



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

D.1.4.02 - STAVEBNÍ FYZIKA - VÝPOČTY

D.1.4.02 - BUILDING PHYSICS - CALCULATIONS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Radek Jaroš

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ LAVICKÝ, Ph.D.

BRNO 2021

# Obsah

1.	Tepelné posouzení.....	4
1.1.	Podklady použité ke zpracování tepelného posouzení .....	4
1.2.	Výpočet tepelného posouzení.....	4
1.2.1.	Vztahy pro výpočet součinitele prostupu tepla konstrukcí.....	4
1.3.	Posuzované skladby.....	5
1.3.1.	Výpočet součinitele prostupu tepla konstrukcí.....	6
1.4.	Vztahy pro výpočet součinitele prostupu tepla výplní otvorů.....	10
1.4.1.	Výpočet součinitele prostupu tepla výplní otvorů .....	11
1.5.	Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla .....	12
1.5.1.	Celková měrná ztráta prostupem tepla referenční budovy .....	12
1.5.2.	Celková měrná ztráta prostupem tepla hodnocené budovy .....	13
1.5.3.	Průměrný součinitel prostupu tepla .....	14
1.6.	Výpočet nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotní faktor vnitřního povrchu posuzovaných konstrukcí .....	15
1.7.	Výpočet nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotní faktor vnitřního povrchu v koutech .....	15
2.	Předběžná potřeba energií a osvětlení budovy .....	16
2.1.	Energie potřeby vytápění pro referenční budovu .....	16
2.2.	Energie potřeby vytápění pro hodnocenou budovu .....	16
2.3.	Energie pro nucené (řízené) větrání .....	16
2.4.	Energie ohřevu teplé vody .....	17
2.5.	Osvětlení objektu .....	18
2.6.	Závěr - předběžná potřeba energií a osvětlení budovy .....	18
2.7.	Podklady použité pro přímé určení energií .....	18
3.	Průkaz energetické náročnosti budovy .....	19
4.	Akustické posouzení .....	38
4.1.	Stavební akustika.....	38
4.1.1.	Normativní požadavky na kročejovou a vzduchovou neprůzvučnost .....	38
4.1.2.	Kročejová neprůzvučnost stropu .....	38
4.1.3.	Vzduchová neprůzvučnost .....	39
4.1.4.	Posouzení kročejové a vzduchové neprůzvučnosti.....	40
4.1.5.	Závěr - posouzení kročejové a vzduchové neprůzvučnosti .....	40
5.	Denní osvětlení a oslunění .....	41
5.1.	Insolace.....	41
5.2.	Výpočet a posouzení denního osvětlení a doby proslunění.....	41
5.2.1.	Hodnoty denního osvětlení a doby proslunění bytu ve 2NP .....	42
5.2.2.	Hodnoty denního osvětlení a doby proslunění bytu ve 4NP .....	44
5.2.3.	Závěr - denní osvětlení a doba proslunění .....	47
5.3.	Vliv stínění navrhované budovy na okolí a vliv stínění okolní zástavby na	

navrhovanou budovu .....	47
5.3.1. Závěr - vliv stínění navrhované budovy na okolí a vliv stínění okolní zástavby na navrhovanou budovu .....	49
6. Příloha I. - Program Teplo 2017.....	50
6.1. Posouzení vybraných skladeb stavebních konstrukcí z hlediska šíření tepla a vodní páry .....	50
7. Příloha II. - Koncept větrání, ohřevu TV a vytápění.....	73
7.1. Základní koncepce větrání.....	73
7.2. Návrh vzduchotechnické jednotky .....	73
7.3. Základní parametry výměny vzduchu v bytových jednotkách.....	73
7.4. Řešení rozvodů vzducho-technického potrubí .....	78
7.5. Koncept ohřevu teplé vody .....	78
7.6. Koncept vytápění objektu.....	79

# 1. Tepelné posouzení

## 1.1 Podklady použité ke zpracování tepelného posouzení

Stavebně technické podklady stavby:

- Projektová dokumentace stavební části

Normy ČSN včetně aktuálních změn k danému datu zpracování:

- ČSN 73 0540-1, 2, 3, 4:2005, 2007, 2009, 2011 - Tepelná ochrana budov včetně pozdějších změn a dodatků
- ČSN EN ISO 73 790 - Výpočet potřeby energie pro vytápění a chlazení
- ČSN EN 15136-1 - Tepelné soustavy v budovách
- ČSN EN 15665 - Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
- ČSN EN 15241 - Větrání budov - Výpočtové metody ke stanovení energetických ztrát způsobených větráním a infiltrací v komerčních budovách
- ČSN EN 15242 - Větrání budov - Výpočtové metody pro stanovení průtoku vzduchu v budovách včetně filtrace
- ČSN EN 15243 - Větrání budov - Výpočet teplot v místnosti, tepelné zátěže a energie pro budovy s klimatizačními systémy
- ČSN EN 15193 - Energetické hodnocení budov - Energetické požadavky na osvětlení

Vyhlášky:

- Vyhláška č. 78/2013 Sb., o energetické náročnosti budov

## 1.2 Výpočet tepelného posouzení

### 1.2.1 Vztahy pro výpočet součinitele prostupu tepla konstrukcí

- Tepelný odpor vrstvy

$$R_j = \frac{d_j}{\lambda_j}$$

$R_j$  – tepelný odpor vrstvy j-té vrstvy [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ]

$d_j$  – tloušťka j-té vrstvy konstrukce [m]

$\lambda_j$  – návrhový součinitel tepelné vodivosti materiálu [ $\text{W}/\text{m} \cdot \text{K}$ ]

- Tepelný odpor při přestupu tepla

$$R_T = R_{si} + R + R_{se}$$

$R_T$  – tepelný odpor konstrukce při přestupu tepla [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ]

$R_{si}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ]

$R_{se}$  – tepelný odpor při přestupu tepla na vnější straně konstrukce [ $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ]

- **Součinitel prostupu tepla**

$$U = \frac{1}{R_T}$$

U – součinitel prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>·K]

posouzení:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$U \leq U_{rec,20}$$

U<sub>N,20</sub> – požadovaná hodnota [W/m<sup>2</sup>·K]

U<sub>rec,20</sub> – doporučená hodnota [W/m<sup>2</sup>·K]

- **Nejnižší povrchová teplota konstrukce**

$$\theta_{si,min} = \theta_{ai} - U \cdot R_{si} \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) [^{\circ}\text{C}]$$

U – součinitel prostupu tepla [W/m<sup>2</sup>·K]

R<sub>si</sub> = 0,25 m<sup>2</sup>·K/W

- **Teplotní faktor vnitřního povrchu konstrukce**

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si,min} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e}$$

posouzení:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

f<sub>Rsi</sub> – teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

f<sub>Rsi,N</sub> – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

f<sub>Rsi,cr</sub> – kritický teplotní faktor [-]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - [(237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}) / (\theta_{ai} - \theta_e)] \cdot [1 / (1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_i / \varphi_{si,cr}))]$$

### 1.3 Posuzované skladby

- Vnější nosná stěna
- Jednoplášťová plochá střecha (skladba S10)
- Podlaha v 1S - keramická dlažba (skladba S1)
- Podlaha v 1NP - vinylové lamely (skladba S5)
- Vnější nosná stěna v 1S

### 1.3.1 Výpočet součinitele prostupu tepla konstrukcí

Vybrané konstrukce byly posouzeny v programu Teplo 2017, viz kap. 6. Příloha I. - Program Teplo 2017.

- Vnější nosná stěna

Ozn.	Materiál	Tloušťka d [m]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/m·K]	Tepelný odpor vrstvy $R_j$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
1	Baumit štuková omítka	0,003	0,470	0,0064
2	Baumit jádrová omítka	0,010	0,830	0,0121
3	Baumit přednástrík	0,002	0,800	0,0025
4	Porotherm 30 Profi Dryfix	0,300	0,180	1,6667
5	Baumit ProContact	0,005	0,800	0,0063
6	Isover EPS 70F	0,150	0,039	3,8462
7	Baumit ProContact	0,005	0,800	0,0063
8	Baumit silikátová omítka	0,003	0,700	0,0043
Tepelný odpor konstrukce R [m <sup>2</sup> ·K/W]				5,5508
$R_{si}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,130
$R_{se}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,040
$R_T$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				5,721
Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,175
Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,30
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,25
Doporučená hod. pro pasiv. domy $U_{pas,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,18 až 0,12
Posouzení				Vyhoví

- Jednoplášťová plochá střecha (skladba S10)

Ozn.	Materiál	Tloušťka d [m]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/m·K]	Tepelný odpor vrstvy $R_j$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
1	Baumit štuková omítka	0,003	0,470	0,0064
2	Baumit jádrová omítka	0,010	0,830	0,0121
3	Baumit přednástřík	0,002	0,800	0,0025
4	Železobeton C30/37, B 500B	0,250	1,430	0,1748
5	Glastek Al 40 Mineral	0,004	0,210	0,0191
6	Spádové klíny - Styrotrade EPS 100S Stabil	0,183	0,037	4,9460
7	Isover EPS 150	0,120	0,035	3,4286
8	Glastek 40 Special Mineral	0,004	0,210	0,0191
9	Elastek 40 Special Dekor	0,005	0,210	0,0238
Tepelný odpor konstrukce R [m <sup>2</sup> ·K/W]				8,6324
$R_{si}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,100
$R_{se}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,040
$R_T$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				8,772
Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,114
Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,24
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,16
Doporučená hod. pro pasiv. domy $U_{pas,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,15 až 0,10
Posouzení				Vyhoví

- Podlaha v 1S - keramická dlažba (skladba S1)

Ozn.	Materiál	Tloušťka d [m]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/m·K]	Tepelný odpor vrstvy $R_j$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
1	Dlažba keramická	0,009	1,010	0,0089
2	Baumit lepící stěrka	0,006	0,800	0,0075
3	Betonová mazanina C25/30	0,060	1,230	0,0488
4	Isover EPS Grey 100	0,120	0,032	3,7500
5	Glastek Al 40 Mineral	0,004	0,210	0,0191
6	Glastek 40 Special Mineral	0,004	0,210	0,0191
7	Betonová mazanina C25/30	0,150	1,230	0,1220
Tepelný odpor konstrukce R [m <sup>2</sup> ·K/W]				3,9754
$R_{si}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,170
$R_{se}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,000
$R_T$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				4,145
Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,241
Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,85
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,60
Doporučená hod. pro pasiv. domy $U_{pas,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,45 až 0,30
Posouzení				Vyhoví



- Podlaha v 1NP - vinylové lamely (skladba S5)

Ozn.	Materiál	Tloušťka d [m]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/m·K]	Tepelný odpor vrstvy $R_j$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
1	Vinylové lamely	0,010	0,088	0,1136
2	Cementový potěr Weber Bat 25 M	0,050	1,380	0,0362
3	Čedičová vlna Isover T-P	0,040	0,040	1,0000
4	Železobeton C30/37, B 500B	0,250	1,430	0,1748
5	Baumit přednástrík	0,002	0,800	0,0025
6	Baumit jádrová omítka	0,010	0,830	0,0121
7	Baumit štuková omítka	0,003	0,470	0,0064
Tepelný odpor konstrukce R [m <sup>2</sup> ·K/W]				1,3456
$R_{si}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,170
$R_{se}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,170
$R_T$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				1,686
Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,593
Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,75
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,50
Doporučená hod. pro pasiv. domy $U_{pas,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,38 až 0,25
Posouzení				Vyhoví

- Vnější nosná stěna v 1S

Ozn.	Materiál	Tloušťka d [m]	Součinitel tepelné vodivosti $\lambda$ [W/m·K]	Tepelný odpor vrstvy $R_j$ [m <sup>2</sup> ·K/W]
1	Baumit štuková omítka	0,003	0,470	0,0064
2	Baumit jádrová omítka	0,010	0,830	0,0121
3	Baumit přednástriek	0,002	0,800	0,0025
4	Železobeton C30/37, B 500B	0,300	1,430	0,1748
5	Glastek Al 40 Mineral	0,004	0,210	0,0191
6	Glastek 40 Special Mineral	0,004	0,210	0,0191
7	Styrodur 4000 CS	0,100	0,035	2,8571
Tepelný odpor konstrukce R [m <sup>2</sup> ·K/W]				3,0911
$R_{si}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,130
$R_{se}$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				0,000
$R_T$ [m <sup>2</sup> ·K/W]				3,221
Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,311
Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,85
Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,60
Doporučená hod. pro pasiv. domy $U_{pas,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]				0,45 až 0,30
Posouzení				Vyhoví

Budova splňuje požadavky součinitele prostupu tepla dle ČSN 73 0540-1, 2, 3, 4:2005, 2007, 2009, 2011 - Tepelná ochrana budov, včetně pozdějších změn a dodatků.

#### 1.4 Vztahy pro výpočet součinitele prostupu tepla výplní otvorů

- Součinitel prostupu tepla

$$U_W(U_D) = \frac{U_f \cdot A_f + U_g \cdot A_g + \Psi_g \cdot l_g}{A_f \cdot A_g}$$

$U_W$  – součinitel prostupu tepla okna [W/m<sup>2</sup>·K]

$U_D$  – součinitel prostupu tepla dveří [W/m<sup>2</sup>·K]

$U_f$  – součinitel prostupu tepla rámu [W/m<sup>2</sup>·K]

$A_f$  – plocha rámu [m<sup>2</sup>]

$U_g$  – součinitel prostupu tepla výplně [W/m<sup>2</sup>·K]

$A_g$  – plocha výplně [m<sup>2</sup>]

$\Psi_g$  – lineární činitel prostupu tepla distančního rámečku

$l_g$  – viditelný obvod zasklení [m]

posouzení:

$$U \leq U_{N,20}$$

$$U \leq U_{rec,20}$$

$U_{N,20}$  – požadovaná hodnota [ $W/m^2 \cdot K$ ]

$U_{rec,20}$  – doporučená hodnota [ $W/m^2 \cdot K$ ]

#### 1.4.1 Výpočet součinitele prostupu tepla výplní otvorů

Ozn.	Rozměry [mm]	$A_g$ [m <sup>2</sup> ]	$U_g$ [W/m <sup>2</sup> ·K]	$A_f$ [m <sup>2</sup> ]	$U_f$ [W/m <sup>2</sup> ·K]	$\Psi_g$	$l_g$ [m]	$U_w / U_D$ [W/m <sup>2</sup> ·K]
O1	1250x750	0,578	0,50	0,360	1,00	0,031	3,200	0,798
O2	1250x1250	1,103	0,50	0,460	1,00	0,031	4,200	0,731
O3	2500x1250	2,205	0,50	0,920	1,00	0,031	8,400	0,731
O4	900x2100 + 1650x1250	2,608	0,50	1,345	1,00	0,031	13,200	0,774
O5	900x2100 + 1600x1250	2,555	0,50	1,335	1,00	0,031	13,100	0,776
O6	1600x1250 + 900x2100	2,555	0,50	1,335	1,00	0,031	13,100	0,776
O7	2350x1250 + 900x2100	3,133	0,50	1,695	1,00	0,031	16,300	0,780
O8	3375x2500	6,491	0,50	1,947	1,00	0,031	24,300	0,705
O9	5125x2500	9,934	0,50	2,879	1,00	0,031	44,900	0,721
O10	956x956	0,640	-	0,274	-	-	-	0,720
D5	2500x2250	3,500	0,50	2,125	1,25	0,031	19,200	0,889
D6	900x2100	1,295	0,50	0,595	1,00	0,031	6,500	0,764
Okna - Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]								1,50
Dveře - Požadovaná hodnota $U_{N,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]								1,70
Okna - Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]								1,20
Dveře - Doporučená hodnota $U_{rec,20}$ [W/m <sup>2</sup> ·K]								1,20
Posouzení								Vyhoví

