

Časť : PROJEKTOVÉ ENERGETICKÉ HODNOTENIE BUDOVY

Stavebník: Technická univerzita vo Zvolene, T.G.Masaryka 24, 960 01 Zvolen

Stavba: Zníženie energetickej náročnosti prevádzkovej budovy arboréta
Technickej univerzity vo Zvolene

Miesto stavby : Prevádzková budova , Borovianska 2174/70, Zvolen
parcela č. 4395/3 kat. územie Zvolen

Vypracoval: Ing. Ivan Koreň

Hlavný inžinier: Ing. arch. Ľ. Lendvorský

Zodpovedná osoba : Ing. Ivan Koreň

Dátum: máj 2019

Obsah

Obsah.....	2
1 Úvod	3
2 Podklady	4
3 Kritéria hodnotenia podľa STN 73 0540-2.....	4
3.1 Obvodová stena.....	6
3.2 Obvodová stena priľahlá k zemi a podlaha suterénu.....	10
3.3 Vonkajšia stena suterénu nad terénom	12
3.4 Strop pod nevykurovaným podkrovím.....	16
3.5 Vonkajšie výplňové konštrukcie	18
3.6 Hygienické kritérium - minimálna priemernú výmenu vzduchu v miestnosti	18
4 Potreba tepla na vykurovanie	19
4.1 Potreba tepla na vykurovanie – aktuálny stav	19
4.2 Potreba tepla na vykurovanie - navrhovaný stav.....	19
5 Potreba energie na vykurovanie	20
5.1 Výpočet potreby energie na vykurovanie – pôvodný stav	20
5.2 Výpočet potreby energie na vykurovanie– navrhovaný stav.....	21
6 Potreba energie na prípravu teplej vody.....	23
6.1 Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody - pôvodný stav.....	23
6.2 Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody – navrhovaný stav	24
7 Potreba energie na osvetlenie	25
7.1 Výpočet potreby energie na osvetlenie - pôvodný stav.....	25
7.2 Výpočet potreby energie na osvetlenie - navrhovaný stav.....	26
8 Celková potreba energie v budove.....	27
8.1 Výpočet potreby celkovej energie – pôvodný stav	27
8.2 Výpočet celkovej potreby energie – navrhovaný stav	28
9 Spotreba primárnej energie pre budovu.....	29
9.1 Výpočet primárnej energie – pôvodný stav	29
9.2 Výpočet primárnej energie – navrhovaný stav	30
10 Potenciál úspor energie po vykonaní navrhovaných úprav	31
10.1 Celková úspora energie v budove	31
10.2 Úspora energie na vykurovanie.....	31
11 Zaradenie budovy do energetickej triedy	31
11.1 Zaradenie do energetickej triedy – pôvodný stav.....	31
11.2 Zaradenie do energetickej triedy – navrhovaný stav.....	32
12 Záver projektového energetického hodnotenia budovy.....	33
13 Príloha 1: Výpočet U_w jednotlivých okien a balkónových dverí	34
14 Príloha 2: Výpočet potreby tepla na vykurovanie podľa STN EN ISO 13790.....	35

1 Úvod

Projektové hodnotenie energetickej hospodárnosti budovy je spracované 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 Zníženie energetickej náročnosti prevádzkovej budovy arboréta Technickej univerzity vo Zvolene. Budova je zaradená medzi školské zariadenia podľa listu vlastníctva, ako aj umiestnenia učebne v budove. Sídli v nej aj vyučujúci pedagogiku.

Budova pozostáva z troch využitých podlaží, z toho jedno sa nachádza pod úrovňou terénu. Obvodové múry sú z tehly CDm, vykurovaný suterén v styku s terénom je betónový a nad terénom murovaný z kameňa. Budova je zastrešená sedlovou strechou s nízkym spádom, podkrovie nie je možné využiť. Otvorové konštrukcie z roku 2012 sú plastové s izolačným dvojsklom a studeným dištančným rámikom. Vstupné dvere sú plastové, druhé dvere Euro drevené.

Predmetom projektovej dokumentácie je návrh celkovej obnovy budovy s cieľom znížiť jej energetickú náročnosť a odstrániť vady stavebných konštrukcií.

System vykurovania, prípravy teplej vody, osvetlenie

V budove je ústredné teplovodné vykurovanie radiátormi. Dodávka tepla na vykurovanie je realizovaná z kotolne nachádzajúcej sa v budove dielni a garáží, ktoré sú taktiež vykurované. V kotolni sú v súčasnosti inštalované dva plynové oceľové kotly. Každý kotol je menovitého výkonu 260 kW, rok výroby 1989. Ich priemerná účinnosť sa pohybuje len okolo 88%. Prevádzka kotlov je riadená len dvojstupňovo, čo neumožňuje optimálne nastaviť požadovaný vykurovací výkon. Budova je napojená kanálom medzi budovami. Vykurovacia sústava je dvojrúrovňová zo starých oceľových bezšvových rúr s teplotným spádom 80/60°C a núteným obehom. Ležaté rozvody sú tepelne izolované pôvodnou tepelnou izoláciou. Vykurovacie telesá sú bez inštalovaných termostatických ventilov.

Budova sa odpojí od kotolne na zemný plyn. V budove bude nový zdroj tepla a vykurovací systém bude vyregulovaný, na radiátoroch budú termostatické hlavice. V kotolni sa osadí 1 nový teplovodný kotol na drevené peletky s plynule regulovateľným výkonom 6 až 18 kW s automatickým podávaním peletiek zo zásobníka do horáka na kotli. V kotolni bude čerpadlo s auto adaptívnou schopnosťou riadenia otáčok. Teplota vody bude riadená ekvitermicky.

V budove je centrálna príprava teplej vody elektrickými zásobníkmi s priamym ohrevom. Zásobníky sú umiestnené v priestore pôvodnej uhoľnej kotolne. Ide o dva novšie zásobníky Tatramat objemu 200 litrov. Systém distribúcie teplej vody v budove je pôvodný bez cirkulácie s pôvodnými rozvodmi TV a pôvodnou tepelnou izoláciou mimo strojovne.

V budove sa navrhuje nový spôsob prípravy teplej vody. V kotolni na peletky sa inštaluje bivalentný zásobník objemu 300 litrov a na streche budú 4 ploché slnečné kolektory. Prednostne sa bude používať solárne teplo z kolektorov na ohrev zásobníka. Pri nedostatku slnečného svitu sa bude dohrievať kotlom na peletky, ktorý slúži aj na vykurovanie budovy. Systém distribúcie teplej vody v budove ostáva pôvodný-r bez cirkulácie s pôvodnými rozvodmi TV pôvodnou tepelnou izoláciou mimo kotolne.

Osvetľovacia sústava v budove je po úplnej rekonštrukcii z roku 2014. Vo svietidlách sú inštalované lineárne žiarivky s elektronickým predradníkom a LED žiarovky v menších miestnostiach. Riadenie osvetlenia je prevažne manuálne (typ R1), na dvoch miestach je použitý pohybový snímač. Navrhuje sa ponechanie tohto osvetlenia, ktoré je vo vyhovujúcom stave.

Navrhované zateplenie stavebných konštrukcií a výmena okien, dverí

Obvodový plášť 1.np a 2.np bude zateplené certifikovaným kontaktným zateplovacím systémom, s využitím tepelnej izolácie z kamenných minerálnych fasádnych dosiek s hr. 160 mm. Vonkajšie nadzemné steny 1.pp budú zateplené XPS hr.140mm, v styku s terénom bude toto vykurované 1.pp podlažie zateplené XPS hr.100mm.

Zateplenie strechy je navrhované nad úrovňou posledného stropu z kamennej minerálnej vlny s celkovou hrúbkou tepelnej izolácie 100 mm.

Vonkajšie otvorové výplne - okná, balkónové a vstupné dvere budú vymenené za plastové so zasklením izolačným trojsklom. Okná a dvere budú spĺňať U_w minimálne $1,0 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$.

2 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, zdravotníctvo.

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: (júl 2012) 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 účinnosti 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 účinnosti systému. Časť 2-3: Systémy rozvodu tepla .

STN EN 15316-3-1 Vykurovacie systémy v budovách. Metódy výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 3-1: Systémy prípravy teplej vody, charakteristika potrieb (hlavné požiadavky) .

STN EN 15216-3-2 Vykurovacie systémy v budovách. Metódy výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 3-2: Systémy prípravy teplej vody, distribúcia .

STN EN 15316-3-3 Vykurovacie systémy v budovách. Metódy výpočtu energetických požiadaviek systému a účinnosti systému. Časť 3-3: Systémy prípravy teplej vody, výroba .

