do typu budovy : škola. Typ budovy je preto: B4.

- **Určenie typu riadenia osvetlenia**

V časti budovy bude inštalované manuálne ovládanie osvetlenia: a v spoločných priestoroch ovládanie pohybovými senzormi v počte 30 ks.

- **Určenie plochy A (m²)**

Celková úžitková podlahová plocha budovy sa určila sumáciou plôch miestností - $A = 5303,50 \text{ m}^2$

- **Určenie celkového inštalovaného príkonu svietidiel P_n (kW)**

$$P_n = \sum P_i / 1000 = 15,790 \text{ kW}$$

- **Určenie času využitia denného svetla t_D (h/rok), času využitia osvetlenia bez denného svetla t_N (h/rok)**

Pre typ budovy B3 sú príslušné časy nasledovné:

$$t_D = 2400 \text{ h/rok}$$

$$t_N = 0 \text{ h/rok}$$

$$t_O = 2400 \text{ h/rok}$$

- **Určenie činiteľa využitia denného svetla F_D**

Pre typ budovy B3 a typ riadenia R1 je činiteľ využitia denného svetla: $F_D = 0,92$

- **Určenie činiteľa obsadenosti budovy F_0**

Pre typ budovy B3 a typ riadenia R1 je činiteľ obsadenosti: $F_0 = 0,50$

- **Určenie činiteľa konštantnej osvetlenosti F_C**

V budove nie je inštalovaný riadiaci systém na konštantnú osvetlenosť, činiteľ konštantnej osvetlenosti $F_C = 1,00$.

- **Výpočet odhadu ročnej spotreby energie W (kWh/rok)**

$$W = 0,5 \times A + P_n \times F_C \times F_0 \times (t_D \times F_D + t_N) = 0,5 \times 5\,303,50 + 15,790 \times 1,00 \times 0,50 \times (2\,400 \times 0,92 + 0)$$

$$W = 28\,711 \text{ kWh/rok}$$

- **Výpočet číselného ukazovateľa energie na osvetlenie $LENI$ (kWh/m²/rok) – navrhovaný stav**

$$LENI = W/A = 3,79 \text{ kWh} / (\text{m}^2 \cdot \text{rok})$$

Množstvo elektriny dodanej z FTV je 15 960 kWh/rok, t.j. 3,01 kWh / (m².rok)

Množstvo dodanej energie na osvetlenie po odrátaní OZE je 0,78 kWh / (m².rok)

Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie pre navrhovaný stav v budove je 1,4 %.

• **Celková potreba energie v budove**

• **Výpočet potreby celkovej energie – pôvodný stav**

Miesto spotreby	Vykurovanie			Teplá voda			Chladenie a vetranie		Osvetlenie		Spolu
Zdroj / energetický nosič	zemný plyn	2	3	zemný plyn	2	3	1	2	EE	2	
Potreba tepla / energie v kWh/(m ² .a)	82,85			10,00							
Straty vykurovacieho systému v budove:											
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	8,29										
Straty pri rozvode tepla	11,64										
Straty pri akumulácii tepla				0,14							
Straty pri distribúcii TV				1,82							
Spätne získané teplo v kWh/(m ² .a)	1,09										
Vlastná energia v budove:											
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku	0,07			0,02							
Potreba energie v budove bez strát pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	101,77			11,98					9,95		
Straty mimo hranice budovy:											
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	3,05			1,20							
Straty pri distribúcii											
Vlastná elektrická energia:											
Potreba energie so stratami pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	104,82			13,18					9,95		127,95
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):	104,82			13,18					9,95		127,95

- Celková potreba energie v budove
- Výpočet potreby celkovej energie – navrhovaný stav