## 1.5 Výpočet průměrného součinitele prostupu tepla

### 1.5.1 Celková měrná ztráta prostupem tepla referenční budovy

Konstrukce	Referenční budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U <sub>N,20</sub> [W/m <sup>2</sup> ·K]	Redukční součinitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H <sub>T,R</sub> [W/K]
Vnější nosná stěna	921,896	0,30	1	276,57
Jednoplášťová plochá střecha	313,841	0,24	1	75,32
Podlaha v 1S - keramická dlažba	196,280	0,85	0,52	86,76
Podlaha v 1NP - vinylové lamely	190,390	0,75	0,43	61,40
Vnější nosná stěna v 1S	267,282	0,85	0,52	118,14
Okno O1	223,029	1,50	1	334,54
Okno O2				
Okno O3				
Okno O4				
Okno O5				
Okno O6				
Okno O7				
Okno O8				
Okno O9				
Okno O10				
Dveře D5	5,625	1,70	1	9,56
Dveře D6	7,560	1,70	1	12,85
Celkem	2125,90	-	-	975,14
Tepelné vazby	$\Sigma A \cdot 0,02$			42,52
Celková měrná ztráta prostupem tepla	$\Sigma H_{T,R} + \Sigma A \cdot 0,02$			1017,66

### 1.5.2 Celková měrná ztráta prostupem tepla hodnocené budovy

Konstrukce	Hodnocená budova			
	Plocha A [m <sup>2</sup> ]	Součinitel prostupu tepla U [W/m <sup>2</sup> ·K]	Redukční součinitel b [-]	Měrná ztráta prostupem tepla H <sub>T</sub> [W/K]
Vnější nosná stěna	921,896	0,175	1	161,33
Jednoplášťová plochá střecha	313,841	0,114	1	35,78
Podlaha v 1S - keramická dlažba	196,280	0,241	0,52	24,60
Podlaha v 1NP - vinylové lamely	190,390	0,593	0,43	48,55
Vnější nosná stěna v 1S	267,282	0,311	0,52	43,23
Okno O1	0,938	0,798	1	0,75
Okno O2	17,188	0,731	1	12,56
Okno O3	96,875	0,731	1	70,82
Okno O4	31,620	0,774	1	24,47
Okno O5	15,560	0,776	1	12,08
Okno O6	7,780	0,776	1	6,04
Okno O7	9,655	0,780	1	7,53
Okno O8	16,875	0,705	1	11,90
Okno O9	25,625	0,721	1	18,48
Okno O10	0,914	0,720	1	0,66
Dveře D5	5,625	0,889	1	5,00
Dveře D6	7,560	0,764	1	5,78
Celkem	2125,90	-	-	489,56
Tepelné vazby	$\Sigma A \cdot 0,02$			42,52
Celková měrná ztráta prostupem tepla	$\Sigma H_T + \Sigma A \cdot 0,02$			532,08

### 1.5.3 Průměrný součinitel prostupu tepla

Průměrný součinitel prostupu tepla $< 0,5$	$U_{em,N,20,R} = H_{T,N} / A = 1017,66 / 2125,90$	0,479	$U_{em} = H_T / A = 532,08 / 2125,90$	0,250
Budova s téměř nulovou spotřebou energie $\leq 0,35$	Redukční činitel požadované základní hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla	$\int_R = 0,7$	$U_{em,R} = \int_R \cdot U_{em,N,20,R}$	
$U_{em,R} = 0,335 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$			$U_{em} = 0,250 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$	
Klasifikační ukazatel $E_R = U_{em} / U_{em,R}$			0,746	
Klasifikační třída obálky budovy dle ČSN 73 0540-2 : 2011			Třída C - Úsporná	

Klasifikační třída	Hodnota pro horní hranici klasifikační třídy	Slovní vyjádření klasifikační třídy	
	$U_{em}$		
A	$0,65 \times E_R$	Mimořádně úsporná	0,485
B	$0,8 \times E_R$	Velmi úsporná	0,597
C	$E_R$	Úsporná	0,746
D	$1,5 \times E_R$	Méně úsporná	1,119
E	$2 \times E_R$	Nehospodárná	1,492
F	$2,5 \times E_R$	Velmi nehospodárná	1,865
G		Mimořádně nehospodárná	

## 1.6 Výpočet nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotní faktor vnitřního povrchu posuzovaných konstrukcí

Konstrukce	$\theta_{ai}$ [°C]	U [W/m <sup>2</sup> ·K]	R [m <sup>2</sup> ·K/W]	R <sub>se</sub> [m <sup>2</sup> ·K/W]	R <sub>si</sub> [m <sup>2</sup> ·K/W]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{si,min}$ [°C]	f <sub>Rsi</sub> [-]	f <sub>Rsi,N</sub> [-]
Vnější nosná stěna	20,6	0,175	5,551	0,04	0,13	-13,0	19,16	0,957	0,779
Jednoplášťová plochá střecha	20,6	0,114	8,616	0,04	0,10	-13,0	19,66	0,972	0,779
Podlaha v 1S - keramická dlažba	20,6	0,241	3,975	0,00	0,17	7,9	19,85	0,941	0,416
Podlaha v 1NP - vinylové lamely	20,6	0,595	1,340	0,17	0,17	-13,0	15,83	0,858	0,779
Vnější nosná stěna v 1S	20,6	0,307	3,126	0,00	0,13	7,9	19,66	0,926	0,416
Konstrukce splňují požadavky dle normy ČSN 73 0540-2:2011						f <sub>Rsi</sub> > f <sub>Rsi,N</sub>			

## 1.7 Výpočet nejnižší vnitřní povrchové teploty a teplotní faktor vnitřního povrchu v koutech

- Tepelný odpor vrstvy

$$\xi_{Rsi,k} = 1,05 \cdot (U \cdot R_{si,k})^{0,69}$$

R<sub>si,k</sub> – tepelný odpor při přestupu tepla v koutě konstrukce [m<sup>2</sup>·K/W]

- Tepelný faktor vnitřního povrchu v koutě

$$f_{Rsi} = 1 - \xi_{Rsi,k}$$

posouzení:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N}$$

f<sub>Rsi</sub> – teplotní faktor vnitřního povrchu [-]

f<sub>Rsi,N</sub> – požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu [-]

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$$

f<sub>Rsi,cr</sub> – kritický teplotní faktor [-]

$$f_{Rsi,cr} = 1 - [(237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}) / (\theta_{ai} - \theta_e)] \cdot [1 / (1,1 - 17,269 / \ln(\varphi_i / \varphi_{si,cr}))]$$

φ<sub>i</sub> – relativní vlhkost vnitřního vzduchu 50%

φ<sub>si,cr</sub> – kritická vnitřní povrchová vlhkost 80%

Konstrukce	$\theta_{ai}$ [°C]	U [W/m <sup>2</sup> ·K]	R [m <sup>2</sup> ·K/W]	R <sub>si,k</sub> [m <sup>2</sup> ·K/W]	$\theta_e$ [°C]	$\theta_{si,min}$ [°C]	$\xi_{Rsi,k}$ [-]	f <sub>Rsi</sub> [-]	f <sub>Rsi,N</sub> [-]
Vnější nosná stěna	20,6	0,175	5,551	0,13	-13,0	19,16	0,077	0,923	0,779
Vnější nosná stěna v 1S	20,6	0,307	3,126	0,13	7,9	19,66	0,114	0,886	0,416
Konstrukce splňují požadavky dle normy ČSN 73 0540-2:2011					f <sub>Rsi</sub> > f <sub>Rsi,N</sub>				

## 2. Předběžná potřeba energií a osvětlení budovy

Pro výpočet předběžné potřeby energií byly dosazeny hodnoty z kap. 7. Příloha II. - Koncept větrání, ohřevu TV a vytápění.

### 2.1 Energie potřeby vytápění pro referenční budovu

- $D = d \cdot (t_{i,s} - t_{e,s}) = 232 \cdot (19 - 4) = 3480$   
 $d$  = počet otopných dnů pro Brno = 232  
 $t_{i,s} = 19^\circ\text{C}$   
 $t_{e,s} = 4^\circ\text{C}$
- $E = 24 \cdot e \cdot \varepsilon \cdot D \cdot H_{T+1} = 24 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 3480 \cdot 1017,66 = 76,50 \text{ MWh/rok}$   
 $e$  = součinitel přerušovaného vytápění = 0,9  
 $\varepsilon$  = součinitel infiltrace vzduchu = 1
- $E_v = E / (\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}) = 76,50 / (0,92 \cdot 0,9) = 92,39 \text{ MWh/rok}$

### 2.2 Energie potřeby vytápění pro hodnocenou budovu

- $D = d \cdot (t_{i,s} - t_{e,s}) = 232 \cdot (19 - 4) = 3480$   
 $d$  = počet otopných dnů pro Brno = 232  
 $t_{i,s} = 19^\circ\text{C}$   
 $t_{e,s} = 4^\circ\text{C}$
- $E = 24 \cdot e \cdot \varepsilon \cdot D \cdot H_{T+1} = 24 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 3480 \cdot 532,08 = 40,00 \text{ MWh/rok}$   
 $e$  = součinitel přerušovaného vytápění = 0,9  
 $\varepsilon$  = součinitel infiltrace vzduchu = 1
- $E_v = E / (\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}) = 40,00 / (0,95 \cdot 0,9) = 46,78 \text{ MWh/rok}$

### 2.3 Energie pro nucené (řízené) větrání

- Předběžný výkon ohřívačů + ventilátorů VZT = 15kW
- $H_v = \frac{Q}{\Delta t}$   
 $H_v = 15000 / 35 = 429 \text{ W/K}$



- $D_v = Z (t_{iv} - t_{es})$   
 $Z$  ... počet dnů s teplotou nižší než ve větraném prostoru ( $d = 220$  až  $270$  dní)  
 $t_{iv}$  ... průměrná teplota větraných místností ( $t_{iv} = 19$  až  $20$  °C)  
 $t_{em}$  ... průměrná venkovní teplota období s ohřevem vzduchu ( $t_{em} = 4$  až  $7$  °C)  
 $H_{T+I}$  ... měrná tepelná ztráta nuceným větráním  
 $\phi$  ... účinnost zpětného získávání tepla nuceného větrání ( $\phi = 0,5$  až  $0,75$ )  
 $V$  ... průtok větracího vzduchu ( $m^3/s$ )

$$D_v = 232 \cdot (19 - 4) = 3480$$

- $E = e \cdot h \cdot D_v \cdot H_v$   
 $e$  ... součinitel vyjadřující vliv přerušovaného provozu jen několik dní v týdnu  
 $e = \text{počet provozních dnů v týdnu} / 7$  (pro pracovní týden  $e = 5/7 = 0,7$ )  
 $h$  ... počet provozních hodin (např. od 8 do 17 hodin  $h = 9$  h)  
 $D_v$  ... počet větracích denostupňů, závislá na teplotě  $t_{em}$   
 $t_{em}$  ... střední denní venkovní teplota pro začátek a konec otopného období; pro účely vzduchotechniky  $t_{em} = 15$  až  $19$  °C

$$E = 1 \cdot 8 \cdot 3480 \cdot 429 = 11,94 \text{ MWh/rok}$$

- $E_v = E / (\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}) = 11,94 / (0,95 \cdot 0,85) = 14,79 \text{ MWh/rok}$

Referenční hodnota byla určena pomocí změny účinnosti soustavy a přiměřeně navrhnutá na 20,30 MWh/rok. Spotřeba ventilátorů hnaných elektřinou byla přiměřeně určena na 2 MWh/rok. Referenční hodnota ventilátoru byla přiměřeně navrhnutá na 3,5 MWh/rok.

## 2.4 Energie ohřevu teplé vody

Ohřev teplé vody bude zajištěn dvojicí plynových kondenzačních kotlů se zásobníkem teplé vody ohříváným otopnou vodou přes výměník zásobníku.

Zásobník stojatý:

- Počet osob: 40
- Potřeba teplé vody:  $60 \text{ l/os} \cdot \text{den} = 40 \cdot 0,06 = 2,4 \text{ m}^3/\text{den}$
- Denní bilance ohřevu teplé vody:  $Q = V \cdot 1,163 \cdot (t_1 - t_2) = 2,4 \cdot 1,163 \cdot 45 = 125,60 \text{ kWh/den}$

$$k_t = \frac{t_{iv} - t_{sv,L}}{t_{iv} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = \frac{40}{45} = 0,89$$

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t E_{TV,d} (350 - d)$$

$d$  = počet otopných dnů pro Brno = 232

$$E_{TV} = 125,60 \cdot 232 + 0,89 \cdot 125,60 \cdot (350 - 232) = 42,33 \text{ MWh/rok}$$

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}}$$

$$E_{TV,SK} = 42,33 / (0,95 \cdot 0,90) = 49,51 \text{ MWh/rok}$$

Ohřev teplé vody bude dle parametru návrhu budov s téměř nulovou spotřebou energie. Referenční hodnota byla určena pomocí změny účinnosti soustavy a přiměřeně navrhnutá na 55 MWh/rok.

## **2.5 Osvětlení objektu**

Roční spotřeba byla přibližně určena na hodnotu 4,5 MWh/rok. Referenční hodnota byla přiměřeně určena na 7,5 MWh/rok.

## **2.6 Závěr - předběžná potřeba energií a osvětlení budovy**

Přesné hodnoty potřeb energie pro vytápění, pro nucené větrání, pro ohřev teplé vody a osvětlení hodnocené budovy jsou součástí výpočtu - Průkaz energetické náročnosti budovy.

Řádné posouzení musí provést autorizovaná osoba s příslušným zaměřením.