3 Kritéria hodnotenia podľa STN 73 0540-2

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

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

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 škárovou prievzdušnosťou stykov a škár výplní 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:

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

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

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

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

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

3.1 Obvodová stena

Skutkový stav

Sumár výsledkov

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
SO 01...	stěna	0.584	1.326	0.0530	ano	---

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce -**nevyhovuje**
 U součinitel prostupu tepla konstrukce - **nevyhovuje**
 Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok - vyhovuje
 DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

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

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CDm tl.	0,3750	0,6900	960,0	1450,0	7,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0250	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Zdivo CDm tl. 375 mm	---
3	Omítka vápenocementová	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHl [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHl a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.584 m2K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 1.326 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 1.35 / 1.38 / 1.43 / 1.53 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 36.4
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 10.42 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.714

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25$ m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	RHsi[%]
	$T_{si},m[C]$	f_{Rsi},m	$T_{si},m[C]$	f_{Rsi},m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	14.0	0.714	83.5
2	15.3	0.753	11.9	0.594	14.4	0.714	84.5
3	15.7	0.721	12.3	0.526	15.6	0.714	80.7
4	16.2	0.659	12.7	0.391	16.9	0.714	76.4
5	17.2	0.576	13.8	0.135	18.3	0.714	74.7
6	18.2	0.479	14.6	-----	19.3	0.714	74.7
7	18.6	0.365	15.1	-----	19.7	0.714	74.8
8	18.5	0.409	15.0	-----	19.6	0.714	74.7
9	17.4	0.564	13.9	0.087	18.5	0.714	74.7
10	16.3	0.648	12.8	0.367	17.1	0.714	76.0
11	15.7	0.723	12.3	0.529	15.5	0.714	80.8
12	15.4	0.755	12.0	0.593	14.5	0.714	84.6

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	14.5	13.7	-11.9	-13.1
p [Pa]:	1334	1233	306	138
p,sat [Pa]:	1646	1572	218	196

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.2391	0.3900 5.251E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: 0.0530 kg/(m².rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: 3.4415 kg/(m².rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	---	61	304	---	---
2	Zdivo CDm tl.	---	---	214	61	90
3	Omítka vápenoc	---	---	214	120	31

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřijatelné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Navrhovaný stav po zateplení MW hr.160mm

Sumár výsledkov

Název kce	Typ	R [m ² K/W]	U [W/m ² K]	Ma,max[kg/m ²]	Odpaření	DeltaT10 [C]
SO 01 zateplena...	stěna	4.632	0.208	0.3425	ano	---

Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce - **vyhovuje**
U součinitel prostupu tepla konstrukce - **vyhovuje**
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok - **vyhovuje**
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540 a STN 730540

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Zdivo CDm tl.	0,3750	0,6900	960,0	1450,0	7,0	0.0000
3	Omítka vápenoc	0,0250	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
4	Nobasil FKD S	0,1600	0,0400	840,0	120,0	3,5	0.0000
5	Baunit univerz	0,0200	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
6	Cemix TZ - Sil	0,0200	0,8680	840,0	1750,0	24,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Zdivo CDm tl. 375 mm 1	---
3	Omítka vápenocementová	---
4	Nobasil FKD S	---
5	Baunit univerzální stěrka	---
6	Cemix TZ - Silikátová zatíraná omítka	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.632 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.208 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 1318.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 19.2 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.79 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{si,p} : 0.949

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m2K/W.

Číslo měsíce Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu: Vypočtené hodnoty

	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.4	0.949	59.2
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.5	0.949	61.3
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.7	0.949	62.1
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.9	0.949	63.2
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.2	0.949	66.5
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.949	69.7
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.949	71.5
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.949	70.9
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.2	0.949	67.1
10	16.3	0.648	12.8	0.367	20.0	0.949	63.4
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.7	0.949	62.2
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.5	0.949	61.7

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.6	19.5	15.5	15.3	-14.3	-14.5	-14.7
p [Pa]:	1334	1281	792	704	600	228	138
p,sat [Pa]:	2285	2269	1759	1738	175	172	169

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.5750	0.5750	5.580E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.3373 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.9379 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
11	0.5750	0.5750	0.0863	0.0359	0.0504	0.0504
12	0.5750	0.5750	0.1085	0.0283	0.0802	0.1306
1	0.5750	0.5750	0.1075	0.0234	0.0841	0.2175
2	0.5750	0.5750	0.0986	0.0249	0.0737	0.2912
3	0.5750	0.5750	0.0884	0.0373	0.0511	0.3423
4	0.5750	0.5750	0.0532	0.0530	0.0002	0.3425
5	0.5750	0.5750	0.0125	0.0839	-0.0714	0.2711
6	0.5750	0.5750	-0.0197	0.1078	-0.1274	0.1437
7	---	---	-0.0392	0.1294	-0.1686	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.3425 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **0.3425 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.2876 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0549 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,a).

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozeznání relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	90	213	62	---	---
2	Zdivo CDm tl.	151	153	61	---	---
3	Omítka vápenoc	212	123	30	---	---
4	Nobasil FKD S	---	---	62	30	273
5	Baumit univerz	---	---	62	30	273
6	Cemix TZ - Sil	---	---	153	212	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

3.2 Obvodová stena priľahlá k zemine a podlaha suterénu

Skutkový stav

Podľa STN 73 0540-2012 Zm1 je **súčasný stav nevyhovujúci**, nakoľko R prekračuje normovú hodnotu odporúčaného tepelného odporu pre stenu vykurovaného priestoru priľahlú k zemine 2,5 m².K/W.

Vykurovaný suterén . Výpočet podľa STN EN ISO 13370 Tepelnotechnické vlastnosti budov, Šírenie tepla zeminou

Lambda	2	W/(m.K)		
Charakteristický rozmer podlahy	je podiel plochy podlahy a polovice jej obvodu			
plocha	16,35	9,525	155,73	m ² A
obvod/2			25,875	m P/2
Charakteristický rozmer podlahy	B´		6,019	m
hrúbka steny	W		0,4	m
	Rsi		0,17	
	Rse		0,04	
	Rf		0	
podlaha	dt		0,82	m
stena suterénu - pôvodná	Rw		0,250	W/(m ² .K)
	dw		0,840	m ekvivalentná hrúbka stien suterénu pod úrovňou okolitého terénu.
	z		1,7	m hĺbka suterénu
	dt+0,5z		1,67	m
W/K	Hg	ustálený merný tepelný tok zeminou		
W/K	Hg	A*U+P*Ψ všeobecný vzťah pre podlahy		
W/(m.K)	Ψ	lineárny stratový súčiniteľ styku steny a podlahy		
W/(m.K)	Ψ	sa získa numerickými výpočtami podľa metódy c) alebo z tabuliek hodnôt podľa metódy d).		
Pre ročný periodický tepelný tok pozri 7.3 a prílohu A.				

Šírenie tepla z celého suterénu

$$U' = A*U_{bf} + z*P*U_{bw}$$

Rovnica (16) udáva tepelný tok z celého suterénu. Tepelný tok cez podlahu a steny suterénu je vnútorne previazaný a z tohto dôvodu prvé dva členy vo vzťahu (16) sú približným odhadom pre tepelný tok podlahy a stien.

			3,14	π.B	18,9	
prírodný logaritmus	ln	2,5109			11,32	12,317
			4	/	20,57	0,1945
Podlaha suterénu	U _{bf}	0,488	W/(m ² .K)			
			2.lam		4	
			3,14	π.z	5,338	0,7493
			1+	0,5.dt	0,41	
				dt+z	2,52	1,1627
Stena suterénu	ln	1,1065	1+	z/dw	2,024	3,0238
	U _{bw}	0,964	W/(m ² .K)			
	A*U _{bf}	76,045				
	z*P*U _{bf}	84,814				
		160,86				
	A+z*P	243,71				
Efektívny súčiniteľ prechodu tepla	U´	0,660	W/(m ² .K)			

Navrhovaný stav

Navrhuje sa zateplenie steny suterénu priľahlej k terénu ETICS XPS hr.100mm z vonkajšej strany.

Vykurovaný suterén - po zateplení stien v styku s terénom

Lambda 2 W/(m.K)

Charakteristický rozmer podlahy

je podiel plochy podlahy a polovice jej obvodu

plocha 16,35 9,525 155,734 m² A
 obvod/2 25,875 m P/2

Charakteristický rozmer podlahy

hrúbka steny B' 6,02 m
 W 0,48 m
 Rsi 0,17
 Rse 0,04
 Rf 0
 podlahy dt 0,9 m

stena suterénu - zateplená XPS hr.100mm

Rw 3,19 W/(m².K) U 0,2975 W/(m².K)
 dw 6,72 m ekvivalentná hrúbka stien suterénu pod úrovňou okolitého terénu.
 z 1,7 m hĺbka suterénu
 dt+0,5z 1,75 m

W/K Hg ustálený merný tepelný tok zeminou

W/K Hg A*U+P*Ψ všeobecný vzťah pre podlahy

W/(m.K) Ψ lineárny stratový súčiniteľ styku steny a podlahy

W/(m.K) Ψ sa získa numerickými výpočtami podľa metódy c) alebo z tabuliek hodnôt podľa metódy d).

Pre ročný periodický tepelný tok pozri 7.3 a prílohu A.

Šírenie tepla z celého suterénu

$U' = A \cdot U_{bf} + z \cdot P \cdot U_{bw}$

Rovnica (16) udáva tepelný tok z celého suterénu. Tepelný tok cez podlahu a steny suterénu je vnútorne previazaný a z tohto dôvodu prvé dva členy vo vzťahu (16) sú približným odhadom pre tepelný tok podlahy a stien.

			3,14 π.B	18,899	11,79
prírodný logaritmus	ln	2,46804		10,799	926
			4 /	20,649	0,193
Podlahy suterénu	U _{bf}	0,4781	W/(m ² .K)		717
			2.lam	4	0,749
			3,14 π.z	5,338	344
			0,5.d		
			1+ t	0,45	1,173
			dt+z	2,6	077
					1,252
Stena suterénu po zateplení	ln	0,22545	1+ z/dw	0,2529	888
	U _{bw}	0,198	W/(m ² .K)		
	A*U _{bf}	74,4563			
	z*P*U _{bf}	17,4349			
		91,8912			
	A+z*P	243,709			
Efektívny súčiniteľ prechodu tepla po zateplení	U'	0,377	W/(m ² .K)		

Podľa STN 73 0540-2012 Z1 je po zateplení vyhovujúci stav, nakoľko R neprekračuje normovú hodnotu odporúčaného tepelného odporu pre stenu vykurovaného priestoru priľahlú k zemi 2,5 m².K/W.