Miesto spotreby	Vykurovanie			Teplá voda			Chladenie a vetranie		Osvetlenie		Spolu
Zdroj / energetický nosič	zemný plyn	2	3	zemný plyn	2	3	1	2	EE	2	
Potreba tepla / energie v kWh/(m ² .a)	33,52			10,00							
Straty vykurovacieho systému v budove:											
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	2,95										
Straty pri rozvode tepla	5,32										
Straty pri akumulácii tepla	0,00			0,14							
Straty pri distribúcii TV				1,77							
Spätne získané teplo v kWh/(m ² .a)	1,06										
Vlastná energia v budove:											
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku	0,04			0,02							
Potreba energie v budove bez strát pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	40,77			11,93					3,79		
Straty mimo hranice budovy:											
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	0,81			1,19							
Straty pri distribúcii											
Vlastná elektrická energia:											
Potreba energie so stratami pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	41,58			13,12					3,79		58,49
Energia z obnoviteľných zdrojov (solárna a iná)	0,00			0,00					3,01		3,01
Dodaná energia bez energie z obnoviteľných zdrojov v kWh/(m ² .a):	41,58			13,12					0,78		55,48

Spotreba primárnej energie pre budovu

• Výpočet primárnej energie – pôvodný stav

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby		Potreba energie	Uhlie	Zemný plyn	Diaľkové vykurovanie	Kusové drevo	Tepelná energia z elektriny vyrobenej v budove	Energetický nosič n	Elektrická energia	Teplo z okolitého vzduchu	Solárna fotovoltická energia	Elektrická energia z kogenerácie	Teplo z kogenerácie	Vážená energia a CO ₂
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	104,82		104,74					0,07					
2		Príprava teplej vody	13,18		13,16					0,02					
3		Chladenie a vetranie													
4		Osvetlenie	9,95							9,95					
5		Celková potreba energie v budove	127,95		117,91					10,04					
6	OZE	V budove a v blízkosti													
7		Mimo pozemku užívaného s budovou													
7	Mimo budovy	Straty pri výrobe													
7		Straty pri distribúcii mimo budovy													
8		Straty pri odovzdávaní mimo budovy													
9	Dodaná energia kWh/(m².a)		127,95		117,91					10,04					
10	Primárna energia, CO ₂	Typ energetického nosiča			ZP					EE					
11		Váhové faktory pre primárnu energiu			1,1					2,2					
12		Primárna energia kWh/(m².a)			129,70					22,09					151,79
13		Váhové faktory pre emisie CO ₂			0,22					0,167					
14		Emisie CO₂ v kg/(m².a)			25,94					1,68					27,62

• Výpočet primárnej energie - navrhovaný stav

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby		Potreba energie	Uhlie	Zemný plyn	Diaľkové vykurovanie	Kusové drevo	Tepelná energia z elektriny vyrobenej v budove	Energetický nosič <i>n</i>	Elektrická energia	Teplo z okolitého vzduchu	Solárna fotovoltická energia	Elektrická energia z kogenerácie	Teplo z kogenerácie	Vážená energia a CO ₂
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	41,58		41,54					0,04					
2		Príprava teplej vody	13,12		13,11					0,02					
3		Chladenie a vetranie													
4		Osvetlenie	3,79							0,78		3,01			
5		Celková potreba energie v budove	58,49		54,65					0,83		3,01			
6	OZE	V budove a v blízkosti	3,01									3,01			
7		Mimo pozemku užívaného s budovou													
7	Mimo budovy	Straty pri výrobe													
7		Straty pri distribúcii mimo budovy													
8		Straty pri odovzdávaní mimo budovy													
9	Dodaná energia kWh/(m².a)		55,48		54,65					0,83					
10	Primárna energia, CO ₂	Typ energetického nosiča			ZP					EE					
11		Váhové faktory pre primárnu energiu			1,1					2,2					
12		Primárna energia kWh/(m².a)			60,11					1,83					61,94
13		Váhové faktory pre emisie CO ₂			0,22					0,167					
14		Emisie CO₂ v kg/(m².a)			12,02					0,14					12,16