## **2.7 Podklady použité pro přímé určení energií**

Normy ČSN včetně aktuálních změn k danému datu zpracování:

- ČSN EN ISO 73 790 - Výpočet potřeby energie pro vytápění a chlazení
- ČSN EN 15136-1 - Tepelné soustavy v budovách
- ČSN EN 15665 - Větrání budov - Stanovení výkonových kritérií pro větrací systémy obytných budov
- ČSN EN 15241 - Větrání budov - Výpočtové metody ke stanovení energetických ztrát způsobených větráním a infiltrací v komerčních budovách
- ČSN EN 15242 - Větrání budov - Výpočtové metody pro stanovení průtoku vzduchu v budovách včetně filtrace
- ČSN EN 15243 - Větrání budov - Výpočet teplot v místnosti, tepelné zátěže a energie pro budovy s klimatizačními systémy
- ČSN EN 15193 - Energetické hodnocení budov - Energetické požadavky na osvětlení

### 3. Průkaz energetické náročnosti budovy

PENB vyhotoven v programu Deksoft - Tepelná technika 1D a Energetika. Do programu Deksoft - Tepelná technika 1D byly dosazeny hodnoty z kap. 6. Příloha I. - Program Teplo 2017.

program **ENERGETIKA**  
verze 6.0.5

**DEKSOFT®**

## PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

Ulice, číslo: Moravanská, parc. 483/62  
PSČ, místo: 61900, Brno  
K.ú., parcelní č.: Přízřenice (612146), 483/62  
Typ budovy: Bytový dům  
Celková energeticky vztažná plocha: 1810 m<sup>2</sup>



### KLASIFIKAČNÍ TŘÍDA

Primární energie z neobnovitelných zdrojů  
kWh/(m<sup>2</sup>·rok)



Požadavky pro výstavbu  
nové budovy do 31.12.2021

jsou **SPLNĚNY**

### ROZDĚLENÍ DODANÉ ENERGIE

MWh/rok

zemní plyn: 156  
elektrina: 4.8



### UKAZATELE ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI

	Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	0.32 W/(m <sup>2</sup> ·K)	<b>B</b>
	Měrná potřeba tepla na vytápění	38.8 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	
	<b>Celková dodaná energie</b>	<b>88.8 kWh/(m<sup>2</sup>·rok)</b>	<b>A</b>
	Vytápění	52.5 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	<b>A</b>
	Chlazení	-	
	Nucené větrání	1.00 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	<b>A</b>
	Úprava vlhkosti	-	
	Příprava teplé vody	33.7 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	<b>C</b>
	Osvětlení	1.66 kWh/(m <sup>2</sup> ·rok)	<b>A</b>

Energetický specialista:

Osvědčení č.:

Kontakt:

Ev. č. průkazu:

Vyhotoveno dne: 19.05.2021

Podpis:

# PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY

vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. 264/2020 Sb., o energetické náročnosti budov

## A IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE

### ÚDAJE O BUDOVĚ / MÍSTĚ STAVBY

Obec:	Brno	Část obce:	Přízřenice
Ulice:	Moravanská	Č.p / č. or. (č.ev.)	
Katastrální území:	Přízřenice (612146)	Převládající typ využití:	Bytový dům
Parcelní číslo pozemku:	483/62	Památková ochrana budovy:	Bez památkové ochrany
Orientační období výstavby:		Památková ochrana území:	Bez památkové ochrany

### POPIS HODNOCENÉ BUDOVY

Základní členění budovy a hospodaření s energiemi, stavební konstrukce obálky, technické systémy budovy, významné rekonstrukce, využití objektu.

### GEOMETRICKÉ CHARAKTERISTIKY

Parametr	Jednotky	Hodnota
Objem budovy s upravovaným vnitřním prostředím	m <sup>3</sup>	5 790,5
Celková plocha hodnocené obálky budovy	m <sup>2</sup>	1 935,5
Objemový faktor tvaru budovy	m <sup>2</sup> /m <sup>3</sup>	0,33
Celková energeticky vztažná plocha budovy	m <sup>2</sup>	1 809,6
Podíl průsvitných konstrukcí v ploše svislých konstrukcí	%	20,4

### VÝPOČTOVÉ ZÓNY

Energetická náročnost budovy a hodnocení obálky je vypočteno pro budovu jako celek, která se při výpočtu může členit do dílčích zón. Budova je členěna na zóny s upravovaným vnitřním prostředím (vytápění, chlazení), které mají definovanou návrhovou vnitřní teplotu dle ČSN 730540 a na zóny nevytápěné. Zónám jsou přiřazeny profily typického užívání.

Ozn.	Označení zóny	Typ zóny dle ČSN 73 0331-1	Úprava vnitřního prostředí		Návrhová vnitřní teplota pro vytápění °C	Energ. vztažná plocha m <sup>2</sup>
			Vytápění	Chlazení		
Z1	Vytápěná zóna	Bytový dům - prostor bytu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	20	1 451,4
Z2	Temperovaná zóna	Prostory plnící funkci domovní komunikace a domovního vybavení k bytům mimo garáže	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	16	358,2

## B CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

Dodaná energie je dle §4 Vyhlášky součtem vypočtené spotřeby energie a pomocné energie (čerpadla, regulace apod.) pro daný účel. Vypočtená spotřeba energie vychází z potřeby energie pro zajištění typického užívání budovy se zahrnutím účinností technického systému. Do dodané energie se v souladu s Vyhláškou neuvažují technologie nesouvisející se zajištěním uvedených účelů, ale vstupují do výpočtu ve formě tepelných zisků.

Energonositel	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
	% pokrytí							
	Dodaná energie v MWh/rok							

### PALIVA

Za paliva jsou pro účely průkazu považovány elektrická energie odebíraná z veřejné distribuční sítě, paliva pro spalování (uhlí, dřevo, zemní plyn apod.) a energie dodaná ve formě tepla nebo chladu ze soustavy zásobování tepelnou energií (SZTE).

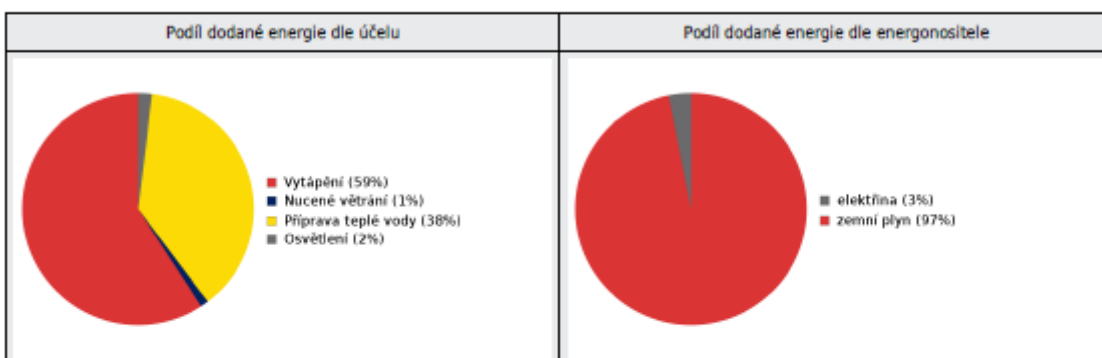
elektrina	---	---	1,1%	---	---	1,9%	---	3,0%
	---	---	1.80	---	---	3.01	---	4.81
zemní plyn	59,1%	---	---	---	37,9%	---	---	97,0%
	95.0	---	---	---	61.0	---	---	156

### ENERGIE OKOLNÍHO PROSTŘEDÍ

Za energii okolního prostředí je pro účely průkazu považována energie získaná ze Slunce, Země, vody, vzduchu nebo větru dodaná pomocí technického zařízení (solární kolektory, tepelné čerpadlo apod.). Dále je sem zařazeno využití odpadního tepla z technologie.

### CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE

procentuální podíl	59,1%	---	1,1%	---	37,9%	1,9%	---	100,0%
kWh/m²rok	52,5	---	1,0	---	33,7	1,7	---	88,8
MWh/rok	95.0	---	1.80	---	61.0	3.01	---	161

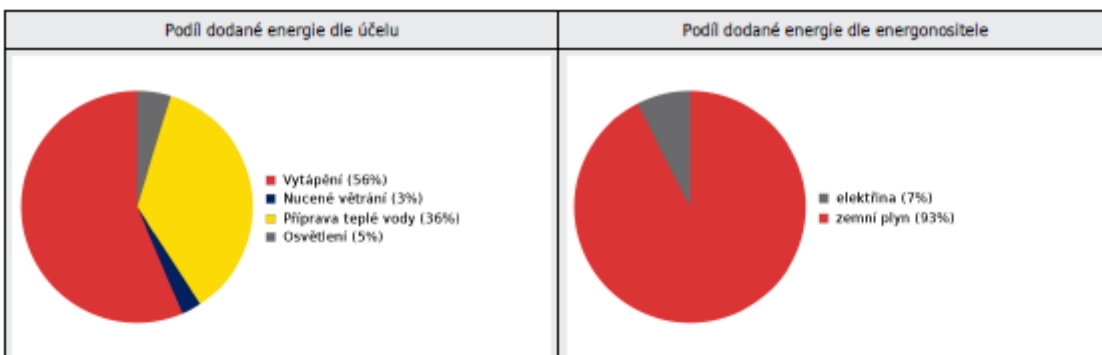


**C PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE**

Primární energie z neobnovitelných zdrojů energie zobrazuje ekologickou stopu provozu budovy z pohledu spotřeby energie v primárních zdrojích (např. elektrárny, teplárny apod.) se zohledněním účinnosti výroby a distribuce pro užití v hodnocené budově. Faktorem primární energie z neobnovitelných zdrojů energie se násobí složky dodané energie po jednotlivých energonositelích.

Ergonositel	Faktor primární energie z neobnovitelných zdrojů energie	Vytápění	Chlazení	Nucené větrání	Úprava vlhkosti	Příprava teplé vody	Osvětlení vnitřního prostoru budovy	Ostatní	Celkem
% pokrytí									
Dodaná energie v MWh/rok									

ENERGONOSITELE									
elektřina	2,6	---	---	2,8%	---	---	4,6%	---	7,4%
		---	---	4.68	---	---	7.82	---	12.5
zemní plyn	1,0	56,4%	---	---	---	36,2%	---	---	92,6%
		95.0	---	---	---	61.0	---	---	156
PRIMÁRNÍ ENERGIE Z NEOBNOVITELNÝCH ZDROJŮ ENERGIE									
procentuální podíl		56,4%	---	2,8%	---	36,2%	4,6%	---	100,0%
kWh/m²rok		52,5	---	2,6	---	33,7	4,3	---	93,1
MWh/rok		95.0	---	4.68	---	61.0	7.82	---	168

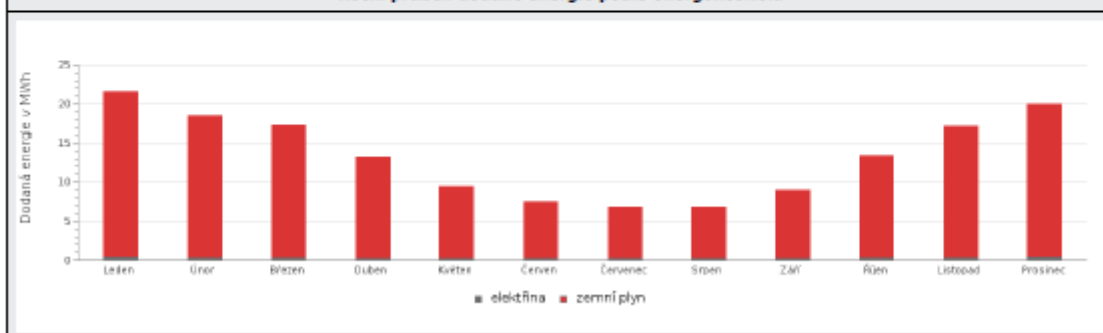


## D ROČNÍ PRŮBĚH DODANÉ ENERGIE

### BILANCE PODLE ENERGOONOSITELŮ

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	21.6	18.5	17.3	13.2	9.45	7.52	6.80	6.85	8.99	13.5	17.1	20.0
elektřina	0.53	0.45	0.41	0.36	0.33	0.31	0.32	0.33	0.37	0.41	0.46	0.53
zemní plyn	21.0	18.1	16.9	12.8	9.12	7.21	6.48	6.52	8.63	13.0	16.7	19.5

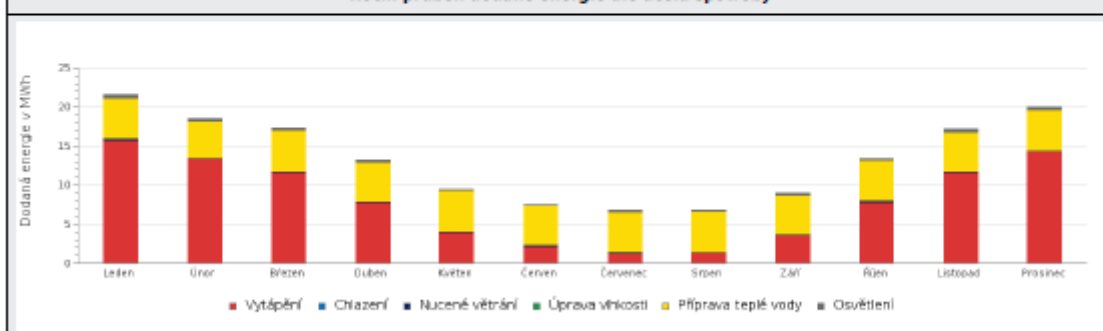
### Roční průběh dodané energie podle energonositelů



### BILANCE PODLE ÚČELŮ SPOTŘEBY

	Dodaná energie v MWh/rok											
	Leden	Únor	Březen	Duben	Květen	Červen	Červenec	Srpen	Září	Říjen	Listopad	Prosinec
Celkem	21.6	18.5	17.3	13.2	9.45	7.52	6.80	6.85	8.99	13.5	17.1	20.0
Vytápění	15.9	13.4	11.7	7.81	3.94	2.20	1.31	1.34	3.61	7.87	11.7	14.3
Chlazení	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Nucené větrání	0.15	0.14	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Úprava vlhkosti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Příprava teplé vody	5.18	4.68	5.18	5.01	5.18	5.01	5.18	5.18	5.01	5.18	5.01	5.18
Osvětlení	0.38	0.31	0.26	0.21	0.18	0.16	0.16	0.18	0.22	0.26	0.31	0.38

### Roční průběh dodané energie dle účelů spotřeby





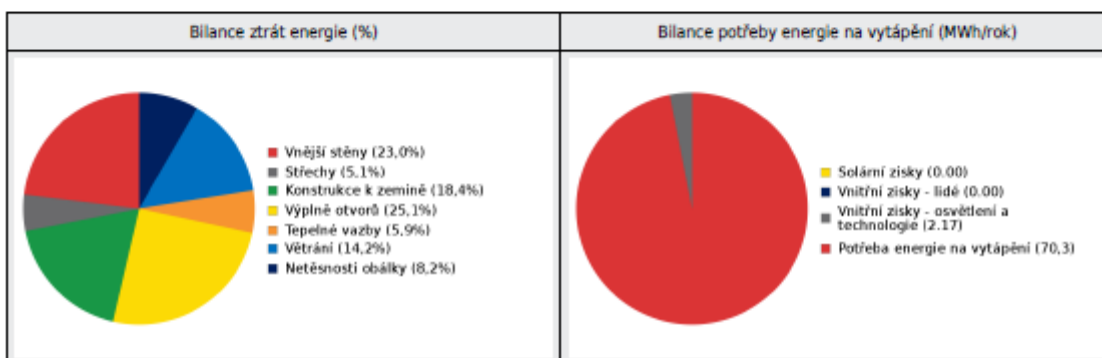
## E BILANCE TEPELNÝCH TOKŮ

### BILANCE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ

Celkové tepelné ztráty budovy jsou tvořeny prostupem tepla přes konstrukce obálky budovy, cíleným větráním a neřízeným větráním netěsnostmi - infiltrací. Tepelné ztráty jsou z části pokryty využitelnými solárními a vnitřními zisky. Výsledná bilance představuje potřebu energie na vytápění budovy, kterou je nutné dodat soustavou vytápění.