3.3 Vonkajšia stena suterénu nad terénom

Jestvujúci stav

Sumár výsledkov

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCIÍ

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
SO 02...	stěna	0.303	2.114	1.9585	ne	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce - nevyhovuje
U	součinitel prostupu tepla konstrukce - nevyhovuje
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok - nevyhovuje
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

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

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Vápenec polotv	0,3650	1,4000	1000,0	2000,0	50,0	0.0000
3	Vápenec měkký	0,0300	1,1000	1000,0	1800,0	40,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Vápenec polotvrdý	---
3	Vápenec měkký	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu balance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 0.303 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 2.114 W/m²K
 Součinitel prostupu zabudované kce U_{k,c} : 2.13 / 2.16 / 2.21 / 2.31 W/m²K
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.0E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 21.1
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 11.3 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 5.60 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.579

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} [m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.7	0.743	11.3	0.595	10.9	0.579	100.0
2	15.3	0.753	11.9	0.594	11.5	0.579	100.0
3	15.7	0.721	12.3	0.526	13.2	0.579	94.1
4	16.2	0.659	12.7	0.391	15.2	0.579	85.5
5	17.2	0.576	13.8	0.135	17.3	0.579	79.9
6	18.2	0.479	14.6	-----	18.6	0.579	77.7
7	18.6	0.365	15.1	-----	19.3	0.579	76.8
8	18.5	0.409	15.0	-----	19.1	0.579	77.0
9	17.4	0.564	13.9	0.087	17.5	0.579	79.5
10	16.3	0.648	12.8	0.367	15.4	0.579	84.5
11	15.7	0.723	12.3	0.529	13.1	0.579	94.4
12	15.4	0.755	12.0	0.593	11.7	0.579	100.0

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	10.8	9.7	-9.9	-12.0
p [Pa]:	1334	1317	211	138
p,sat [Pa]:	1296	1201	261	217

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází k povrchové kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	práva [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.0000	0.2462	2.701E-0007

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M_{c,a}: 1.9585 kg/(m².rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok M_{ev,a}: 0.7088 kg/(m².rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozeznání relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenoc	---	---	214	151	---
2	Vápenec polotv	---	---	214	151	---
3	Vápenec měkký	---	62	303	---	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

Navrhovaný stav – zateplení XPS hr. 140 mm

Sumár výsledkov

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
SO 02 zateplená...	stěna	4.430	0.217	0.0024	ano	---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce - vyhovuje
U	součinitel prostupu tepla konstrukce - vyhovuje
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok - vyhovuje
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

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

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce :	Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU :	0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0150	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Vápenec polotv	0,3650	1,4000	1000,0	2000,0	50,0	0.0000
3	Extrudovaný po	0,1400	0,0340	2060,0	30,0	100,0	0.0000
4	Baumit univerz	0,0150	0,8000	900,0	1800,0	100,0	0.0000
5	Cemix TZ - Sil	0,0150	0,8680	840,0	1750,0	24,0	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Vápenec polotvrdý	---
3	Extrudovaný polystyren	---
4	Baumit univerzální stěrka	---
5	Cemix TZ - Silikátová zatíraná omítka	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.13 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH _i :	55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.1	1336.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	57.3	1389.6	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	58.8	1426.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	60.7	1472.1	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	64.9	1573.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	68.7	1666.1	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	70.1	1700.0	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	65.6	1590.9	13.3	74.1	1131.2
10	31 744	20.6	61.0	1479.4	8.3	77.1	843.7
11	30 720	20.6	58.8	1426.0	2.9	79.5	597.9
12	31 744	20.6	57.7	1399.3	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH_i a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.430 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.217 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m²K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 725.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 14.8 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.71 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.947

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m	T _{si} ,m[C]	f _{Rsi} ,m			
1	14.7	0.743	11.3	0.595	19.4	0.947	59.4
2	15.3	0.753	11.9	0.594	19.5	0.947	61.5
3	15.7	0.721	12.3	0.526	19.7	0.947	62.3
4	16.2	0.659	12.7	0.391	19.9	0.947	63.3
5	17.2	0.576	13.8	0.135	20.2	0.947	66.6
6	18.2	0.479	14.6	-----	20.4	0.947	69.8
7	18.6	0.365	15.1	-----	20.4	0.947	71.5
8	18.5	0.409	15.0	-----	20.4	0.947	70.9
9	17.4	0.564	13.9	0.087	20.2	0.947	67.2
10	16.3	0.648	12.8	0.367	19.9	0.947	63.5
11	15.7	0.723	12.3	0.529	19.7	0.947	62.3
12	15.4	0.755	12.0	0.593	19.5	0.947	61.9

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	19.6	19.5	17.5	-14.4	-14.6	-14.7
p [Pa]:	1334	1324	690	203	151	138
p _{sat} [Pa]:	2279	2262	1994	174	172	170

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p_{sat} je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.5200	0.5200	3.307E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: 0.0024 kg/(m².rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: 1.0309 kg/(m².rok)

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

Rozmezí relativních vlhkostí v jednotlivých materiálech (pro poslední roční cyklus):

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	Omítka vápenec	90	213	62	---	---
2	Vápenec polotv	90	213	62	---	---
3	Extrudovaný po	---	---	214	151	---
4	Baumit univerz	---	---	214	151	---
5	Cemix TZ - Sil	---	---	275	90	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřipustné hmotnostní vlhkosti materiálu či riziko jeho koroze.

3.4 Strop pod nevykurovaným podkrovím

Skutkový stav

Sumár výsledkov

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

STN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Strop pod pokrovím...	podlaha	4.305	0.225	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce - nevyhovuje
U	součinitel prostupu tepla konstrukce - nevyhovuje
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok - vyhovuje
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

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

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Stropnice s vl	0,2000	1,1000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
3	Knauf TI 135 U	0,1600	0,0390	840,0	20,0	3,2	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Stropnice s vložkami PLM	---
3	Knauf TI 135 U	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	-12.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	4.305 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.225 W/m2K

Součinitel prostupu zabudované kce U,kc : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 :	134.5
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 :	7.0 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p :	18.83 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p :	0.946

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/W.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
theta [C]:	19.9	19.7	18.4	-11.7
p [Pa]:	1334	1254	289	182
p,sat [Pa]:	2318	2297	2113	223

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Navrhovaný stav – zateplenie podlahy v podkroví MW hr.100mm

Sumár výsledkov

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

STN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Strop pod pokrovím zat...	podlaha	6.869	0.143	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce - vyhovuje
U	součinitel prostupu tepla konstrukce - vyhovuje
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok - vyhovuje
DeltaT10	pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

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

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenoc	0,0200	0,9900	790,0	2000,0	19,0	0.0000
2	Stropnice s vl	0,2000	1,1000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
3	Knauf TI 135 U	0,1600	0,0390	840,0	20,0	3,2	0.0000
4	Knauf TI 135 U	0,1000	0,0390	840,0	20,0	3,2	0.0000

Poznámka: D je tloušťka vrstvy, Lambda je návrhová hodnota tepelné vodivosti vrstvy, C je měrná tepelná kapacita vrstvy, Ro je objemová hmotnost vrstvy, Mi je faktor difúzního odporu vrstvy a Ma je počáteční zabudovaná vlhkost ve vrstvě.

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Omítka vápenocementová	---
2	Stropnice s vložkami PLM	---
3	Knauf TI 135 U	---
4	Knauf TI 135 U	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m2K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te :	-12.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	6.869 m2K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.143 W/m2K
Součinitel prostupu zabudované kce U,kc :	0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 W/m2K

Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 :	221.8
Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 :	7.9 h

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor podle ČSN 730540 a EN ISO 13788:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.46 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.965

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.1	20.0	19.2	0.1	-11.8
p [Pa]:	1334	1259	347	245	182
p,sat [Pa]:	2357	2343	2223	616	220

Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p,sat je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

3.5 Vonkajšie výplňové konštrukcie

Súčiniteľ prechodu tepla okien a dverí sa počíta zo vzťahu $U_w = U_F \cdot A_F + U_G \cdot A_G + \psi_g \cdot I_g / A_F + A_G$

Skutkový stav:

Okná a balkónové dvere v roku 2011 boli vymenené za plastové s profilom Rehau Euro 70 s hodnotou $U_f=1,3$, s izolačným dvojsklom $U_g=1,0$ a studeným okrajovým pásikom - dištančným profilom swisspacer Ψ_g . Tieto okná nespĺňajú tepelnotechnické hodnoty stanovené auditom a požiadavku tepelno-technickou normou pre nové okná od roku 2016 pre celé okno $U_w \leq 1,0$. Súčiniteľ prechodu tepla týchto stavebných konštrukcií je od $1,3 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$ do $1,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, v priemere U_w je $1,46 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

$U_{n,ok}(1,0) > U_{ok,N}$ podľa STN 73 0540 Zmena 1 sú nevyhovujúce

$U_{n,dv}(2,5) > U_{dv,N}$podľa STN 73 0540 Zmena 1 sú nevyhovujúce

Navrhovaný stav:

V projekte sa uvažuje výmena všetkých vonkajších dverí, a okien. Súčiniteľ prechodu tepla fasádnych okien a dverí: s plastovým profilom a izolačným trojsklom bude: $U_f \leq 1,0 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, $U_g \leq 0,7 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{K}^{-1}$, $\Psi_g \leq 0,034 \text{ W}/\text{m}\cdot\text{K}$. Tieto nové okná budú spĺňať požiadavku tepelno-technickej normy pre nové okná od roku 2016 pre celé okno $U_w \leq 1,0$. Okná s plochou menšou ako $1,8 \text{ m}^2$ nemusia spĺňať požiadavky normy, musia byť zhotovené z rovnakých komponentov ako okná spĺňajúce požiadavky. Priemerný súčiniteľ nových okien a balkónových dverí v budove bude $U_w = 0,91 \text{ W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$.

Budú splnené kritéria minimálnych tepelno-technických vlastností podľa STN stavebných konštrukcií (steny, strecha, okná, dvere) dotknutých stavebnými úpravami.

3.6 Hygienické kritérium - minimálna priemernú výmenu vzduchu v miestnosti

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

Pri výpočte pôvodného stavu uvažujeme pre plastové 5-komorové okná so stavebnou hĺbkou 70mm hodnotu súčiniteľa škárovej prievzdušnosti $0,12 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m}\cdot\text{s}\cdot\text{Pa}^{0,67}$.