Potenciál úspor energie po vykonaní navrhovaných úprav

Veličina	Potreba tepla / energie - pôvodný 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	82,85	33,52	49,33	59,54%
Potreba energie:				
na vykurovanie	104,82	41,58	63,24	60,33%
na prípravu teplej vody	13,18	13,12	0,06	0,44%
na chladenie/vetranie				
na osvetlenie	9,95	0,78	9,17	92,19%
Celková potreba energie kWh/(m².a) :	127,95	55,48	72,47	56,64%
Primárna energia kWh/(m².a) :	151,79	61,94	89,85	59,19%

Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:	0,00	3,01		
solárna tepelná	0,00	0,0		
solárna fotovoltaická	0,00	3,01		
kogenerácia	0,00	0,0		
tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja	0,00	0,0		

Preukázanie splnenia požiadavky úspory primárnej energie porovnaním hodnoty existujúceho stavu pred realizáciou: **151,79** v kWh/(m².a)-**61,94** v kWh/(m².a)=**89,85** v kWh/(m².a)...t.j. **59,19% úspora**

Pri obnove budovy sa dosiahne po zaokrúhlení úspora primárnej energie 59%.

Po realizácii projektu je globálny ukazovateľ, ktorým je primárna energia v budove, v **energetickej triede A1**, teda **budova školy bude ultranízkoenergetická**.

Predmetný projekt obnovy budovy **plní aktuálne požiadavky zákona č. 555/2005 Zb. o energetickej hospodárnosti budov** v znení neskorších predpisov, t. j. zákona č. 300/2012 Zb. a vykonávacích vyhlášok k týmto zákonom č. 364/2012 Zb. a vyhl. č. 324/2016 Zb.

4.5. POSÚDENIE HODNOTY NAJVIŠŠEJ DENNEJ TEPLOTY VZDUCHU V MIESTNOSTI

Zhrnutie výslednej maximálnej hodnoty teploty vzduchu v kritickej miestnosti 3.03 v letnom období $Q_{ai,max}$ [°C] v navrhovanom stave (po obnove):

$Q_{ai,max}$ [°C] v navrhovanom stave bez protislnečných clôn = **26,796** [°C]

$Q_{ai,max}$ [°C] v navrhovanom stave s protislnečnými clonami (vonkajšie farebné žaluzie)=**23,805**[°C]

Preukázanie splnenia kritéria navrhovaného stavu obnovy budovy podľa tabuľky 8 v STN 73 0540-2 + Z1 + Z2: 2019:

$Q_{ai,max} \leq Q_{ai,max,N}$

$Q_{ai,max,N}$ = **26,0**[°C] pre nebytové a bytové nevýrobné budovy

26,796 [°C] > **26,0**[°C]....pri posudzovanej kritickej m.bez clôn **nesplňa kritérium**

23,805 [°C] < **26,0**[°C]....pri posudzovanej kritickej m. s protislnečnou clonou **spĺňa kritérium**

Z uvedeného dôvodu doporučujem na okná z JV a JZ strany umiestniť vonkajšie žaluzie.

Príloha č.3

VÝPOČTOVÁ TEPELNÁ STABILITA V LETNOM OBDOBÍ

m.č.3.03

Veličina		
Plocha otvoru kolekčnej plochy A	17,908	m ²
Plocha skla	13,3455	m ²
Faktor tienenia F _s		
F _s = F _h · F ₀ · F _f	0,912	
Faktor tienenia F _c - pre nezatienené okno	1	
Faktor tienenia F _c - protisl. clona - podľa tabuľky	0,57	FAR.VONK.Ž.
Faktor rámov F _F	0,75	
Celk. priepustnosť sln. energie g _w =F _w ·g _(kolmé)	0,675	
TEPLOTNÁ OBLASŤ	A	
Účinná kolekčná plocha zaskl. časti obv. plášťa - bez clôn		
As _{1j} = A · F _s · F _c · F _F · g _w	8,215	m ²
Účinná kolekčná plocha zaskl. časti obv. plášťa - protislnenčná clona		
As ₂ = A · F _s · F _c · F _F · g _w	4,683	m ²
Pasívny solárny zisk - bez clôn		
Qs= I _{s1} · As ₁	25,378	m ²
Pasívny solárny zisk - protislnenčná clona		
Qs= I _{s2} · As ₂	14,465	m ²