ZTRÁTY ENERGIE			VYUŽITELNÉ ZISKY ENERGIE PRO REŽIM VYTÁPĚNÍ		
Prostup tepla obálkou budovy	MWh/rok	54.8	Solární zisky	MWh/rok	0.00
Větrání		10.1	Vnitřní zisky - lidé		0.00
Netěsnosti obálky - infiltrace		5.81	Vnitřní zisky - osvětlení a technologie a z přilehlých nevytápěných prostor		2.17
Celkem		70.7	Celkem		2.17

POTŘEBA ENERGIE NA VYTÁPĚNÍ	MWh/rok	70,3	kWh/m².rok	38,8
-----------------------------	---------	------	------------	------



### BILANCE PRO REŽIM CHLAZENÍ

Budova neobsahuje technický systém chlazení, není proto sestavena bilance pro režim chlazení. V rámci průkazu není prováděn výpočet tepelné stability v letním období, existuje tedy riziko přehřívání budovy.



F OBÁLKA BUDOVY								
Obálkou budovy je soubor všech teplosměnných konstrukcí na systémové hranici celé budovy, které jsou vystaveny přilehlému prostředí, jež tvoří venkovní vzduch (EXT), přilehlá zemina (ZEM), vnitřní vzduch v přilehlém nevytápěném prostoru (NEVYT) nebo sousední budově (SOUS). Budova může být rozdělena na teplotní zóny o různých návrhových vnitřních teplotách s různými požadavky na obalové konstrukce. Hodnocené konstrukce jsou porovnávány s referenční hodnotou, která odpovídá platnému požadavku pro novostavby.								
Přehled stavebních prvků a konstrukcí na obálce budovy		Návrhová vnitřní teplota zóny	Přilehající prostředí	Plocha konstrukce	Součinitel prostupu tepla konstrukce			
		$\theta_i$	—	$A_i$	Vypočtená hodnota	Požadavek ČSN 730540-2	Referenční hodnota	Dosažená úroveň - vypočtená / referenční hodnota
Ozn.	Název	°C	—	m²	W/m².K			
<b>VNĚJŠÍ STĚNY</b>				<b>921,9</b>				
STN-1	Vnější nosná stěna (Z1)	20	EXT	921,9	0,175	0,30	0,21	83%
<b>STŘECHY</b>				<b>313,8</b>				
STR-2	Jednoplášťová plochá střecha (Z1)	20	EXT	313,8	0,114	0,24	0,17	68%
<b>PODLAHY NAD VENKOVNÍM PROSTOREM</b>				<b>0,0</b>				
-	-	-	EXT	-	-	-	-	-
<b>KONSTRUKCE K ZEMINĚ</b>				<b>463,6</b>				
PDL(z)-3	Podlaha v 1S - keramická dlažba (Z2)	16	ZEM	196,3	0,241	0,85	0,60	41%
STN(z)-5	Vnější nosná stěna v 1S (Z2)	16	ZEM	267,3	0,307	0,85	0,60	52%
<b>KONSTRUKCE K NEVYTÁPĚNÝM PROSTORŮM</b>				<b>0,0</b>				
-	-	-	EXT	-	-	-	-	-
<b>KONSTRUKCE K SOUSEDNÍ BUDOVĚ / PROSTORU</b>				<b>0,0</b>				
-	-	-	SOUS	-	-	-	-	-
<b>VÝPLNĚ OTVORŮ</b>				<b>236,2</b>				
VYP-6	Okno 1 (Z1)	20	EXT	0,9	0,798	1,50	1,05	76%
VYP-7	Okno 2 (Z1)	20	EXT	17,2	0,731	1,50	1,05	70%
VYP-8	Okno 3 (Z1)	20	EXT	96,9	0,731	1,50	1,05	70%
VYP-9	Okno 4 (Z1)	20	EXT	31,6	0,774	1,50	1,05	74%
VYP-10	Okno 5 (Z1)	20	EXT	15,6	0,776	1,50	1,05	74%
VYP-11	Okno 6 (Z1)	20	EXT	7,8	0,776	1,50	1,05	74%
VYP-12	Okno 7 (Z1)	20	EXT	9,7	0,780	1,50	1,05	74%
VYP-13	Okno 8 (Z1)	20	EXT	16,9	0,705	1,50	1,05	67%
VYP-14	Okno 9 (Z1)	20	EXT	25,6	0,721	1,50	1,05	69%
VYP-15	Okno 10 (Z1)	20	EXT	0,9	0,720	1,50	1,05	69%
VYP-16	Dveře D5 (Z1)	20	EXT	5,6	0,889	1,70	1,19	75%

VYP-17	Dveře D6 (Z1)	20	EXT	7,6	0,764	1,70	1,19	64%
<b>LEHKÝ OBVODOVÝ PLÁŠŤ</b>				<b>0,0</b>				
-	-	-	EXT	-	-	-	-	-
<b>TEPELNÉ VAZBY</b>								
Vliv tepelných vazeb zobrazuje úroveň řešení konstrukčních detailů - styků mezi dvěma a více konstrukcemi.								
Vliv tepelných vazeb $\Delta U_{tb}$				---	0,025	---	0,014	177%

**G TECHNICKÉ SYSTÉMY BUDOVY**

VYTÁPĚNÍ									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Ozn.	Zdroj tepla <sup>1</sup>	Systém vytápění uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na vytápění v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce a akumulace tepla	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na vytápění
		kW		MWh/rok	%	COP	%	%	% pokrytí
									MWh/rok
K-1	Plynový kondenzační kotel	75	zemní plyn	95.0	96	---	Z1: 87% (89%) Z2: 87%	Z1: 89% (90%) Z2: 89%	100%  70.3

CHLAZENÍ								
Ozn.	Zdroj chladu	Systém chlazení uvnitř budovy						
		Celkový jmenovitý chladicí výkon	Palivo	Spotřeba energie na chlazení v palivu	Sezónní chladicí faktor zdroje chlada	Sezónní účinnost distribuce chlada	Sezónní účinnost sdílení tepla	Potřeba energie na chlazení
		kW		MWh/rok	SEER <sub>C<sub>ges,Int</sub></sub>	$\eta_{C,dis,Int}$	$\eta_{C,em}$	% pokrytí
								MWh/rok
-	-	-	-	-	-	-	-	-

NUCENÉ VĚTRÁNÍ								
Ozn.	Systém nuceného větrání	Jmenovitý objemový průtok větracího vzduchu	Průměrný objemový průtok při provozu systému	Spotřeba energie pro provoz systému nuceného větrání	Časový podíl provozu systému nuceného větrání	Sezónní účinnost zařízení zpětného získávání tepla	Jmenovitý měrný příkon systému nuceného větrání	Váhový činitel regulace systému nuceného větrání
		m³/hod	m³/hod	MWh/rok	%	%	W.s/m³	%
VZT-1		3 400	930,56	1.80	100	77	4 265	18,6

ÚPRAVA VLHKOSTI								
Ozn.	Zdroj systému úpravy vlhkosti	Účel	Palivo	Spotřeba energie na úpravu vlhkosti	Jmenovitý elektrický / tepelný příkon	odvlhčení	vlhčení	
				MWh/rok	kW	Průměrná sezónní účinnost odvlhčení	Průměrná sezónní účinnost vlhčení	Průměrná sezónní účinnost ZZV
-	-	-	-	-	-	-	-	-

PŘÍPRAVA TEPLÉ VODY									
V případě, že je zdrojem tepla zařízení pro kombinovanou výrobu tepla a elektřiny nebo solární systém jsou bilance uvedeny v samostatné tabulce.									
Ozn.	Zdroj pro přípravu teplé vody	Systém přípravy teplé vody uvnitř budovy							
		Celkový jmenovitý tepelný výkon	Palivo	Spotřeba energie na přípravu teplé vody v palivu	Sezónní účinnost výroby tepla		Sezónní účinnost distribuce teplé vody	Sezónní potřeba teplé vody	Potřeba energie ohřevu teplé vody
		kW		MWh	%	—	%	m³/rok	% pokrytí MWh/rok
K-1	Plynový kondenzační kotel	75	zemní plyn	61.0	96	—	TVsys 1: 91,9	876,00	100,0 58.3

OSVĚTLENÍ								
Ozn.	Osvětlovací soustava / zóna	Převažující typ světelných zdrojů	Odpovídající energeticky vztahná plocha	Průměrná požadovaná osvětlenost	Průměrné korekční činitele soustavy			
		—	m²	lux	Typ světelných zdrojů	Řízení soustavy	Konstantní osvětlenost	Závislost na denním světle
		—	m²	lux	—	—	—	—
Z1 (L1)	Umělé osvětlení v nadzemní části	LED - bez uvedení měrného výkonu	1 242,57	100	0,86	1,00	1,00	0,77
Z2 (L1)	Umělé osvětlení v podzemní části	LED - bez uvedení měrného výkonu	288,83	30	0,86	1,00	1,00	1,00

KOMBINOVANÁ VÝROBA ELEKTŘINY A TEPLA								
Ozn.	Zdroj pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla	Kogenerační jednotka uvnitř budovy						
		Kogenerační jednotka mimo budovu - bilance dodávky pro hodnocenou budovu						
		Palivo	Spotřeba energie v palivu	Celkový elektrický výkon / sezónní účinnost	Celkový tepelný výkon / sezónní účinnost	Celková sezónní účinnost kogenerační jednotky	Výroba elektřiny / z toho pro neobn. prim. energii	Výroba tepla / z toho pro neobn. prim. energii
			MWh/rok	kW <sub>e</sub>	kW <sub>t</sub>		%	MWh/rok
				%	%			
-	-	-	-	-	-	-	-	-

SOLÁRNÍ TERMICKÝ SYSTÉM								
Ozn.	Solární termická soustava	Využití solární soustavy	Typ solárních termických kolektorů	Celková plocha apertury / počet ks	Objem solárního zásobníku	Celkový roční zisk soustavy	Celkový roční využitý zisk soustavy	Měrný využitý zisk k ploše apertury
				m²				
				ks				
-	-	-	-	-	-	-	-	-



FOTOVOLTAICKÝ SYSTÉM								
V průkazu je prováděn pouze bilanční výpočet výroby tepla a elektřiny v souladu s vyhláškou pro účely stanovení neobnovitelní primární energie. Výpočet využití energie pro vlastní spotřebu není relevantní (nejsou obsaženy spotřebiče a technologie).								
Ozn.	Fotovoltaická soustava	Využití solární soustavy	Výroba		Akumulace		Celková roční výroba soustavy	Využito pro výpočet neobn. primární energie
			Celková účinná plocha / počet ks panelů	Instalovaný špičkový výkon / účinnost panelu	Objem zásobníku vody	Typ akumulátorů / kapacita		
			m²	kWp	litry	typ	MWh/rok	MWh/rok
			ks	%		kWh		
-	-	-	-	-	-	-	-	-

<b>H</b>	<b>DOPORUČENÍ PRO SNÍŽENÍ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI A ZVÝŠENÍ VYUŽITÍ ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE</b>
----------	---

*Je navržen soubor opatření, která oproti hodnocenému stavu budovy dále snižují její energetickou náročnost a zvyšují podíl alternativních systémů dodávky energie. V postupných krocích jsou navržena jednotlivá opatření, která jsou následně hodnocena jako soubor opatření včetně zahrnutí synergických vlivů (úsporná opatření se navzájem ovlivňují).*

SNÍŽENÍ CELKOVÉ DODANÉ ENERGIE		
V prvním kroku návrhu je doporučeno snížení potřeby energie. Typicky se jedná o snížení ztrát obálkou budovy zateplením nebo snížení tepelné zátěže v letním období instalací stínících prvků. Následně je vyhodnocena možnost zpětného získávání energie (odpadní vody nebo vzduchu, odpadní teplo z chlazení) a možnost využití odpadního tepla z technologií. V kroku tři jsou navržena opatření ke zvýšení energetické účinnosti výroby, distribuce, akumulace a sdílení energie technickými systémy.		
Úsporné opatření	Popis návrhu	
<b>KROK 1</b> Zlepšení konstrukcí a prvků obálky budovy vč. stínění	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.	
<b>KROK 2</b> Využití zařízení pro zpětné získávání tepla	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.	
<b>KROK 3</b> Zlepšení účinnosti technických systémů budovy	V této kategorii není navrhováno žádné opatření.	

POSOUZENÍ PROVEDITELNOSTI ALTERNATIVNÍCH SYSTÉMŮ DODÁVEK ENERGIE					
Hodnocení alternativních systémů dodávek energie je provedeno na stavu budovy po realizaci navržených kroků 1-3, tedy po snížení celkové dodané energie.					
Alternativní systém dodávky energie		Proveditelnost			Popis návrhu
		Technická	Ekonomická	Ekologická	
<b>KROK 4</b>	Místní systémy využívající energie z OZE	ANO	ANO	ANO	
	Kombinovaná výroba elektřiny a tepla	ANO	ANO	ANO	
	Soustava zásobování tepelnou energií	ANO	ANO	ANO	
	Tepelná čerpadla	ANO	ANO	ANO	

NAVRŽENÝ SOUBOR OPATŘENÍ				
Popis souboru opatření				
	Potřeba energie na vytápění, chlazení a přípravu teplé vody	Celková dodaná energie	Neobnovitelná primární energie	Klasifikační třída neobnovitelné primární energie
	kWh/m².rok	kWh/m².rok	kWh/m².rok	
	MWh/rok	MWh/rok	MWh/rok	
Hodnocení budova	66,94	88,84	93,09	
	<b>121</b>	<b>161</b>	<b>168</b>	
Soubor navržených opatření	66,94	88,84	93,09	
	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	
Dosažená úspora energie	0,00	0,00	0,00	-
	<b>121</b>	<b>161</b>	<b>168</b>	

# **I PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY**

## **CELKOVÉ HODNOCENÍ PLNĚNÍ POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY**

Požadavek vyhlášky dle:	Požadavky pro výstavbu nové budovy do 31.12.2021	Splněno:	jsou SPLNĚNY
-------------------------	--	----------	--------------

## **REFERENČNÍ BUDOVA**

Úroveň referenční budovy:	budova s téměř nulovou spotřebou energie do 31.12.2021			
Snížení referenční hodnoty neobnovitelné primární energie	Druh budovy nebo zóny	Energetická vztahná plocha	Měrná potřeba na vytápění referenční budovy	Míra snížení
		m <sup>2</sup>	kWh/m <sup>2</sup> .rok	%
	Z1 - Vytápěná zóna (obytná zóna)	1 451,4	70,7	20
	Z2 - Temperovaná zóna (obytná zóna)	358,2		20