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

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

$n \geq n_N$, kde n_N je požadovaná priemerná intenzita výmeny vzduchu (1/h) 0,5 krát za hodinu

n - počet okien daného druhu

l - dĺžka škáry v m

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

$$n = 25200 \times \sum \frac{105,0 \times 1,2 \cdot 10^{-4}}{1424,90}$$

$$n = \sum n_j = 0,223 \text{ 1/h}, \quad n < n_{\min} = 0,5 \text{ 1/h}.$$

Pri výpočte nového stavu uvažujeme plastové okná s izolačným trojsklom. Okná ktoré sú z hľadiska škárovej prievzdušnosti tesnejšie, sa uvažuje vo výpočte z hodnotou súčiniteľa škárovej prievzdušnosti $0,1 \cdot 10^{-4} \text{ m}^3/\text{m.s.Pa}^{0,67}$.

$$n = 25200 \times \sum \frac{104,81 \times 1,0 \cdot 10^{-4}}{1513,8}$$

$$n = \sum n_j = 0,174 \text{ 1/h}, \quad n < n_{\min} = 0,5 \text{ 1/h}$$

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

Podrobný výpočet potreby tepla je v prílohe tejto správy.

4 Potreba tepla na vykurovanie

4.1 Potreba tepla na vykurovanie – aktuálny stav

Technické a geometrické parametre budovy pred zateplením:

Celková zastavaná plocha [m²] A = 160,82 m²
 Obvod zastavanej plochy [m] P = 60,25 m
 Obostavaný vykurovaný objem [m³] Vb = 1424,90 m³
 Celková podlahová plocha [m²] Ab = 482,47 m²
 Ochladzovaná obalová konštrukcia [m²] $\sum A_i = 842,26 \text{ m}^2$
 Faktor tvaru budovy $\sum A_i/V_b = 0,59$
 Počet podlaží 3
 Priemerná konštrukčná výška podlažia [m] hk,pr = 2,95 m

$Q_H = 66\,936,04 \text{ kWh}$ (výpočet podľa STN EN ISO13790 vid'. príloha)

$Q_{H,nd,N2} =$	$\frac{46,98 \text{ kW/m}^3}{138,74 \text{ kW/m}^2}$
$Q_{H,nd,N1} =$	

Prerušované vykurovanie:

$$Q_{H,nd, \text{interm}=Q_{H,nd, \text{contxah,red}} = \boxed{119,73} \text{ kW/m}^2$$

Normalizované hodnoty potreby tepla pre neprerušované vykurovanie 3422 K.deň podľa STN 73 0540-2 Zmena 1 (2016): $Q_{H,nd,r1} = 35,43 < 138,74 \dots \dots \dots \text{nevyhovuje}$

Podrobný výpočet potreby tepla je v prílohe tejto správy.

4.2 Potreba tepla na vykurovanie - navrhovaný stav

Technické a geometrické parametre budovy po zateplení:

Celková zastavaná plocha [m²] A = 169,87 m²
 Obvod zastavanej plochy [m] P = 60,427 m
 Obostavaný vykurovaný objem [m³] Vb = 1513,79 m³
 Celková podlahová plocha [m²] Ab = 506,44 m²

Ochladzovaná obalová konštrukcia [m²] $\sum A_i = 878,24 \text{ m}^2$

Faktor tvaru budovy $\sum A_i/V_b = 0,58$

Počet podlaží 3

Priemerná konštrukčná výška podlažia [m] $h_{k,pr} = 2,99 \text{ m}$

$Q_H = 23\,353,50 \text{ kWh}$ (výpočet podľa STN EN ISO13790 vid'. príloha)

$Q_{H,nd,N2} =$	15,43 kW/m ³
$Q_{H,nd,N1} =$	46,11 kW/m ²

Prerušované vykurovanie:

$Q_{H,nd,interm=Q_{H,nd,contxah,red}} =$ **39,80 kW/m²**

Normalizované hodnoty potreby tepla pre neprerušované vykurovanie 3422 K.deň podľa STN 73 0540-2 Zmena 1 (2016): $Q_{H,nd,r1} = 35,04 < 46,11$. nevyhovuje. Podlahu suterénu nie je možné zatepliť s ekonomických a technických dôvodov.

Podrobný výpočet potreby tepla je v prílohe tejto správy.

5 Potreba energie na vykurovanie

5.1 Výpočet potreby energie na vykurovanie – pôvodný stav

V budove je ústredné teplovodné vykurovanie radiátormi. Dodávka tepla na vykurovanie je realizovaná z kotolne nachádzajúcej sa v budove dielni a garáží, ktoré sú taktiež vykurované. V kotolni sú v súčasnosti inštalované dva plynové oceľové kotly typu PGV 25 výrobcu ČKD Dukla. Každý kotol je menovitého výkonu 260 kW, rok výroby 1989. Ide o kotly zastaranej konštrukcie, ktoré sú značne poruchové a nespoľahlivé. Ich priemerná účinnosť sa pohybuje len okolo 88%. Prevádzka kotlov je riadená len dvojstupňovo, čo neumožňuje optimálne nastaviť požadovaný vykurovací výkon. Budova je napojená kanálom medzi budovami. Vykurovacia sústava je dvojrúrová zo starých oceľových bezšvových rúr s teplotným spádom 80/60°C a núteným obehom. Ležaté rozvody sú tepelne izolované pôvodnou tepelnou izoláciou. Vykurovacie telesá sú bez inštalovaných termostatických ventilov.

Výpočet potreby energie na vykurovanie – pôvodný stav			
VSTUPNÉ ÚDAJE			
1	Budova	Kategória budovy	4
2		Celková podlahová plocha	482,5 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 staré kotly
12		Energetický nosič	zemný plyn
13		Umiestnenie zdroja	v budove
14		Účinnosť výroby tepla	88 %
15	Potreba tepla a energie	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	119,73 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	16,45	m
26	Šírka zóny	9,6	m
27	Výška zóny	2,9	m
28	Počet podlaží v zóne	3	
29	Merná tepelná strata	-	W/m
30	Teplota okolitého prostredia	20	°C
31	Stredná teplota vykurovacej látky	43,9	°C
32	Počet prevádzkových hodín	1590	h
33	Potreba tepelnej energie pri jej odovzdávaní do priestoru	13,89	kWh/(m ² .a)
34	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie	12,89	kWh/(m ² .a)
35	Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov)	146,51	kWh/(m ² .a)
36	Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätne získané teplo)	1,78	kWh/(m ² .a)
37	Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov	144,73	kWh/(m ² .a)
38	Príkion čerpadiel	0,26	W
39	Čas prevádzky počas roka	1590	h
40	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla)	0,86	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	0,00	kWh/(m ² .a)
51	Strata pri výrobe (účinnosť zdroja)	17,37	kWh/(m ² .a)
52	Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja	0,00	kWh/(m ² .a)
VÝSLEDKY			
53	Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	119,73	kWh/(m².a)
54	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	162,10	kWh/(m².a)
55	Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	162,10	kWh/(m².a)
56	Vlastná elektrická energia	0,86	kWh/(m².a)
57	Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove pre pôvodný stav	89,7	%

5.2 Výpočet potreba energie na vykurovanie– navrhovaný stav

Budova sa odpojí od kotolne na zemný plyn. V budove bude nový zdroj tepla a vykurovací systém bude vyregulovaný, na radiátoroch budú termostatické hlavice. V kotolni sa osadí 1 nový teplovodný kotol na drevené peletky s plynule regulovateľným výkonom 6 až 18 kW s automatickým podávaním peletiek zo zásobníka do horáka na kotli. V kotolni bude nové čerpadlo s auto adaptívnou schopnosťou, ktoré zabezpečí konštantné tlakové pomery v systéme. Teplota vody bude riadená ekvitermicky.

Navrhované riešenie zahŕňa výmenu radiátorových ventilov za ventily s prednastavením a termostatickými hlaviciami. Takéto riešenie umožní celý systém hydraulicky vyregulovať, dosiahnuť požadované teploty v každej miestnosti a prinesie úsporu nákladov na vykurovanie.. Vykurovacie telesá majú navrhnutý na prívode regulačný ventil s termostatickou hlaviciou, čím sú splnené podmienky platnej legislatívy po zateplení budovy. Nutné je nastavenie prietoku vody regulačnými armatúrami na stav po zateplení budovy.