Intenzita výmeny vzduchu:

pre okná len na jednej fasáde
n = 0,5 až 3,0 l/h

Q_{ai} > Q_{ae,m}, odporúča sa t ≤ 8 hodín

Q_{ai} -
Q_{ae,m} ≤
4K

pre okná na dvoch fasádach
n = 2,0 až 7,0 l/h

Q_{ai} < Q_{ae,m} t > 8
hodín
zmena znamienka
Qv

Energia odvodená vetraním

n - intenzita výmeny vzduchu

6,00 l/h

V - objem miestnosti

251,85 m³Qv= 0,361 · n · V · (Q_{ai} - Q_{ae,m}) · t/1000

17,456 Kwh/deň

Tepelný zisk nepriesvitnými vonkajšími konštrukciami - stena

α

0,7

A_v (podľa tabuľky 6 (str.17) STN 73 0540-3)

25,2 K

A (PLOCHA VONKAJŠIEJ STENY)

20,592 m²Odpor pri prechode tepla R₁ - obvodová stena5,37 m²·K/WQ_{e1} = ∑ 0,012 · A·A_v/R₁

1,160 kWh

Tepelný zisk nepriesvitnými vonkajšími konštrukciami - strecha šikmá

α

0,8

A_v (podľa tabuľky 6 (str.17) STN 73 0540-3)

28,4 K

A (plocha strechy)

73,2096 m²Odpor pri prechode tepla R₂ - strecha8,2 m².K/W

$$Q_{e2} = \sum 0,012 \cdot A \cdot A_v / R_2$$

3,043 kWh

Celkový tepelný zisk nepriesv. vonk. obvod. konštrukciami miestnosti

$$Q_e = Q_{e1} + Q_{e2}$$

4,202 kWh

A (plocha podlahy)

73,2096 m²

MATERIÁL	d	ρ	c	d. ρ . c
podlaha	(m)	(kg/m ³)	(J/kg.K)	J/m ² . K
PVC	0,003	1400	1100	4620
Cementový poter	0,040	2000	840	67200
Lepenka	0,001	1400	960	1344
spolu				73164

Plocha priečok (bez otvorov)

40,2 m²

MATERIÁL	d	ρ	c	d. ρ . c
priečka	(m)	(kg/m ³)	(J/kg.K)	J/m ² . K
omietka	0,015	1600	840	20160
tehla	0,125	1200	960	144000
spolu				164160

Teplo akumulované vnútornými konštrukciami miestnosti

$$W = \sum A_i \cdot \sum c \cdot \rho \cdot d \cdot Q_{ae,m} / 3,6 \cdot 10^6$$

68,08 kWh

Q_{ae,m} pre
teplotnú
oblasť A
Q_{ae,m} pre
teplotnú
oblasť B

Zisk od vnútorných zdrojovtepelný výkon vnútorných zdrojov q_i6 W/m²

$$Q_i = 0,024 \cdot q_{i, A}$$

10,5421

824 kWh

rodinný
dom ≤ 4
W.m⁻²

bytový dom
≤ 5 W.m⁻²
verejné
budovy ≤ 6
W.m⁻²

Trvalý tepelný zisk miestnosti - bez clôn

$$Q = Q_s + Q_i + Q_e - Q_v$$

22,666 kWh

Trvalý tepelný zisk miestnosti - protisľnečná clona

$$Q = Q_s + Q_i + Q_e - Q_v$$

11,753 kWh

Najvyšší denný vzostup teploty vnútorného vzduchu v miestnosti - bez clôn

$$Q_{ai, \max} = 24 \cdot (1 - e^{-Q/W})$$

6,796 K

Najvyšší denný vzostup teploty vnútorného vzduchu v miestnosti - protisľnečná clona

$$Q_{ai, \max} = 24 \cdot (1 - e^{-Q/W})$$

3,805 K