## **PŘEHLED PLNĚNÍ ZÁVAZNÝCH POŽADAVKŮ VYHLÁŠKY**

*V případě, že pro danou oblast vyhláška nestanovuje požadavek, tabulka se nevyplňuje - symbol X*

Hodnocený parametr	Jednotka	Ozn.	Hodnocený prvek budovy	Návrhová vnitřní teplota zóny	Přílehlající prostředí	Vypočtená hodnota	Referenční hodnota	Splněno
--------------------	----------	------	------------------------	-------------------------------	------------------------	-------------------	--------------------	---------

## **MĚNĚNÉ/ NOVÉ STAVEBNÍ PRKY A KONSTRUKCE**

*Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. c)*

X	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## **MĚNĚNÉ/ NOVÉ TECHNICKÉ SYSTÉMY**

*Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. d)*

X	---	---	---	---	---	---	---	---
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

## **OBÁLKA BUDOVY**

*Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. a) a písm. b)*

Průměrný součinitel prostupu tepla budovy	W/m <sup>2</sup> .K	Budova jako celek				0,32	0,44	ANO
---	---------------------	-------------------	--	--	--	------	------	-----

## **CELKOVÁ DODANÁ ENERGIE**


*Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm. b)*

Celková dodaná energie	kWh/m <sup>2</sup> .rok	Budova jako celek				88,84	141,08	ANO
------------------------	-------------------------	-------------------	--	--	--	-------	--------	-----



NEOBNOVITELNÁ PRIMÁRNÍ ENERGIE					
<i>Hodnocení splnění požadavku je vyžadováno u nové budovy a u změny dokončené budovy při plnění požadavku na energetickou náročnost budovy podle § 6 odst. 2 písm.a)</i>					
Neobnovitelná primární energie	kWh/m².rok	Budova jako celek	93,09	121,33	ANO

## J OSTATNÍ ÚDAJE

METODA VÝPOČTU			
Použitý software:	 <b>DEKSOFT®</b> - ENERGETIKA	Verze software:	6.0.5
Klimatická data:	ČSN 73 0331-1 (s doplněnou průměrnou rychlostí větru dle ČHMÚ - průměr ČR)	Metoda výpočtu:	Měsíční krok

ÚDAJE O PROJEKTOVÉ DOKUMENTACI STAVBY
Průkaz není součástí projektové dokumentace stavebního záměru.

DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ	
Bezplatná poradenská služba:	<a href="https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis">https://www.mpo-efekt.cz/cz/ekis</a>
Katalog úspor energie:	<a href="https://www.kataloguspor.cz">https://www.kataloguspor.cz</a>

## K ENERGETICKÝ SPECIALISTA

ENERGETICKÝ SPECIALISTA			
Jméno / obchodní firma:		Číslo oprávnění:	
Telefon:		E-mail:	

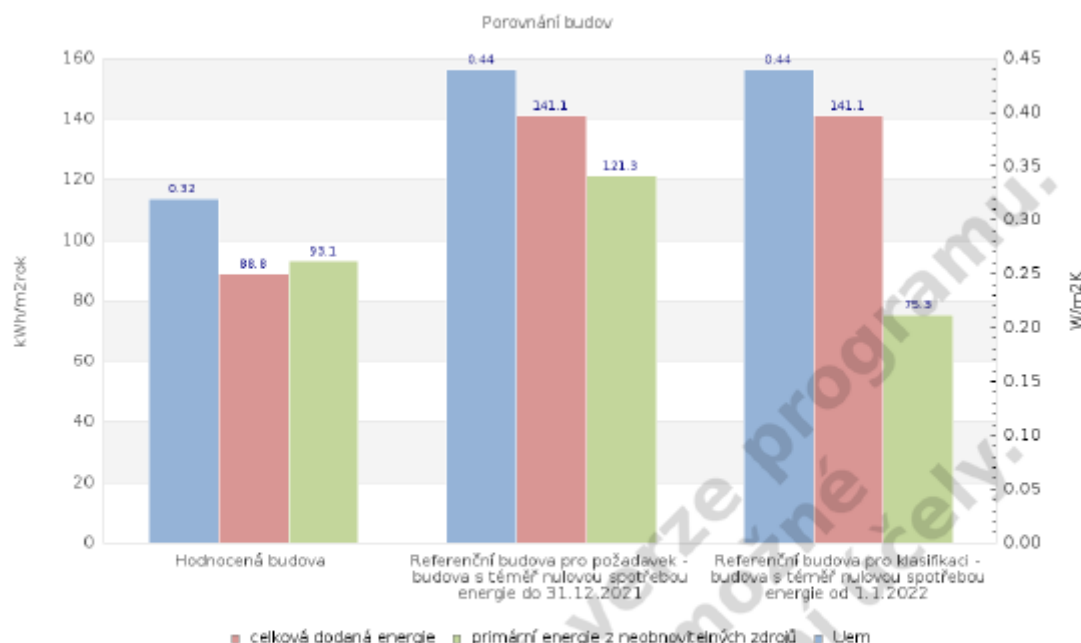
URČENÁ OSOBA			
<i>V případě, že je energetickým specialistou právnická osoba, musí být v souladu s §10 odst. 2 písm. b) určena fyzická osoba, která je držitelem oprávnění k výkonu činnosti energetického specialisty.</i>			
Jméno a příjmení:	-	Číslo oprávnění:	-

PLATNOST PRŮKAZU			
<i>Dle zákona č. 406/2000 Sb. §7a odst. 4 je platnost průkazu 10 let ode dne jeho vyhotovení nebo do větší změny dokončené budovy anebo do změny způsobu vytápění, chlazení nebo přípravy teplé vody.</i>			
Evidenční číslo průkazu:		Podpis energetického specialisty:	
Datum vyhotovení průkazu:	19.05.2021		
Platnost průkazu do:	19.05.2031		

Typ budovy	průměrný součinitel prostupu tepla	potřeba energie	spotřeba energie	pomocná energie	celkem dodaná energie	měrná dodaná energie	navýšení spotřeby vůči potřebě
	W/m².K	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/rok	kWh/m².a	%
Hodnocená budova							
vytápění	0,32	70 272	94 987	0,00	94 987	52,49	35,2
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	1 800,8	0,00	1 800,8	1,00	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		50 857	60 977	0,00	60 977	33,70	19,9
umělé osvětlení		-	3 007,4	-	3 007,4	1,66	-
celkem energie		121 128	160 771	0,00	160 771	88,84	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	168 464	93,09	-
Referenční budova pro požadavek - budova s téměř nulovou spotřebou energie do 31.12.2021							
vytápění	0,44	127 923	175 564	0,00	175 564	97,02	37,2
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	4 755,1	0,00	4 755,1	2,63	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		50 857	67 781	0,00	67 781	37,46	33,3
umělé osvětlení		-	7 206,0	-	7 206,0	3,98	-
celkem energie		178 780	255 306	0,00	255 306	141,08	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	219 555	121,33	-
Referenční budova pro klasifikaci - budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022							
vytápění	0,44	127 923	175 564	0,00	175 564	97,02	37,2
chlazení		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
nucené větrání		-	4 755,1	0,00	4 755,1	2,63	-
vlhkostní úprava		0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-
příprava teplé vody		50 857	67 781	0,00	67 781	37,46	33,3
umělé osvětlení		-	7 206,0	-	7 206,0	3,98	-
celkem energie		178 780	255 306	0,00	255 306	141,08	-
celkem primární neob. energ.		-	-	-	136 274	75,31	-

Typ zóny	Typ referenční budovy	energeticky vztažná podlahová plocha	měrná potřeba tepla na vytápění	výše redukce NPE	výsledná hodnota NPE za celou budovu
		m²	kWh/m².a	%	%
Referenční budova pro požadavek					
Z1 - Vytápěná zóna	budova s téměř nulovou spotřebou energie do 31.12.2021	1 451,4	70,69	20,0	-
Z2 - Temperovaná zóna	budova s téměř nulovou spotřebou energie do 31.12.2021	358,2		20,0	-
Referenční budova pro klasifikaci					
Z1 - Vytápěná zóna	budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022	1 451,4	70,69	50,3	50,3
Z2 - Temperovaná zóna	budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022	358,2		50,3	

	průměrný součinitel prostupu tepla	potřeba energie	spotřeba energie	pomocná energie	celkem dodaná energie	měrná dodaná energie	navýšení spotřeby vůči potřebě
Hodnocená budova / Referenční budova pro požadavek - budova s téměř nulovou spotřebou energie do 31.12.2021							
vytápění	72,5 %	54,9 %	54,1 %	-	54,1 %	-	-
chlazení		-	-	-	-	-	-
nucené větrání		-	37,9 %	-	37,9 %	-	-
vlhkostní úprava		-	-	-	-	-	-
příprava teplé vody		100,0 %	90,0 %	-	90,0 %	-	-
umělé osvětlení		-	41,7 %	-	41,7 %	-	-
celková dodaná energie		67,8 %	63,0 %	-	63,0 %	-	-
neobn. primární energie		-	-	-	76,7 %	-	-
Hodnocená budova / Referenční budova pro klasifikaci - budova s téměř nulovou spotřebou energie od 1.1.2022							
vytápění	72,5 %	54,9 %	54,1 %	-	54,1 %	-	-
chlazení		-	-	-	-	-	-
nucené větrání		-	37,9 %	-	37,9 %	-	-
vlhkostní úprava		-	-	-	-	-	-
příprava teplé vody		100,0 %	90,0 %	-	90,0 %	-	-
umělé osvětlení		-	41,7 %	-	41,7 %	-	-
celková dodaná energie		67,8 %	63,0 %	-	63,0 %	-	-
neobn. primární energie		-	-	-	123,6 %	-	-



#### Orientační tepelná ztráta objektu

Měrná tepelná ztráta objektu prostupem	$H_T$	618,30	W/K
Měrná tepelná ztráta objektu větráním	$H_V$	184,29	W/K
Vnější zimní extrémní návrhová teplota dle ČSN 73 0540-3	$\theta_{e,ext}$	-17	°C
Orientační tepelná ztráta budovy	$\phi_{H,ud}$	28,78	kW

#### Orientační provozní náklady objektu

Orientační provozní náklady objektu (pro zajištění vnitřního prostředí)*	0,0	tis. Kč
--	-----	---------

\*Poznámka: Zde jsou uvedeny pouze provozní náklady na energie, které slouží k úpravě vnitřního prostředí v budově (teplota, větrání, úprava vlhkosti, osvětlenost) a přípravě TV. Náklady neobsahují platby za energii pro elektronické spotřebiče, kuchyňské spotřebiče apod.

#### Informace o použitém výpočetním nástroji

výpočetní nástroj	DEKSOFT Energetika
verze	6.0.5
blíže informace	<a href="http://www.deksoft.eu">www.deksoft.eu</a>

PENB je v předběžném návrhu, je potřeba odborný posudek autorizovaného technika o přesných hodnotách energií.

## 4. Akustické posouzení

### 4.1 Stavební akustika

#### 4.1.1 Normativní požadavky na kročejovou a vzduchovou neprůzvučnost

Dle ČSN 73 0532:2020 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky.

Tabulka 1 - Požadavky na zvukovou izolaci mezi místnostmi v budovách:

Chráněný prostor (místnost příjmu zvuku)					
Řádka	Hlučný prostor (místnost zdroje zvuku)	Požadavky na zvukovou izolaci <sup>1)</sup>			
		Stropy		Stěny	Dveře
		$R'_{w, D_{nT,w}}$	$L'_{n,w}, L'_{nT,w}$	$R'_{w, D_{nT,w}}$	$R_w$
		dB	dB	dB	dB
<b>A. Bytové domy, rodinné domy – nejméně jedna obytná místnost bytu</b>					
1	Všechny ostatní obytné místnosti téhož bytu	47	63	42	27
<b>B. Bytové domy – obytné místnosti bytu</b>					
2	Všechny místnosti druhých bytů, včetně příslušenství	53 52 <sup>1)</sup>	55 58 <sup>1)</sup>	53 52 <sup>1)</sup>	-
3	Společné prostory domu (schodiště, chodby, terasy, kočárkárny, sušárny, sklípky apod.)	52	55	52	32 <sup>2)</sup> 37 <sup>3)</sup>
4	Průjezdy, podjezdy, garáže, průchody, podchody	57	48	57	-
5	Místnosti s technickým zařízením domu (výměníkové stanice, kotelny, strojovny výtahů, strojovny VZT, prádelny apod.) s hlukem: $L_{A,max} \leq 80$ dB $80 \text{ dB} < L_{A,max} \leq 85$ dB	57 <sup>4)</sup>	48 <sup>4)</sup>	57 <sup>4)</sup>	-
		62 <sup>5)</sup>	48 <sup>5)</sup>	62 <sup>5)</sup>	

#### 4.1.2 Kročejová neprůzvučnost stropu

- ŽB stropní deska tl. 250mm,  $m'_1 = 625$  kg/m<sup>2</sup>

$$L_{nw,eq} = 164 - 35 \cdot \log \frac{m'}{(1 \cdot kg \cdot m^{-2})}$$

$$L_{nw,eq} = 164 - 35 \cdot \log (625/(1 \cdot kg \cdot m^{-2})) = 66,14 \text{ dB}$$

- Kročejová izolace Isover T-P tl. 40mm,  $s' = 21$  MN/m<sup>3</sup>
- Cementový potěr tl. 45mm,  $m'_2 = 2050 \cdot 0,045 = 92,25$  kg/m<sup>2</sup>

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{\frac{s'}{m'_2}}$$

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{(21/92,25)} = 76,34 \text{ Hz} \leq 80 \text{ Hz}$$

$\Delta L_{nw} \Rightarrow$  stanovení pomocí grafu ČSN EN ISO 12354-2  $\Rightarrow \Delta L_{nw} = 27,75$  dB

$$L'_{nw} = L_{nw} - \Delta L_{nw} + k = 66,14 - 27,75 + 2 = 40,39 \text{ dB}$$

### 4.1.3 Vzduchová neprůzvučnost

Dle ČSN 73 0532 je nutné budovu posoudit z hlediska neprůzvučnosti stavební konstrukce proti zvukové vlně, šířící se vzduchem.