Výpočet potreby energie na vykurovanie – navrhovaný stav			
VSTUPNÉ ÚDAJE			
1	Budova	Kategória budovy	4
2		Celková podlahová plocha	506,4 m ²
3		Vykurovací systém	ústredné teplovodné vykurovanie radiátormi
4		Distribučný systém	áno
5		Druh tepelnej ochrany rozvodov	minerálna vlna alebo trubice z PE
6		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	20 - 40 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	kotel v budove
12		Energetický nosič	drevené peletky
13		Umiestnenie zdroja	v budove
14		Účinnosť výroby tepla - COP	86 -
15	Potreba tepla a energie	Potreba tepla na vykurovanie (z tab. 1)	39,80 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	37,1 °C
24		Počet prevádzkových hodín za rok	403 h
25		Zjednodušená metóda: Dĺžka zóny	16,45 m
26		Šírka zóny	9,6 m
27		Výška zóny	2,9 m
28		Počet podlaží v zóne	3
29		Merná tepelná strata	- W/m
30		Teplota okolitého prostredia	20 °C
31		Stredná teplota vykurovacej látky	37,1 °C
32		Počet prevádzkových hodín	403 h
33		Potreba tepelnej energie pri jej odovzdávaní do priestoru	3,18 kWh/(m ² .a)
34		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie	2,24 kWh/(m ² .a)
35		Potreba tepelnej energie na vykurovanie (bez zohľadnenia ziskov)	45,21 kWh/(m ² .a)
36		Zisky tepelnej energie zo systému prípravy TV a elektropohonov (spätne získané teplo)	1,02 kWh/(m ² .a)
37		Potreba tepelnej energie vykurovania po zohľadnení tepelných ziskov	44,20 kWh/(m ² .a)
38		Príkion čerpadiel	0,30 W
39		Čas prevádzky počas roka	403 h
40		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla)	0,24 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	0 h
49		Tepelné straty pri odovzdávaní mimo hranice budovy	0 kWh/(m ² .a)
50		Tepelné straty akumuláciou tepla	0,00 kWh/(m ² .a)
51		Strata pri výrobe (účinnosť zdroja)	6,19 kWh/(m ² .a)
52		Tepelná energia zo solárneho zdroja alebo iného obnoviteľného zdroja	0,00 kWh/(m ² .a)
VÝSLEDKY			
53		Potreba energie bez strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	39,80 kWh/(m ² .a)
54		Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla	50,38 kWh/(m ² .a)
55		Potreba energie na vykurovanie vrátane strát pri odovzdávaní, distribúcii a výrobe tepla (so zohľadnením obnoviteľného zdroja)	50,38 kWh/(m ² .a)
56		Vlastná elektrická energia	0,24 kWh/(m ² .a)
57		Podiel potreby energie na vykurovanie z celkovej potreby energie v budove pre navrhovaný stav	73,8 %

6 Potreba energie na prípravu teplej vody

6.1 Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody - pôvodný stav

V budove je centrálna príprava teplej vody elektrickými zásobníkmi s priamym ohrevom. Zásobníky sú umiestnené v priestore pôvodnej uhoľnej kotolne. Ide o dva novšie zásobníky Tatramat objemu 200 litrov. Systém distribúcie teplej vody v budove je pôvodný bez cirkulácie s pôvodnými rozvodmi TV a pôvodnou tepelnou izoláciou mimo strojovne.

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	centrálna
4		Celková podlahová plocha	482,5 m ²
5		Distribučný systém	áno bez cirkulácie
6		Druh tepelnej ochrany rozvodov	pôvodné potrubie - plstené pásy a sklená vata
7		Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	3 až 20 mm
8		Meranie a regulácia	termostatom
9	Zdroj tepla	Typ zdroja	2 zásobníky s priamym ohrevom
10		Energetický nosič	elektrina
11		Umiestnenie zdroja	v budove
12		Účinnosť výroby tepla	99 %
13	Potreba tepelnej energie a	Potrebný objem TV	0,583 m ³ /deň
14		Potrebný denný objem TV na m ² celkovej podlahovej plochy	0,441 m ³ /m ²
15		Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	10,00 kWh/(m ² .a)
16		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	0,35 W/(m.K)
17		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	DN 15 - 2 , DN 20 - 15 , DN 25 - 20 mm
18		Dĺžka potrubí	38 m
19		Merná tepelná strata	W/K
20		Teplota vody v potrubí	55 °C

21	Teplota okolitého prostredia	20 °C
22	Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia)	0,50 kWh/(m ² .a)
23	Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník)	2,64 kWh/(m ² .a)
24	Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV	3,14 kWh/(m ² .a)
25	Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	16,29 kWh/(m ² .a)
26	Dĺžka vykurovacieho obdobia	212 dni
27	Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	1,8 kWh/(m ² .a)
28	Typ čerpadla	-
29	Príkion čerpadla (spolu)	0,00 kW
30	Počet prevádzkových hodín v roku	0 h
31	Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla v budove)	0,0 kWh/(m ² .a)
32	Obnoviteľný zdroj	-
33	Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	0 kWh/a
34	Plocha slnečných kolektorov	0,00 m ²
35	Účinnosť slnečných kolektorov	0 %
36	Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	0,00 kWh/(m ² .a)
37	Potreba tepelnej energie na prípravu TV po zohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	16,29 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)	0,13 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/(m².a)
46	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV	13,27 kWh/(m².a)
47	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	13,27 kWh/(m².a)
48	Vlastná elektrická energia (čerpadla)	0,00 kWh/(m².a)
49	Podiel potreby energie na prípravu teplej vody z celkovej potreby energie v budove pre pôvodný stav	7,3 %

6.2 Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody – navrhovaný stav

V budove sa navrhuje nový spôsob prípravy teplej vody. V kotolni na peletky sa inštaluje bivalentný zásobník objemu 300 litrov a na streche budú 4 ploché slnečné kolektory. Prednostne sa bude používať solárne teplo z kolektorov na ohrev zásobníka. Pri nedostatku slnečného svitu sa bude dohrievať kotlom na peletky, ktorý slúži aj na vykurovanie budovy. Systém distribúcie teplej vody v budove ostáva pôvodný-r bez cirkulácie s pôvodnými rozvodmi TV pôvodnou tepelnou izoláciou mimo kotolne.

Výpočet potreby energie na prípravu teplej vody (TV) – navrhovaný stav		
VSTUPNÉ ÚDAJE		
1	Kategória budovy	4
2	Spôsob hodnotenia	normalizované
3	Systém prípravy TV	centrálne akumulácia
4	Celková podlahová plocha	506,4 m ²
5	Distribučný systém	áno bez cirkulácie
6	Druh tepelnej ochrany rozvodov	pôvodné potrubie - plstené pásy, nové potrubie - trubice z PE
7	Hrúbka tepelnej izolácie rozvodov	3 až 20 mm

8	Meranie a regulácia	termostatom		
9	Zdroj tepla	Typ zdroja	bivalentný zásobník	
10		Energetický nosič	elektrina	
11		Umiestnenie zdroja		
12		Účinnosť výroby tepla	99 %	
13	Potreba tepelnej energie a energie	Potrebný objem TV	0,612 m ³ /deň	
14		Potrebný denný objem TV na m ² celkovej podlahovej plochy	0,441 m ³ /m ²	
15		Potreba tepelnej energie na normalizovaný objem TV	10,00 kWh/(m ² .a)	
16		Súčiniteľ tepelnej vodivosti	0,35 W/(m.K)	
17		Hrúbka tepelnej izolácie pre jednotlivé svetlosti potrubia	DN 15 - 2 , DN 20 - 15 , DN 25 - 20	mm
18		Dĺžka potrubí	38	m
19		Merná tepelná strata	180,76	W/K
20		Teplota vody v potrubí	55	°C
21		Teplota okolitého prostredia	20	°C
22		Potreba tepelnej energie na krytie strát distribúcie (cirkulácia)	0,47	kWh/(m ² .a)
23		Potreba tepelnej energie na krytie strát výroby (zásobník)	1,33	kWh/(m ² .a)
24		Potreba tepelnej energie na krytie strát dodanej TV	1,80	kWh/(m ² .a)
25		Potreba tepelnej energie pre systém teplej vody	13,61	kWh/(m ² .a)
26		Dĺžka vykurovacieho obdobia	212	dni
27		Tepelné straty systému prípravy TV využiteľné pre vykurovanie	0,0	kWh/(m ² .a)
28		Typ čerpadla	nabíjacie	
29		Príkion čerpadla (spolu)	0,10	kW
30		Počet prevádzkových hodín v roku	73	h
31		Potreba vlastnej elektrickej energie (čerpadla v budove)	0,0	kWh/(m ² .a)
32		Obnoviteľný zdroj	4 ploché kolektory	
33		Ročné využiteľné teplo zo slnečného žiarenia	3 238	kWh/a
34		Plocha slnečných kolektorov	8	m ²
35		Účinnosť slnečných kolektorov	39,3	%
36		Tepelná energia zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	6,39	kWh/(m ² .a)
37		Potreba tepelnej energie na prípravu TV po zohľadnení tepelnej energie zo solárneho systému alebo iného obnoviteľného zdroja	7,21	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)	0,87	kWh/(m ² .a)
43		Pomocná energia pre solárny ohrev solárne čerpadlo	31	kWh/a
44			0,06	kWh/(m ² .a)
VÝSLEDKY				
45		Potreba energie na prípravu TV budovy	10,00	kWh/(m².a)
46	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV	12,67	kWh/(m².a)	
47	Potreba energie na prípravu TV vrátane strát pri distribúcii a výrobe TV so zohľadnením obnoviteľného zdroja	6,28	kWh/(m².a)	
48	Vlastná elektrická energia (čerpadla)	0,08	kWh/(m².a)	
49	Podiel potreby energie na prípravu teplej vody z celkovej potreby energie v budove pre navrhovaný stav	18,6	%	

7 Potreba energie na osvetlenie

7.1 Výpočet potreby energie na osvetlenie - pôvodný stav

Osvetľovacia sústava v budove je po rekonštrukcii z roku 2014. Vo svietidlách sú inštalované lineárne žiarivky s elektronickým predradníkom a LED žiarovky v menších miestnostiach. Riadenie osvetlenia je prevažne manuálne (typ R1), na dvoch miestach je použité pohybové čidlo.

- **Popis súčasného stavu**

V riešenom objekte je v súčasnosti 131 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. $A = 482,47 \text{ m}^2$

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

$$P_n = \sum P_i / 1000 = 2,173 \text{ kW}$$

- **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 B4 a typ riadenia R1 je činiteľ využitia denného svetla: $F_D = 0,92$

- **Určenie činiteľa obsadenosti budovy F_O**

Pre typ budovy B4 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)**

$$W = 0,5 \times A + P_n \times F_C \times F_O \times (t_D \times F_D + t_N) = 0,5 \times 482,47 + 2,173 \times 1,00 \times 0,50 \times (2400 \times 0,92 + 0)$$
$$W = 2640 \text{ kWh/rok}$$

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

$$LENI = W/A = 5,47 \text{ kWh} / (\text{m}^2.\text{rok})$$

Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie pre pôvodný stav v budove je 3,0 %.