Stavební vzduchovou neprůzvučnost  $R'_w$  stanovíme ze vztahu:

$$R'_w = R_w - k$$

kde:  $R_w$  ... vážená laboratorní vzduchová neprůzvučnost

$k$  ... korekce, závislá na vedlejších cestách šíření zvuku

- Vnější nosná stěna Porotherm 30 Profi Dryfix
  - vážená laboratorní neprůzvučnost  $R_w = 46$  dB při plošné hmotnosti zdiva včetně omítek tl. 15mm
  - $R'_w = 46 - 2 = 44$  dB
- Vnitřní nosná stěna Porotherm 25 AKU Z Profi Dryfix
  - vážená laboratorní neprůzvučnost  $R_w = 58$  dB při plošné hmotnosti zdiva včetně omítek tl. 15mm
  - $R'_w = 56 - 2 = 54$  dB
- Vnitřní nenosná stěna Porotherm 11,5 AKU Profi Dryfix
  - vážená laboratorní neprůzvučnost  $R_w = 48$  dB při plošné hmotnosti zdiva včetně omítek tl. 15mm
  - $R'_w = 44 - 2 = 42$  dB
- ŽB stropní deska tl. 250mm,  $m'_1 = 625 \text{ kg/m}^2$   
 $R_w = [37,5 * \log (m'/(1 * \text{kg} * \text{m}^{-2}))] - 42 = [37,5 * \log (625/(1 * \text{kg} * \text{m}^{-2}))] - 42 = 62,85 \text{ dB}$
- Kročejová izolace Isover T-P tl. 40mm,  $s' = 21 \text{ MN/m}^3$
- Cementový potěr tl. 45mm,  $m'_2 = 2050 * 0,045 = 92,25 \text{ kg/m}^2$

$$f_0 = 160 \cdot \sqrt{\frac{s'}{m'_2}}$$

$$f_0 = 160 * \sqrt{(21/92,25)} = 76,34 \text{ Hz} \leq 80 \text{ Hz}$$

$$\Delta R_w = 35 - R_w/2 = 35 - 62,85/2 = 3,58 \text{ Hz}$$

$$R'_w = R_w + \Delta R_w - k = 62,85 + 3,58 - 2 = 64,43 \text{ dB}$$

#### 4.1.4 Posouzení kročejové a vzduchové neprůzvučnosti

Dle ČSN 73 0532, čl. 5.1 Vzduchová neprůzvučnost. Vážená vzduchová neprůzvučnost  $R'_{w,N}$  pro stěny nesmí být nižší než hodnoty v tabulce.

Dle ČSN 73 0532, čl. 5.2 Kročejová neprůzvučnost. Vážená normalizovaná hladina kročejového zvuku  $L'_{nw,N}$  pro stropy nesmí být vyšší než hodnoty v tabulce.

A. Bytové domy, rodinné domy - nejméně jedna obytná místnost bytu

- Stropy:  $R'_{w,N} = 47 \text{ dB} \leq R'_w = \mathbf{64,43 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Vyhoví}$
- Stropy:  $L'_{nw,N} = 63 \text{ dB} \geq L'_{nw} = \mathbf{40,39 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Vyhoví}$

B. Bytové domy - obytné místnosti bytu

- Stropy:  $R'_{w,N} = 53 \text{ dB} \leq R'_w = \mathbf{64,43 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Vyhoví}$
- Stropy:  $L'_{nw,N} = 55 \text{ dB} \geq L'_{nw} = \mathbf{40,39 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Vyhoví}$
- Stěny:  $R'_{w,N} = 53 \text{ dB} \leq R'_w = \mathbf{54 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Vyhoví (nosná stěna mezi 2 byty)}$
- Stěny:  $R'_{w,N} = 52 \text{ dB} \leq R'_w = \mathbf{54 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Vyhoví (nosná stěna mezi bytem a chodbou)}$
- Stěny:  $R'_{w,N} = 42 \text{ dB} \leq R'_w = \mathbf{42 \text{ dB}} \Rightarrow \text{Vyhoví (nenosná stěna mezi místnostmi)}$

#### 4.1.5 Závěr - posouzení kročejové a vzduchové neprůzvučnosti

Vypočtené hodnoty a hodnoty laboratorní vzduchové neprůzvučnosti  $R_w$  (zjištěno z technických listů výrobce) s odpočtem příslušné korekce 'k' na přenos zvuku bočními cestami byly porovnány s požadovanými hodnotami hladiny kročejového zvuku a vzduchové neprůzvučnosti mezi bytovými jednotkami nebo místnostmi samotných bytů dle ČSN 73 0532:2020 Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky. Vnější nosné stěny mezi bytovými jednotkami, stěny uvnitř jednotlivých bytů a nosné stěny mezi společnými prostory a bytovými jednotkami vyhovují požadovaným hodnotám dle ČSN 73 0532.



## **5. Denní osvětlení a oslunění**

### **5.1 Insolace**

Insolace dle ČSN 73 4301 a vyhlášky č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby, se změnami 20/2012 Sb.

Prosluněny musí být všechny byty a ty pobytové místnosti, které to svým charakterem a způsobem využití vyžadují. Musí být zajištěna zraková pohoda a ochrana před oslněním, zejména v pobytových místnostech určených pro zrakově náročné činnosti.

Musí být splněny následující podmínky pro proslunění:

- Výška slunce nad horizontem musí být nejméně 5°.
- Při zanedbání oblačnosti musí být dne 1. března a 21. června proslunění nejméně 90 minut. Požadovanou dobu proslunění pro den 1. března lze nahradit bilancí, při které je mimo přestupné roky celková doba proslunění ve dnech od 10. února do 21. března včetně 3600 minut (jedná se o 40 dní s průměrnou dobou proslunění 90 minut).
- Půdorysný úhel slunečních paprsků s hlavní přímkou roviny okenního otvoru musí být nejméně 25°.
- Přímé sluneční záření musí do místnosti vnikat otvorem nebo otvory jejichž celková plocha je rovna min. 1/10 podlahové plochy místnosti.
- Otvor musí mít nejmenší skladebný rozměr alespoň 900mm, šířka oken ve skloněné rovině min. 700mm.
- Posuzovaný bod se nachází v rovině vnitřního zasklení ve výšce 300mm nad středem spodní hrany okenního otvoru, minimálně však 1200mm nad podlahou.

### **5.2 Výpočet a posouzení denního osvětlení a doby proslunění**

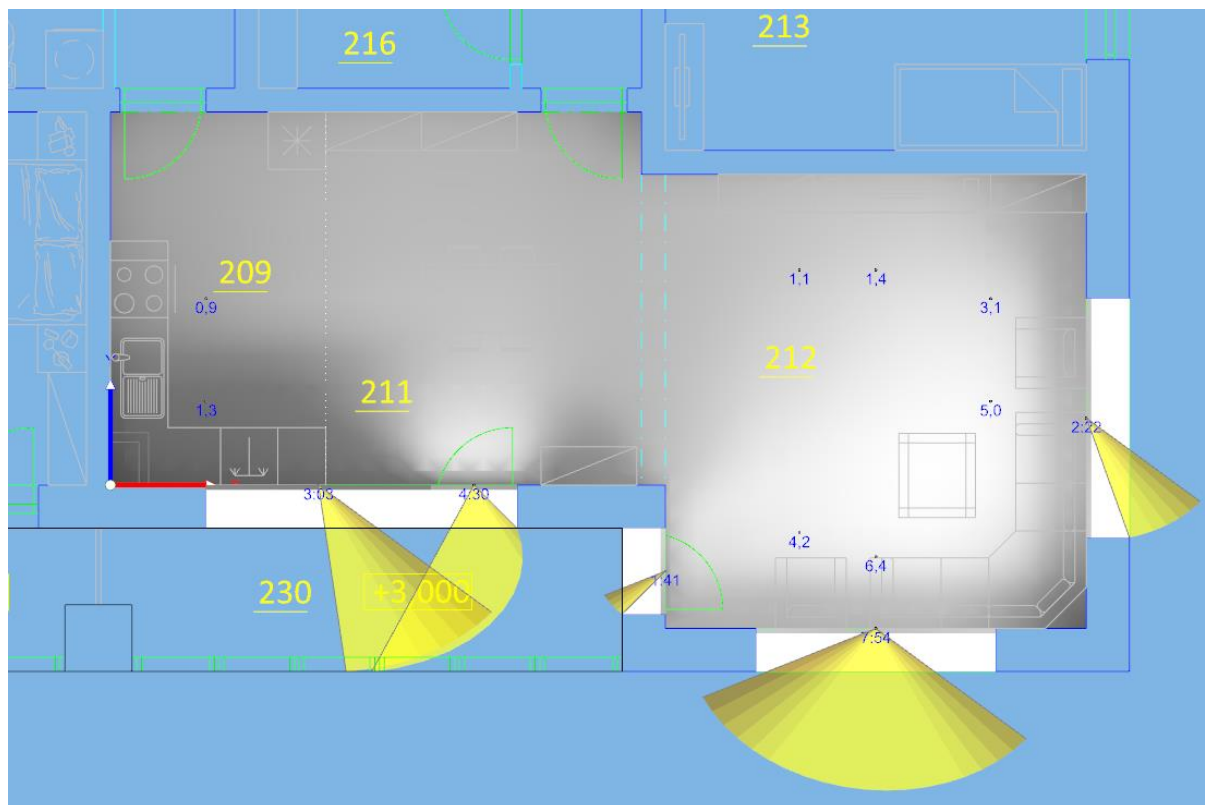
Pro výpočet bude použito programu Building Design.

Pro výpočet posouzení denního osvětlení a proslunění byly vybrány 2 byty - byt ve 2NP a byt a ve 4NP. Z obou bytů jsou posuzovány vždy 2 obytné místnosti.

Vybrané obytné místnosti musí splňovat požadavky na dobu proslunění dle ČSN EN 17037 a požadavky na denní osvětlení dle ČSN 73 0580.

## 5.2.1 Hodnoty denního osvětlení a doby proslunění bytu ve 2NP

- Byt č. 6 - m. č. 209 (kuchyňský kout), m. č. 211 (jídlna) a m. č. 212 obývací pokoj



### Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění
<b>2.1 - M. č. 209 - kk + m. č. 211 - jídelna + m. č. 212 - obývací pokoj</b>					
Činitel denní osvětlosti	1,4 / 0,7 %	3,9 / 0,9 %	6,4 %	0,23	
Proslunění					7:54 / 1:30

### 2.1 M. č. 209 - kk + m. č. 211 - jídelna + m. č. 212 - obývací pokoj - místnost

#### Výpočet

Počet odrazů	3
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Dělicí poměr otvoru	30
Rozměr elementární plochy	300 mm
Dělicí poměr svítidla	10

#### Údržba

Čistota prostředí	Čisté
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

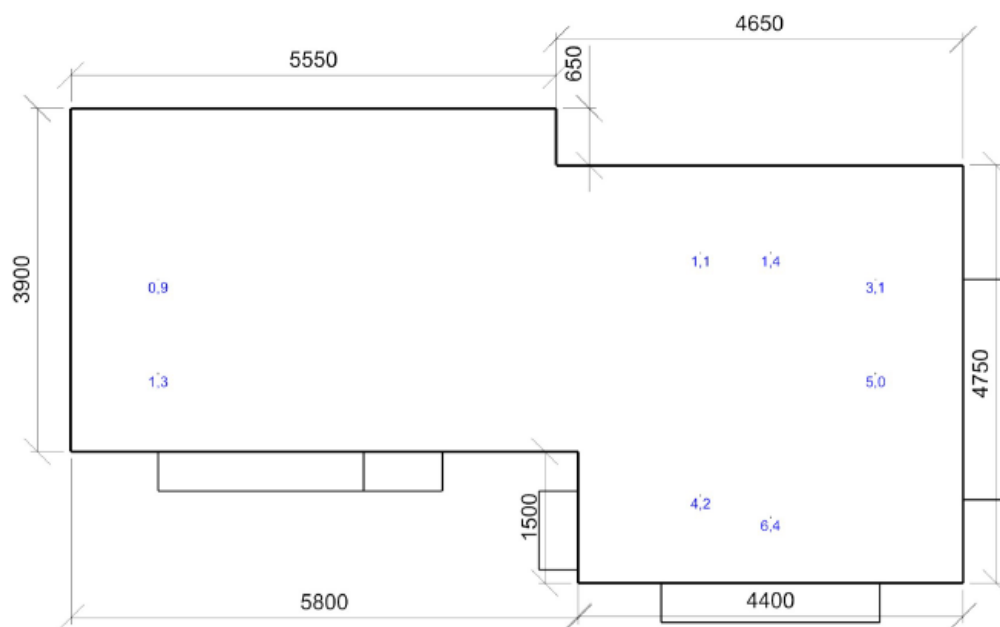
#### Geometrie

Výška	2650,00 mm
Plocha	43,4 m <sup>2</sup>

#### Odrážnost

Podlaha	0,3
Strop	0,7
Stěny	0,5

Činitel denní osvětlenosti - 2.1 M. č. 209 - kk + m. č. 211 - jídelna + m. č. 212 - obývací pokoj



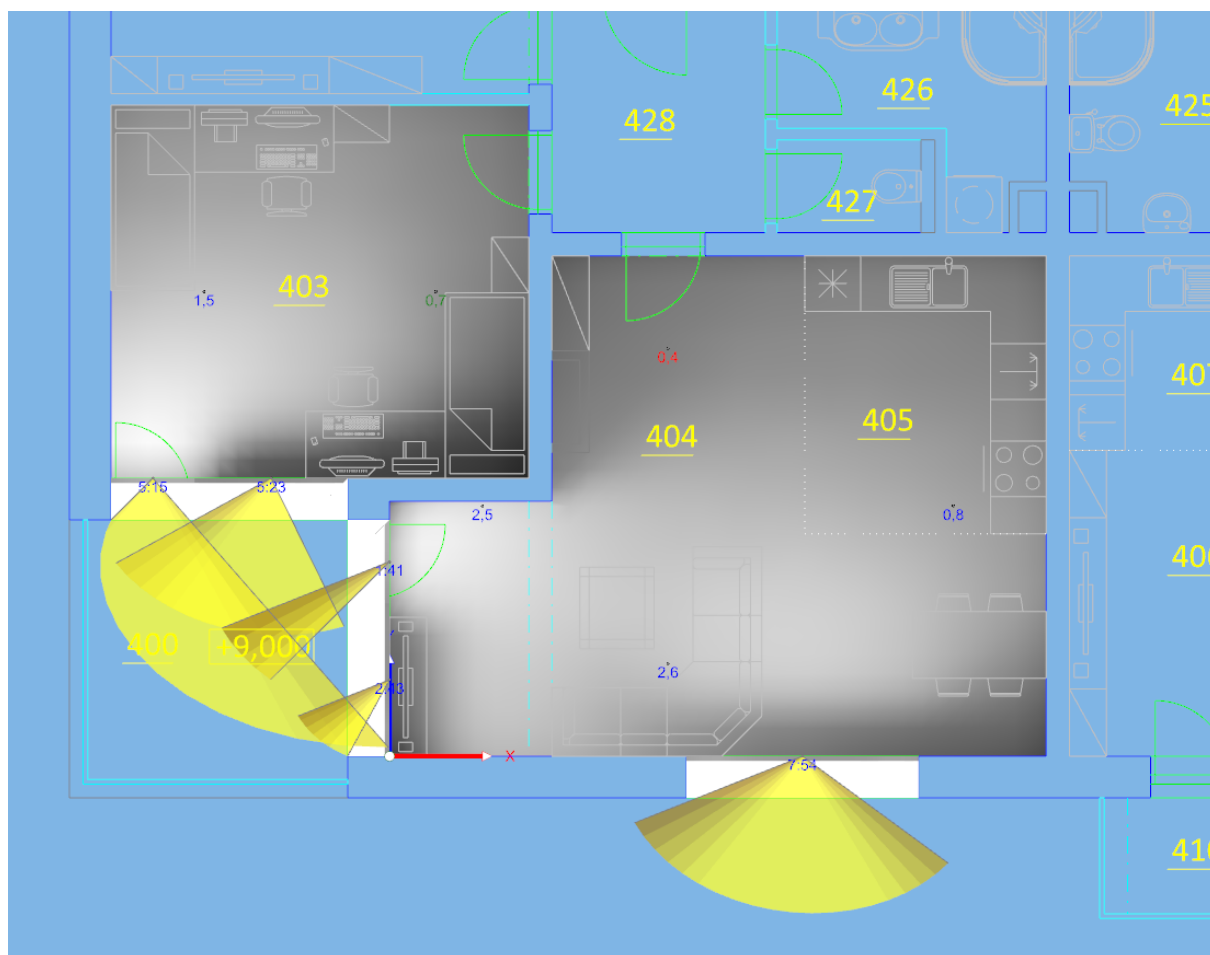
Dmin/Dm/Dmax: 1,4/3,9/6,4 % | Rovnoměrnost: 0,23

#### Otvory

Název	Tloušťka ostění [mm]		Posunutí		Otočení	
Otvor 1	450,0		1550,0	150,0	mm	0,0 °
Otvor 2	450,0		2450,0	1000,0	mm	0,0 °
Otvor 1	450,0		150,0	150,0	mm	0,0 °
Otvor 1	450,0		950,0	1000,0	mm	0,0 °
Otvor 1	450,0		1300,0	1000,0	mm	0,0 °
Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru	Koeficient konstrukce budovy	Koeficient regulačních zařízení
Otvor 1	Čiré	0,92	3	0,75	1	1
Otvor 2	Čiré	0,92	3	0,75	1	1
Otvor 1	Čiré	0,92	3	0,75	1	1
Otvor 1	Čiré	0,92	3	0,75	1	1
Otvor 1	Čiré	0,92	3	0,75	1	1

### 5.2.2 Hodnoty denního osvětlení a doby proslunění bytu ve 4NP

- Byt č. 7 - m. č. 403 (dětský pokoj), m. č. 404 (obývací pokoj + jídelna) a m. č. 405 (kuchyňský kout)



#### Přehled výsledků

Název	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost	Proslunění
<b>4.1 - M. č. 403 - dětský pokoj</b>					
Činitel denní osvětlenosti	0,7 / 0,7 %	1,1 / 0,9 %	1,5 %	0,46	
Proslunění					6:24 / 1:30
<b>4.2 - M. č. 404 - obývací pokoj a jídelna + m. č. 405 - kk</b>					
Činitel denní osvětlenosti	0,8 / 0,7 %	1,7 / 0,9 %	2,5 %	0,32	
Proslunění					7:54 / 1:30

○ M. č. 403 - dětský pokoj

**4.1 M. č. 403 - dětský pokoj - místnost**

**Výpočet**

Počet odrazů	3
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Dělicí poměr otvoru	30
Rozměr elementární plochy	200 mm
Dělicí poměr svítidla	10

**Údržba**

Čistota prostředí	Čisté
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

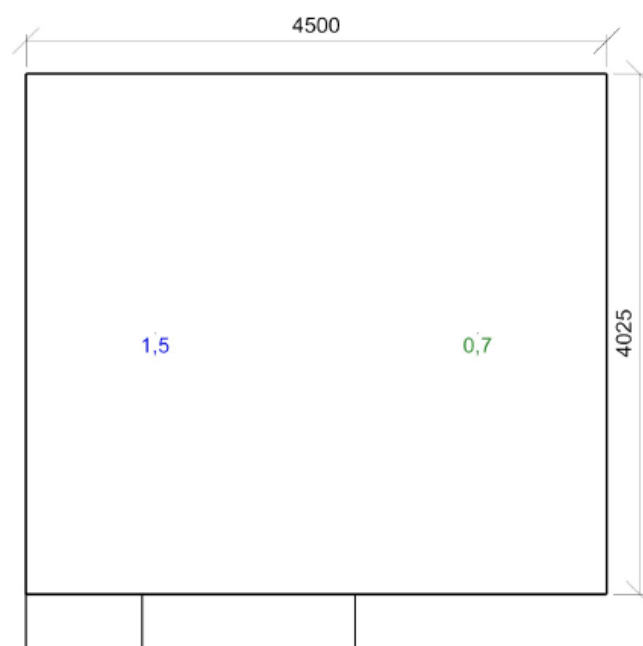
**Geometrie**

Délka	4500,00 mm
Šířka	4025,00 mm
Výška	2650,00 mm
Plocha	18,1 m <sup>2</sup>

**Odrážnost**

Podlaha	0,3
Strop	0,7
Stěny	0,5

**Činitel denní osvětlenosti** - 4.1 M. č. 403 - dětský pokoj



Dmin/Dm/Dmax: 0,7/1,1/1,5 % | Rovnoměrnost: 0,46

**Otvory**

Název	Tloušťka ostění [mm]		Posunutí		Otočení	
Otvor 1	450,0		1950,0	1000,0	mm	0,0 °
Otvor 2	450,0		3600,0	150,0	mm	0,0 °
Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru	Koeficient konstrukce budovy	Koeficient regulačních zařízení
Otvor 1	Čiré	0,92	3	0,75	1	1
Otvor 2	Čiré	0,92	3	0,75	1	1

- M. č. 404 - obývací pokoj + jídelna a m. č. 405 - kuchyňský kout

#### 4.2 M. č. 404 - obývací pokoj a jídelna + m. č. 405 - kk - místnost

##### Výpočet

Počet odrazů	3
Úroveň denního osvětlení	Minimální
Typ otvorů	Automaticky detekovat
Dělicí poměr otvoru	30
Rozměr elementární plochy	200 mm
Dělicí poměr svítidla	10

##### Údržba

Čistota prostředí	Čisté
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální

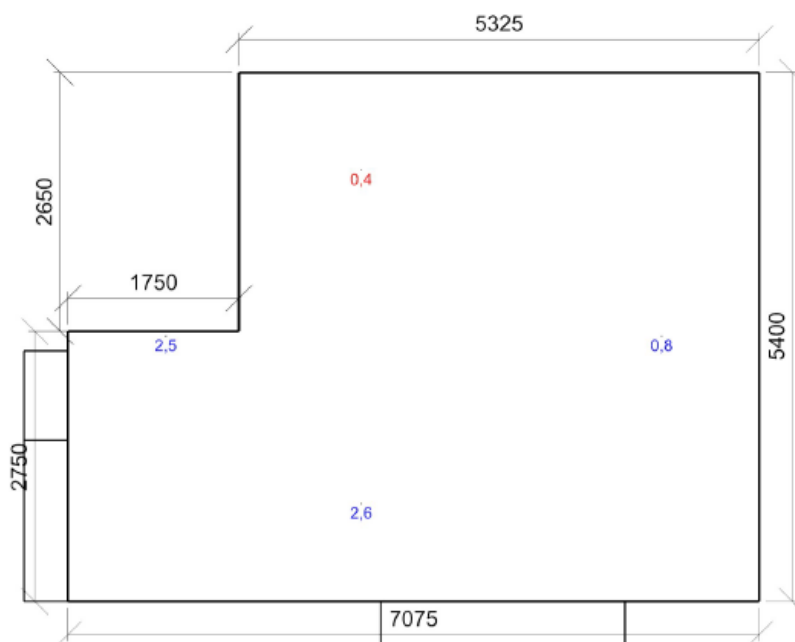
##### Geometrie

Výška	2650,00 mm
Plocha	33,6 m <sup>2</sup>

##### Odraznost

Podlaha	0,3
Strop	0,7
Stěny	0,5

Činitel denní osvětlenosti - 4.2 M. č. 404 - obývací pokoj a jídelna + m. č. 405 - kk



Dmin/Dm/Dmax: 0,8/1,7/2,5 % | Rovnoměrnost: 0,32

##### Otvory

Název	Tloušťka ostění [mm]	Posunutí	Otočení
Otvor 1	450,0	1375,0 1000,0	mm 0,0 °
Otvor 1	450,0	0,0 1000,0	mm 0,0 °
Otvor 2	450,0	1650,0 150,0	mm 0,0 °

Název	Druh skla	Koeficient prostupu 1 skla	Počet skel	Koeficient konstrukce otvoru	Koeficient konstrukce budovy	Koeficient regulačních zařízení
Otvor 1	Čiré	0,92	3	0,75	1	1
Otvor 1	Čiré	0,92	3	0,75	1	1
Otvor 2	Čiré	0,92	3	0,75	1	1

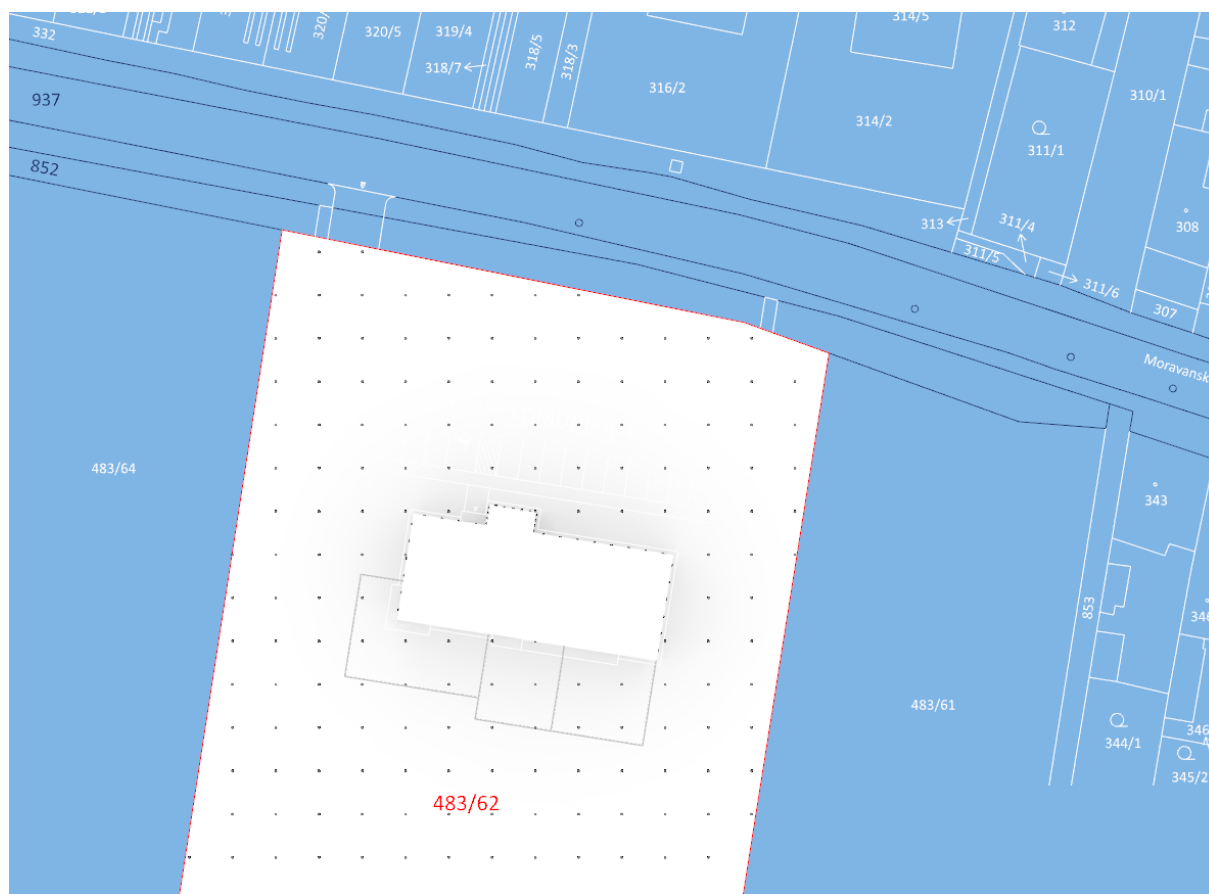
### 5.2.3 Závěr - denní osvětlení a doba proslunění

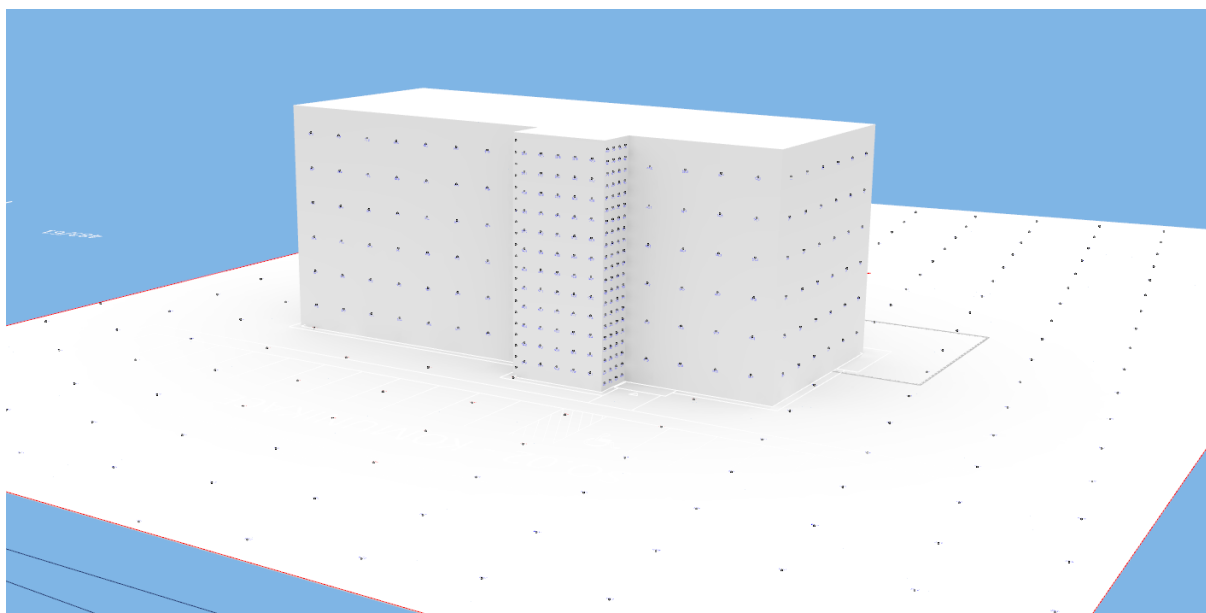
Posuzované obytné místnosti splňují požadované hodnoty pro minimální i průměrné hodnoty činitele denní osvětlenosti. Pro posouzení obytných místností je minimální hodnota 0,7% (uprostřed místnosti, 1m od boční stěny a nejdále 3m od okna) a průměr z obou hodnot 0,9%.

Posuzované obytné místnosti splňují požadavek na dobu proslunění. Celková plocha okenních otvorů v obytných místnostech je větší jak požadovaná 1/10 podlahové plochy místnosti. Veškerá okna v obytných místnostech mají nejmenší skladebný rozměr alespoň 900mm a jsou navržena tak aby vyhovovala požadavkům na dobu proslunění a denní osvětlení při pobytu dle jejich účelu.