7.2 Výpočet potreby energie na osvetlenie - navrhovaný stav

Výpočet bol realizovaný za predpokladu, že bude realizované zateplenie a tým pádom sa zväčší podlahová plocha budovy.

- **Popis navrhovaného stavu**

V riešenom objekte ostávajú pôvodné svietidlá, ktoré boli vymenené v nedávnej dobe.

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:.
- **Určenie plochy A (m²)**
Celková úžitková podlahová plocha budovy sa určila sumáciou plôch miestností - A = 506,44 m²
- **Určenie celkového inštalovaného príkonu svietidiel P_n (kW)**
 $P_n = \Sigma P_i / 1000 = 2,173 \text{ kW}$
- **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 h/rok, t_N = 0 h/rok, t₀ = 2 400 h/rok
- **Určenie činiteľa využitia denného svetla F_D**
Pre typ budovy B4 a typ riadenia R1 je činiteľ využitia denného svetla: F_D = 0,92
- **Určenie činiteľa obsadenosti budovy F_O**
Pre typ budovy B4 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)**
 $W = 0,5 \times A + P_n \times F_C \times F_O \times (t_D \times F_D + t_N) = 0,5 \times 506,44 + 2,173 \times 1,00 \times 0,50 \times (2\,400 \times 0,92 + 0)$
W = 2652 Wh/rok
- **Výpočet číselného ukazovateľa energie na osvetlenie LENI (kWh/m²/rok) – navrhovaný stav**
LENI = W/A = 5,24 kWh / (m².rok)

Podiel potreby energie na osvetlenie z celkovej potreby energie pre navrhovaný stav v budove je 7,6 %.

8 Celková potreba energie v budove

8.1 Výpočet potreby celkovej energie – pôvodný stav

Miesto spotreby	Vykurovanie			Teplá voda			Chladienie a vetranie		Osvetlenie		Spolu
Zdroj / energetický nosič	zemný plyn			elektrická energia							
Potreba tepla / energie v kWh/(m ² .a)	119,73			10,00							
Straty vykurovacieho systému v budove:											
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	13,89										
Straty pri rozvode tepla	12,89										
Straty pri akumulácii tepla				2,64							
Straty pri distribúcii TV				0,50							
Spätne získané teplo v kWh/(m ² .a)	1,78										
Vlastná energia v budove:											
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku	0,86			0,00							
Potreba energie v budove bez strát pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	145,59			13,14							
Straty mimo hranice budovy:											
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	17,37			0,13							
Straty pri distribúcii											
Vlastná elektrická energia:											

Potreba energie so stratami pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	162,96		13,27				5,47	181,70
Energia z obnoviteľných zdrojov (solárna a iná)	0,00		0,00					0,00
Dodaná energia bez energie z obnoviteľných zdrojov v kWh/(m ² .a):	162,96		13,27				5,47	181,70

8.2 Výpočet celkovej potreby energie – navrhovaný stav

Miesto spotreby	Vykurovanie	Teplá voda	Chladenie a vetranie	Osvetlenie	Spolu
Zdroj / energetický nosič	drevené peletky	drevené peletky			
Potreba tepla / energie v kWh/(m ² .a)	39,80	10,00			
Straty vykurovacieho systému v budove:					
Straty pri odovzdávaní tepla a regulácii	3,18				
Straty pri rozvode tepla	2,24				
Straty pri akumulácii tepla		1,33			
Straty pri distribúcii TV		0,47			
Spätne získané teplo v kWh/(m ² .a)	1,02				
Vlastná energia v budove:					
Elektrická energia na čerpadlá, ventilátory, rekuperačnú jednotku	0,24	0,08			
Potreba energie v budove bez strát pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	44,44	11,88			
Straty mimo hranice budovy:					
Straty pri výrobe tepla (transformácia)	6,19	0,87			
Straty pri distribúcii					
Vlastná elektrická energia:					
Potreba energie so stratami pri výrobe tepla v kWh/(m ² .a)	50,62	12,75		5,24	68,61
Energia z obnoviteľných zdrojov (solárna a iná)	0,00	6,39			6,39
Dodaná energia bez energie z obnoviteľných zdrojov v kWh/(m ² .a):	50,62	6,35		5,24	62,21

9 Spotreba primárnej energie pre budovu

9.1 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	Elektrická energia	Teplo z okolitého vzduchu	Solárna fotovoltaická energia	Elektrická energia z kogenerácie	Teplo z kogenerácie	Vážená energia a CO ₂	
1	Potreba energie v budove	Vykurovanie	162,96	162,10				0,86						
2		Príprava teplej vody	13,27	0,00				13,27						
3		Chladenie a vetranie												
4		Osvetlenie	5,47					5,47						
5		Celková potreba energie v budove	181,70	162,10				19,60						
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)		181,70	162,10				19,60						
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)			178,31				43,13					221,44
13		Váhové faktory pre emisie CO ₂			0,22				0,167					
14	Emisie CO₂ v kg/(m².a)				35,66			3,27					38,94	

9.2 Výpočet primárnej energie – navrhovaný stav

Č. r.	Energetický nosič / miesto spotreby	Potreba energie	Uhlie	Drevené peletky	Diaľkové vykurovanie	Kusové drevo	Tepelná energia z elektriny vyrobenej v budove	Elektrická energia	Solárna fotovoltaická energia	Solárne teplo	Elektrická energia z kogenerácie	Teplo z kogenerácie	Vážená energia a CO ₂
1	Vykurovanie	50,62		50,38				0,24					
2	Príprava teplej vody	12,75		6,28				0,08		6,39			
3	Chladenie a vetranie												
4	Osvetlenie	5,24						5,24					
5	Celková potreba energie v budove	68,61		56,66				5,55		6,39			
6	V budove a v blízkosti	6,39								6,39			
7	OZE Mimo pozemku užívaného s budovou												
7	Mimo budovy Straty pri výrobe												
7	Mimo budovy Straty pri distribúcii mimo budovy												
8	Mimo budovy Straty pri odovzdávaní mimo budovy												
9	Dodaná energia kWh/(m².a)	62,21		56,66				5,55					
10	Primárna energia, CO ₂ Typ energetického nosiča			DP				EE					
11	Primárna energia, CO ₂ Váhové faktory pre primárnu energiu			0,2				2,2					
12	Primárna energia kWh/(m ² .a)			11,33				12,21					23,55
13	Primárna energia, CO ₂ Váhové faktory pre emisie CO ₂			0,02				0,167					
14	Primárna energia, CO ₂ Emisie CO ₂ v kg/(m ² .a)			1,13				0,93					2,06

10 Potenciál úspor energie po vykonaní navrhovaných úprav

10.1 Celková úspora energie v budove

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	119,73	39,80	79,93	66,76
Potreba energie:				
na vykurovanie	162,96	50,62	112,33	68,93
na prípravu teplej vody	13,27	6,35	6,92	52,15
na chladenie/vetranie				
na osvetlenie	5,47	5,24	0,24	4,30
Celková potreba energie kWh/(m².a) :	181,70	62,21	119,49	65,76
Primárna energia kWh/(m².a) :	221,44	23,55	197,89	89,37

Odpočítateľná tepelná a elektrická energia:	0,00	6,39	6,39	
solárna tepelná	0,00	6,39	6,39	
solárna fotovoltaická				
kogenerácia				
tepelná energia z iného obnoviteľného zdroja				

10.2 Úspora energie na vykurovanie

Potreba energie na vykurovanie - pôvodný stav :	162,96 kWh/(m ² .a)
Potreba energie na vykurovanie - po realizácii navrhovaných úprav :	50,62 kWh/(m ² .a)
Úspora energie na vykurovanie je 112,33 kWh/(m ² .a), t. j.	68,93%

11 Zaradenie budovy do energetickej triedy

11.1 Zaradenie do energetickej triedy – pôvodný stav

Potreba energie - pôvodný stav

Potreba energie na vykurovanie: $Q_{EN \text{ vykurovanie}} = 163 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$Q_{EN \text{ vykurovanie}}$, trieda F = 141 – 168 kWh/(m².a) - trieda F

163 kWh/(m².a) > 141 kWh/(m².a)

163 kWh/(m².a) < 168 kWh/(m².a) – energetická trieda F na vykurovanie

Potreba energie na prípravu teplej vody : $Q_{EN \text{ príprava TV}} = 13,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{a})$

$Q_{EN \text{ príprava TV}}$, trieda C = 13 až 18 kWh/(m².a) – trieda C

13,3 kWh/(m².a) > 13,0 kWh/(m².a)

13,3 kWh/(m².a) < 18 kWh/(m².a) – energetická trieda C na prípravu teplej vody

Potreba energie na osvetlenie: $Q_{EN \text{ osvetlenie}} = 5,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{EN \text{ osvetlenie}}$, trieda A $\leq 9,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda A

$5,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 9,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda A na osvetlenie

Nútené vetranie a chladenie – nehodnotí sa

Celková potreba energie na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie: $Q_{EN \text{ celková}} = 182 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{EN \text{ celková}}$, trieda F = 164 až 204 $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda F

$182 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 164 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$182 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 204 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda F za celkovú potrebu energie

PRIMÁRNA ENERGIA – globálny ukazovateľ pre pôvodný stav

predpoklad splnenia kritéria energetickej hospodárnosti budovy $Q_{\text{primárna energia}} \leq Q_{\text{primárna energia, trieda A1}}$

Skutočná hodnota: $Q_{\text{primárna energia}} = 221 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{primárna energia}}$, trieda D = 205 až 272 $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ - trieda D

$221 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 205 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$221 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 272 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda D pre primárnu energiu

Budova v súčasnom stave nespĺňa požiadavky na energetickú hospodárnosť budov a je zaradená v energetickej triede D. Budova má vysokú spotrebu energie.

11.2 Zaradenie do energetickej triedy – navrhovaný stav

Potreba energie - navrhovaný stav

Potreba energie na vykurovanie : $Q_{EN \text{ vykurovanie}} = 51 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{EN \text{ vykurovanie}}$, trieda B = 29 – 56,5 $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda B

$56,26 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 29 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$56,26 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 56,50 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda B na vykurovanie

Potreba energie na prípravu teplej vody po odpočítaní OZE: $Q_{EN \text{ príprava TV}} = 6,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{EN \text{ príprava TV}}$, trieda A = 6,5 $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda A

$6,3 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 6,5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda A na prípravu teplej vody

Potreba energie na osvetlenie: $Q_{EN \text{ osvetlenie}} = 5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

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

$5 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 9 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda A na osvetlenie

Nútené vetranie a chladenie – nehodnotí sa

Celková potreba energie na vykurovanie, prípravu teplej vody a osvetlenie:

$Q_{EN \text{ celková}} = 62 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{EN \text{ celková}}$, trieda B = 44 - 86 $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda B

$62 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) > 44 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$62 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 86 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda B za celkovú potrebu energie

PRIMÁRNA ENERGIA – globálny ukazovateľ pre navrhovaný stav

predpoklad splnenia kritéria energetickej hospodárnosti budovy $Q_{\text{primárna energia}} \leq Q_{\text{primárna energia, trieda A1}}$

$Q_{\text{primárna energia}} = 23,55 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{primárna energia, trieda A0}} \leq 34 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – trieda A0 pre budovy škôl

$24 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 34 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – **energetická trieda A0 pre primárnu energiu**

Minimálnou požiadavkou na energetickú hospodárnosť nových a obnovovaných budov postavených a projektovaných po 1. januári 2016 je horná hranica energetickej triedy A1 pre globálny ukazovateľ. **Trieda A0 je lepšia ako trieda A1, je to najlepšia možná energetická trieda budovy.**

Predmetná budova školského zariadenia v navrhovanom stave podľa tohto projektu bude pasívna v energetickej triede A0.

Príprava teplej vody v budove bude pomocou využitia obnoviteľného zdroja energie. Na streche budú slnečné kolektory pre ohrev teplej vody solárnym teplom.

12 Záver projektového energetického hodnotenia budovy

Navrhovaný stav podľa projektu - výsledky hodnotenia energetickej hospodárnosti budovy :

Potreba energie na vykurovanie : 51 kWh/(m².a) – energetická trieda B

Potreba energie na prípravu teplej vody : 6 kWh/(m².a) – energetická trieda A

Potreba energie na vetranie a chladenie - nehodnotí sa

Potreba energie na osvetlenie : 5 kWh/(m².a) – energetická trieda A

Celková potreba energie: 62 kWh/(m².a) – energetická trieda B

Primárna energia – globálny ukazovateľ : $Q_{\text{primárna energia}} = 24 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$

$Q_{\text{primárna energia, trieda A0}} \leq 34 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – energetická trieda A0 pre budovy škôl

$24 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a}) < 34 \text{ kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{a})$ – **energetická trieda A0 pre primárnu energiu**

Po realizácii projektu je globálny ukazovateľ, ktorým je primárna energia v budove, **v energetickej triede A0**, teda **budova bude pasívna**. Budú splnené kritéria minimálnych tepelno-technických vlastností (U a R) podľa STN 73 0540 stavebných konštrukcií dotknutých stavebnými úpravami.

Pri zateplení budovy sa dosiahne energetická úspora energie na vykurovanie viac ako 30%.

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. Splnené sú legislatívne požiadavky plánované od 1.1.2021 pre pasívnu budovu.

13 Príloha 1: Výpočet U_w jednotlivých okien a balkónových dverí

Príloha 1a – Výpočet U_w pôvodných okien

Príloha 1b – Výpočet U_w vymenených okien

Príloha 1a : Výpočet U_w pôvodných okien podľa rozmerov a vlastností rámov a zasklenia

1	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpik
	1,3	0,576	1	0,774	0,08	4,8	1,35	0,9	1,5	26	0
	0,7488		0,774		0,384			vstup do výpočtu		1	
	1,9068							ano 1			
	U_w	1,4124				124,8	35,1	nie 0			

2	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpik
	1,3	0,768	1	1,302	0,08	6,4	2,07	0,9	2,3	2	0
	0,9984		1,302		0,512			vstup do výpočtu		1	
	2,8124							ano 1			
	U_w	1,3586				12,80	4,14	nie 0			

3	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpik
	1,3	0,432	1	0,288	0,08	3,6	0,72	0,6	1,2	4	0
	0,5616		0,288		0,288			vstup do výpočtu		1	
	1,1376							ano 1			
	U_w	1,58				14,40	2,88	nie 0			

4	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpik
	1,3	0,504	1	0,396	0,08	4,2	0,9	1,5	0,6	3	0
	0,6552		0,396		0,336			vstup do výpočtu		1	
	1,3872							ano 1			
	U_w	1,5413				12,60	2,7	nie 0			

5	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpik
	1,3	0,36	1	0,18	0,08	3	0,54	0,6	0,9	15	0
	0,468		0,18		0,24			vstup do výpočtu		1	
	0,888							ano 1			
	U_w	1,6444				45,00	8,1	nie 0			

Solárne zisky - plocha okien podľa orientácie

	orientácia							plocha
	J	V	Z	S	JV	SV	H	
					JZ	SZ		
otvor	kusov							
1	18	0	0	8		0	0	1,35
2	2							2,07
3				4				0,72
4				3				0,90
5	10			5				0,54
spolu								
počet	30	0	0	20	0	0	0	
plocha	33,84	0	0	19,08	0	0	0	52,92

Konštrukcia	Plocha A_i (m ²)	U_w (W/m ² K)	$U_w \cdot A_i$ (W/K)	Faktor b_x	$b_x \cdot U_w \cdot A_i$ (W/K)
Okná a balkónové dvere - pôvodné					
1	35,10	1,41	49,58	1,0	49,58
2	4,14	1,36	5,62	1,0	5,62
3	2,88	1,58	4,55	1,0	4,55
4	2,70	1,54	4,16	1,0	4,16
5	8,10	1,64	13,32	1,0	13,32
Okná a dvere spolu - priemer U_w	52,92	1,46		1,0	77,23

Príloha 1b : Výpočet U_w vymenených okien podľa rozmerov a vlastností rámov a zasklení:

1	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpík
	1	0,576	0,6	0,774	0,034	4,8	1,35	0,9	1,5	26	0
	0,576		0,4644		0,1632			vstup do výpočtu		1	
			1,2036					ano		1	
	U_w	0,8916				124,8	35,1	nie		0	

2	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpík
	1	0,768	0,6	1,302	0,034	6,4	2,07	0,9	2,3	2	0
	0,768		0,7812		0,2176			vstup do výpočtu		1	
			1,7668					ano		1	
	U_w	0,8535				12,80	4,14	nie		0	

3	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpík
	1	0,432	0,6	0,288	0,034	3,6	0,72	0,6	1,2	4	0
	0,432		0,1728		0,1224			vstup do výpočtu		1	
			0,7272					ano		1	
	U_w	1,01				14,40	2,88	nie		0	

4	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpík
	1	0,504	0,6	0,396	0,034	4,2	0,9	1,5	0,6	3	0
	0,504		0,2376		0,1428			vstup do výpočtu		1	
			0,8844					ano		1	
	U_w	0,9827				12,60	2,7	nie		0	

5	U_f	A_f	U_g	A_g	Ψ_g	L_g	plocha	šírka	výška	ks	stlpík
	1	0,36	0,6	0,18	0,034	3	0,54	0,6	0,9	15	0
	0,36		0,108		0,102			vstup do výpočtu		1	
			0,57					ano		1	
	U_w	1,06				45,00	8,1	nie		0	

Solárne zisky - plocha okien podľa orientácie

otvor	orientácia							plocha
	J	V	Z	S	JV	SV	H	
					JZ	SZ		
1	18	0	0	8		0	0	1,35
2	2							2,07
3				4				0,72
4				3				0,90
5	10			5				0,54
spolu								
počet	30	0	0	20	0	0	0	
plocha	33,84	0	0	19,08	0	0	0	52,92

Konštrukcia	Plocha A_i (m ²)	U_w (W/m ² K)	$U_w \cdot A_i$ (W/K)	Faktor b_x	$b_x \cdot U_w \cdot A_i$ (W)
Okná a balkónové dvere - vymenené					
1	35,10	0,89	31,29	1,0	31,29
2	4,14	0,85	3,53	1,0	3,53
3	2,88	1,01	2,91	1,0	2,91
4	2,70	0,98	2,65	1,0	2,65
5	8,10	1,06	8,55	1,0	8,55
Okná a dvere spolu - priemer U_w	52,92	0,92		1,0	48,94

14 Príloha 2: Výpočet potreby tepla na vykurovanie podľa STN EN ISO 13790

Príloha 2a – Potreba tepla na vykurovanie budovy pred zateplením

Príloha 2b – Potreba tepla na vykurovanie budovy po zateplení

Príloha 2a

Potreba tepla na vykurovanie budovy pred zateplením podľa STN EN ISO 13790

Orientácia	An,j	gn,j	Fs,Fr	Anj*gnj*0,5
	m ²	-		
Fasádne okná - sever	19,08	0,675	0,5	6,44
Fasádne okná - juh	34,02	0,675	0,5	11,48
Fasádne okná - východ		0,675	0,5	0,00
Fasádne okná - západ		0,675	0,5	0,00

53,10

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 $\theta_{i,ad}$	20						
H - merná tep.strata budovy kW/K	1,0766						
Ab (m ²)	482,47						
qi W/m ²	6,0						
Tep.strata Q_L /kWh/	17462	14181	12336	7829	8170	12170	16261
Tepelné zisky int. Q_i	2153,75	1945,32	2153,75	2084,28	2153,75	2084,28	2153,75
Tepelné zisk solár. $\sum Q_s$	163,08	247,31	360,22	487,46	259,86	150,54	121,86
sever Isj	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Q_s sever	58,60	88,87	129,43	175,1544	93,37	54,0918	43,79
sever Isj	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Q_s juh	104,48	158,44815	230,78	312,30	166,48538	96,45	78,0759
východ Isj	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Q_s východ	0,00	0	0	0,00	0	0	0
západ Isj	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Q_s západ	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Tepelné zisk $Q_g = Q_i + Q_s$	2316,84	2192,64	2513,97	2571,73	2413,61	2234,81	2275,62

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	0,133	0,155	0,204	0,328	0,295	0,184	0,140
C_m - vnút. tep. kapacita $J/(K.m^2)$ tab.12 STN EN ISO 13790	195000	195000	195000	195000	195000	195000	195000
T - časová konštanta budovy ($C_m \cdot A_b / 3600$)/ $H_v + H_t$)	24,273	24,273	24,273	24,273	24,273	24,273	24,273
a_0 - 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
$a = a_0 + (1/T_o)$	2,618	2,618	2,618	2,618	2,618	2,618	2,618
Faktor využitia tep. ziskov - η	0,995	0,991	0,977	0,917	0,930	0,986	0,994

$$\eta = 1 - Y^3 / (1 - Y^{a+1})$$

Veličina	Potreba tepla na vykurovanie Q_h						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Tep. straty Q_l kWh/mesiac	17462	14181	12336	7829	8170	12170	16261
Tep. straty Q_g kWh/mesiac	2316,84	2192,64	2513,97	2571,73	2413,61	2234,81	2275,62
Faktor využitia tep. Ziskov - η	0,995	0,991	0,977	0,917	0,930	0,986	0,994
Potreba tep. na vyk. Q_{hm} kWh	15157,09	12007,82	9879,63	0,00	5925,79	9966,88	13998,84
Q_h kWh	66 936,04						

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
Vonkajšia stena: CDm hr. 375mm + omietka	1,33	325,34	1	431,55
Stena suterénu v styku so zeminou: ŽB hr. 365mm + omietka	0,96	82,80	1	79,82
Nadzemná stena suterénu: lámaný kameň hr. 365mm + obklad	2,11	43,65	1	92,28
Okná a balkónové dvere plastové dvojsklo $U_g=1,0$, $\Psi=0,08$	1,46	53,10	1	77,50
Vchodové dvere - plastové	1,50	1,80	1	2,70
Vchodové dvere - drevené Euro	1,40	3,15	1	4,41
Podlaha na teréne pôvodná (suterén)	0,49	160,58	1	78,41
Strecha nad schodišťom pôvodná	0,77	2,11	0,8	1,30
Podlaha podstrešného priestoru zateplená MW Unifit 0,7 hr. 160 mm	0,23	158,46	0,8	28,65
Stena + komín	0,68	11,27	1	7,71
Súčet	$\sum A_i =$	842,26		804,33 $\sum U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i}$

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov:

$$\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \sum A_i = \mathbf{84,23 \text{ W/K}}$$

Merná tepelná strata prechodom tepla:

$$H_T = \sum U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i} + \Delta H_{TM} = \mathbf{888,56 \text{ W/K}}$$

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla teplotymenného obalu budovy:

$$U_m = H_T / \sum A_i = \mathbf{1,055 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}}$$

Merná tepelná strata vetraním:

$$H_V = 0,264 \cdot n \cdot V_b = \mathbf{188,09 \text{ W/K}}$$

Merná tepelná strata budovy:

$$H = H_T + H_V = \mathbf{1076,65 \text{ W/K}}$$

Faktor tvaru budovy:

$$\sum A_i / V_b = \mathbf{0,59 \text{ 1/m}}$$

$$\begin{aligned} QH,nd,N1 &= \mathbf{46,98} \\ QH,nd,N2 &= \mathbf{138,74} \end{aligned}$$

$QH,nd,N2=QH, nd,con$

$ah,red=$

$QH,nd, interm=QH,nd,contxah,red=$

neprepušované

redukč. faktor

0,863

$\mathbf{119,73 \text{ kW/M}^2}$

$$\begin{aligned} V_b &= \mathbf{1424,90 \text{ m}^3} \\ n &= \mathbf{0,5 \text{ 1/h}} \end{aligned}$$

n - priemerná intenzita výmeny vzduchu v 1/h

Obstavaný merný objem budovy: V_b

Príloha 2b

Potreba tepla na vykurovanie budovy po zateplení podľa STN EN ISO 13790

Orientácia	An,j	gn,j	Fs.Fr	Anj*gnj*0,5
	m2	-		
Fasádne okná - sever	19,08	0,46	0,5	4,39
Fasádne okná - juh	33,84	0,46	0,5	7,78
Fasádne okná - východ		0,6	0,5	0,00
Fasádne okná - západ		0,6	0,5	0,00

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 $\theta_{i,ad}$	20						
H - merná tep.strata budovy kW/K	0,4971						
Ab (m2)	506,44						
qi W/m2	6,0						
Tep.strata Q_L /kWh/	8063	6547	5696	3615	3772	5619	7508
Tepelné zisky int. Q_i	2260,74	2041,96	2260,74	2187,81	2260,74	2187,81	2260,74
Tepelné zisk solár. $\sum Q_s$	110,76	167,97	244,65	331,07	176,49	102,24	82,77
sever Isj	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Q_s sever	39,93	60,56	88,21	119,36448	63,63	36,86256	29,84
sever Isj	9,1	13,8	20,1	27,2	14,5	8,4	6,8
Q_s juh	70,83	107,40816	156,44	211,70	112,8564	65,38	52,92576
východ Isj	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Q_s východ	0,00	0	0	0,00	0	0	0
západ Isj	14,9	24,5	42	59,1	32,2	15,4	11,8
Q_s západ	0,00	0,00	0,00	0	0,00	0	0,00
Tepelné zisk $Q_g = Q_i + Q_s$	2371,50	2209,92	2505,39	2518,88	2437,23	2290,05	2343,50

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	0,294	0,338	0,440	0,697	0,646	0,408	0,312
C_m - vnút. tep. kapacita J/(K.m2) tab.12 STN EN ISO 13790	195000	195000	195000	195000	195000	195000	195000
T - časová konštanta budovy (Cm*Ab/3600)/Hv+Ht)	55,184	55,184	55,184	55,184	55,184	55,184	55,184
a_0 - 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
$a=a_0+(1/T_o)$	4,679	4,679	4,679	4,679	4,679	4,679	4,679
Faktor využitia tep. ziskov - η	0,995	0,991	0,977	0,917	0,930	0,986	0,994

$$\eta = 1 - Y^{24} / (1 - Y^{24})$$

Veličina	Potreba tepla na vykurovanie Q_h						
	I.	II.	III.	IV.	X.	XI.	XII.
Tep. straty Q_L kWh/mesiac	8063	6547	5696	3615	3772	5619	7508
Tep. straty Q_g kWh/mesiac	2371,50	2209,92	2505,39	2518,88	2437,23	2290,05	2343,50
Faktor využitia tep. Ziskov - η	0,995	0,991	0,977	0,917	0,930	0,986	0,994
Potreba tep. na vyk. $Q_{h,n}$ kWh	5702,93	4357,38	3247,82	0,00	1505,78	3361,23	5178,37
Q_h kWh	23 353,50						

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
Vonkajšia stena: CDm hr. 375mm + zateplenie MW hr.160mm	0,21	339,96	1	70,79
stena suterénu v styku so zeminou: ŽB hr. 365mm + zateplenie XPS hr.100mm	0,20	84,85	1	16,82
Nadzemná stena suterénu: kameň hr. 365mm + zateplenie XPS hr.140mm	0,22	44,93	1	9,79
Okná a balkónové dvere plastové trojsklo $U_g=0,6, \Psi=0,034$	0,92	52,92	1	48,94
Vchodové dvere - V plast s izol. 3 sklom	1,00	2,00	1	2,00
Vchodové dvere - S plast s izol. 3 sklom	1,00	3,15	1	3,15
Podlaha na teréne pôvodná (suterén)	0,48	166,68	1	79,69
Strecha nad schodišťom nová	0,14	2,11	0,8	0,24
Podlaha podstrešného priestoru zateplená MW hr. 160 mm + nová izolácia MW hr.100mm	0,14	169,88	0,8	19,45
Komín zateplený XPS a MW hr.50mm	0,21	11,77	1	2,51
Súčet	$\sum A_i =$ 878,24			253,37 $\sum U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i}$

Merná tepelná strata vplyvom tepelných mostov:

$$\Delta H_{TM} = \Delta U \cdot \sum A_i = \mathbf{43,912 \text{ W/K}}$$

Merná tepelná strata prechodom tepla:

$$H_T = \sum U_i \cdot A_i \cdot b_{x,i} + \Delta H_{TM} = \mathbf{297,281 \text{ W/K}}$$

Priemerný súčiniteľ prechodu tepla teplovýmenného obalu budovy:

$$U_m = H_T / \sum A_i = \mathbf{0,338 \text{ W/(m}^2 \cdot \text{K)}}$$

Merná tepelná strata vetraním:

$$H_V = 0,264 \cdot n \cdot V_b = \mathbf{199,820 \text{ W/K}}$$

$V_b =$	1513,79	m ³
$n =$	0,5	1/h

Merná tepelná strata budovy:

$$H = H_T + H_V = \mathbf{497,10 \text{ W/K}}$$

n – priemerná intenzita výmeny vzduchu v 1/h
Obstavaný merný objem budovy: V_b

Faktor tvaru budovy:

$$\sum A_i / V_b = \mathbf{0,58 \text{ 1/m}}$$

$QH,nd,N1 =$	15,43
$QH,nd,N2 =$	46,11

$QH,nd,N2=QH, nd,con$

$ah,red=$

$QH,nd, interm=QH,nd,contxah,red=$

neprerušované

redukč. faktor

0,863

39,80 kW/M2