Posuzované obytné místnosti vyhovují požadavkům na dobu proslunění dle ČSN EN 17037 a požadavkům na denní osvětlení dle ČSN 73 0580.

### 5.3 Vliv stínění navrhované budovy na okolí a vliv stínění okolní zástavby na navrhovanou budovu





## Projekt

Název	Bakalářská práce
Popis	
Číslo zakázky	
Datum	15.5.2021
Adresa posuzovaného prostoru	Moravanská 61900 Přízřenice Brno Česká republika
Minimální výška slunce	13,00 °
Sunlis - Umístění bodů proslunění	na vnitřní rovině
Datum výpočtu proslunění	1.3.2021
Úhel k severu	0 °
GPS souřadnice	Zeměpisná šířka: 49,19 Zeměpisná délka: 16,61
Meridiánová konvergence	6,13 °

## Přehled výsledků

Název	Proslunění	Minimální hodnota	Průměrná hodnota	Maximální hodnota	Rovnoměrnost
<b>Prostor</b>					
Proslunění	87,0 / 50,0 %				
<b>Budova</b>					
Činitel denní osvětlenosti Wdls		48,0 / 1,5 %	52,7 %	58,4 %	0,82
Činitel denní osvětlenosti Wdls		38,7 / 1,5 %	43,2 %	51,2 %	0,75
Činitel denní osvětlenosti Wdls		45,8 / 1,5 %	53,8 %	58,6 %	0,78
Činitel denní osvětlenosti Wdls		52,4 / 1,5 %	55,9 %	58,4 %	0,9
Činitel denní osvětlenosti Wdls		37,3 / 1,5 %	43,3 %	51,4 %	0,73
Činitel denní osvětlenosti Wdls		46,1 / 1,5 %	52,8 %	58,1 %	0,79
Činitel denní osvětlenosti Wdls		51,2 / 1,5 %	55,1 %	59,1 %	0,87

## Prostor - prostor

### Výpočet

Počet odrazů	3
Medián oblohové vodorovné osvětlenosti	14900 lx
Model oblohy	Rovnoměrně zatažená
Osvětlenost na venkovní ploše	5000 lx
Rozměr elementární plochy	2000 mm
Dělicí poměr svítidla	10

### Údržba

Čistota prostředí	Čisté
Údržbu počítat	Ano
Interval obnovy povrchů	36 m
Interval čištění svítidel	12 m
Funkční spolehlivost	100 %
Výměna světelných zdrojů	Individuální



### **5.3.1 Závěr - vliv stínění navrhované budovy na okolí a vliv stínění okolní zástavby na navrhovanou budovu**

Okolní zástavba je orientována na sever a východ od bytového domu a je tedy v dostatečné vzdálenosti. Navrhovaným bytovým domem nedochází k zastínění okolních staveb.

Navrhovaný bytový dům i pozemek, na kterém se objekt nachází je dostatečně prosluněn a není nijak stíněn okolní zástavbou.

Posuzovaná budova splňuje požadavky na dobu proslunění dle ČSN EN 17037 a požadavky na denní osvětlení dle ČSN 73 0580.

## 6. Příloha I. - Program Teplo 2017

### 6.1 Posouzení vybraných skladeb stavebních konstrukcí z hlediska šíření tepla a vodní páry

#### SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

**Teplo 2017 EDU** tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název ke	Typ	R [m <sup>2</sup> K/W]	U [W/m <sup>2</sup> K]	Ma,max [kg/m <sup>2</sup> ]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Vnější nosná stěna	stěna	5.551	0.175	0.0016	ano	---
Jednoplášťová pl. střecha	střecha	8.616	0.114	nedochází ke kondenzaci v.p.		---
Podlaha v 1S - dlažba	podlaha	3.975	0.241	0.1040	ne	---
Podlaha v 1NP - lamely	podlaha	1.340	0.595	0.3797	ano	---
Vnější nosná stěna v 1S	stěna	3.126	0.307	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

#### Vysvětlivky:

R	tepelný odpor konstrukce
U	součinitel prostupu tepla konstrukce
Ma,max	maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok
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

**Teplo 2017 EDU**

Název úlohy : **Vnější nosná stěna**

Zpracovatel : Radek Jaroš

Zakázka :

Datum : 13.5.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Baumit štuková	0,0030	0,4700	790,0	1800,0	25,0	0.0000
2	Baumit jádrová	0,0100	0,8300	790,0	2000,0	25,0	0.0000
3	Baumit přednás	0,0020	0,8000	850,0	1700,0	22,0	0.0000
4	Porotherm 30 P	0,3000	0,1800	1000,0	800,0	10,0	0.0000
5	Baumit ProCont	0,0050	0,8000	920,0	1400,0	18,0	0.0000
6	Isover EPS 70F	0,1500	0,0390	1270,0	16,0	30,0	0.0000
7	Baumit ProCont	0,0080	0,7500	920,0	1400,0	18,0	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	Baumit štuková omítka	---
2	Baumit jádrová omítka	---
3	Baumit přednástřík 4 mm (VorSpritzer 4 mm)	---
4	Porotherm 30 Profi Dryfix	---
5	Baumit ProContact	---
6	Isover EPS 70F	---
7	Baumit ProContact + Baumit silikátová omítka (SilikatPutz)	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	44.0	1067.1	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	46.1	1118.0	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	49.4	1198.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	53.9	1307.2	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	60.8	1474.5	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	66.5	1612.7	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	69.4	1683.1	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	68.5	1661.2	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	61.8	1498.8	13.3	74.1	1131.2

10	31	744	20.6	54.5	1321.7	8.3	77.1	843.7
11	30	720	20.6	49.3	1195.6	2.9	79.5	597.9
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a P<sub>i</sub> 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 :

### Teplotný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplotný odpor konstrukce R : 5.551 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.175 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 W/m<sup>2</sup>K

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 teplotně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 4.3E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 1177.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 17.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.16 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.957

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m			
1	11.2	0.593	7.9	0.449	19.6	0.957	46.8
2	12.0	0.598	8.6	0.443	19.7	0.957	48.8
3	13.0	0.569	9.6	0.377	19.8	0.957	51.8
4	14.3	0.515	10.9	0.251	20.0	0.957	55.8
5	16.2	0.446	12.8	0.009	20.3	0.957	62.1
6	17.6	0.369	14.1	-----	20.4	0.957	67.3
7	18.3	0.262	14.8	-----	20.5	0.957	70.0
8	18.1	0.307	14.6	-----	20.4	0.957	69.2
9	16.5	0.435	13.0	-----	20.3	0.957	63.0
10	14.5	0.505	11.1	0.229	20.1	0.957	56.3
11	13.0	0.569	9.6	0.379	19.8	0.957	51.7
12	12.1	0.600	8.8	0.442	19.7	0.957	49.3

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

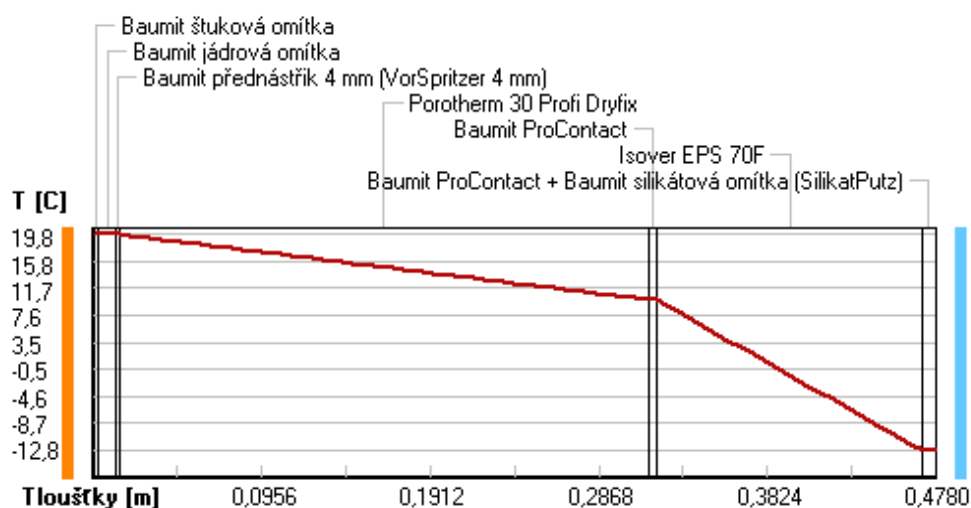
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

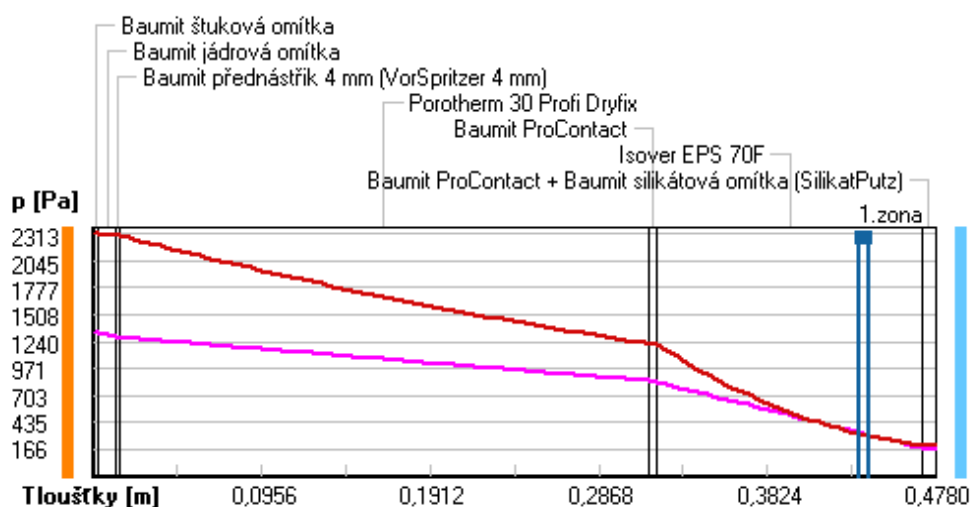
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	19.8	19.8	19.7	19.7	9.9	9.9	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1334	1323	1287	1281	848	835	187	166
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2313	2308	2298	2296	1221	1218	203	202

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

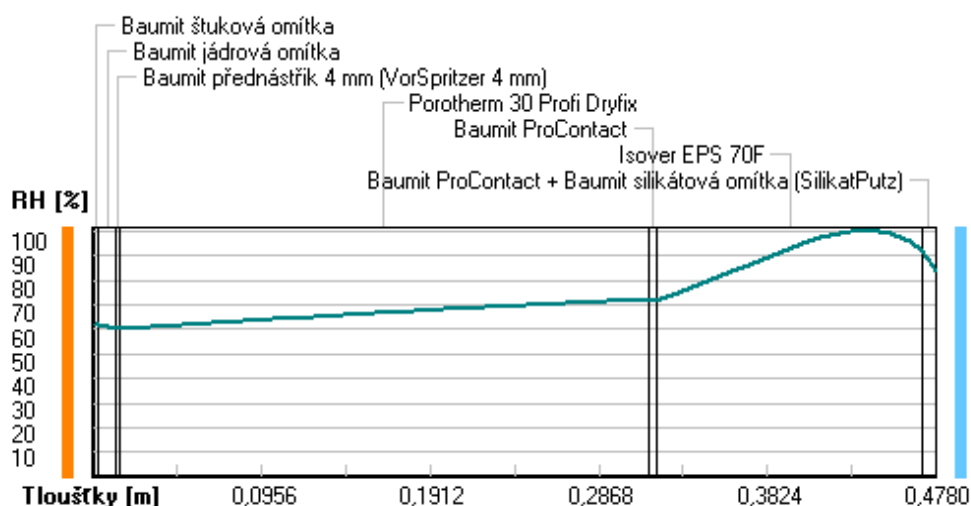
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4347	0.4405	2.734E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0016 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **2.2931 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -10.0 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.

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	Baumit štuková	212	153	---	---	---
2	Baumit jádrová	212	153	---	---	---
3	Baumit přednás	212	153	---	---	---
4	Porotherm 30 P	212	153	---	---	---
5	Baumit ProCont	212	153	---	---	---
6	Isover EPS 70F	---	---	214	151	---
7	Baumit ProCont	---	---	214	151	---

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

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**Teplu 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software**

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

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

**Teplo 2017 EDU**

Název úlohy : **Jednoplášťová plochá střecha**

Zpracovatel : Radek Jaroš

Zakázka :

Datum : 14.5.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha 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	Baumit štuková	0,0030	0,4700	790,0	1800,0	25,0	0.0000
2	Baumit jádrová	0,0120	0,8150	790,0	2000,0	25,0	0.0000
3	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
4	Glastek Al 40	0,0040	0,2100	1470,0	976,0	37,0	0.0000
5	Spádové klíny	0,1825	0,0370	1400,0	20,0	50,0	0.0000
6	Isover EPS 150	0,1200	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
7	Glastek 40 Spe	0,0085	0,2100	1470,0	1200,0	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	Baumit štuková omítka	---
2	Baumit jádrová omítka + Baumit přednástrík 4 mm (VorSpritzer 4 mm)	---
3	Železobeton 1	---
4	Glastek Al 40 Mineral	---
5	Spádové klíny Styrotrade EPS 100S Stabil	---
6	Isover EPS 150	---
7	Glastek 40 Special Mineral + Elastek 40 Special Dekor	---

### 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 : -13.0 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	47.0	1139.8	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	48.3	1171.4	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	51.3	1244.1	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	56.9	1379.9	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	65.3	1583.6	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	71.9	1743.7	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	75.3	1826.2	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	74.2	1799.5	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	66.5	1612.7	13.3	74.1	1131.2

10	31	744	20.6	57.7	1399.3	8.3	77.1	843.7
11	30	720	20.6	51.2	1241.7	2.9	79.5	597.9
12	31	744	20.6	48.5	1176.2	-0.6	80.7	468.9

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $RH_i$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $RH_e$  a  $P_e$  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 : 8.616 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.114 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.13 / 0.16 / 0.21 / 0.31 W/m<sup>2</sup>K

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<sub>pT</sub> : 1.1E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 988.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 13.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.66 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.972

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	12.2	0.637	8.9	0.491	20.0	0.972	48.9
2	12.7	0.631	9.3	0.475	20.0	0.972	50.1
3	13.6	0.601	10.2	0.409	20.1	0.972	52.9
4	15.2	0.580	11.8	0.315	20.2	0.972	58.2
5	17.3	0.588	13.9	0.147	20.4	0.972	66.2
6	18.9	0.634	15.4	-----	20.5	0.972	72.5
7	19.6	0.684	16.1	-----	20.5	0.972	75.7
8	19.4	0.662	15.8	-----	20.5	0.972	74.7
9	17.6	0.594	14.1	0.116	20.4	0.972	67.3
10	15.4	0.577	12.0	0.299	20.3	0.972	58.9
11	13.6	0.602	10.2	0.411	20.1	0.972	52.8
12	12.7	0.629	9.4	0.470	20.0	0.972	50.3

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

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

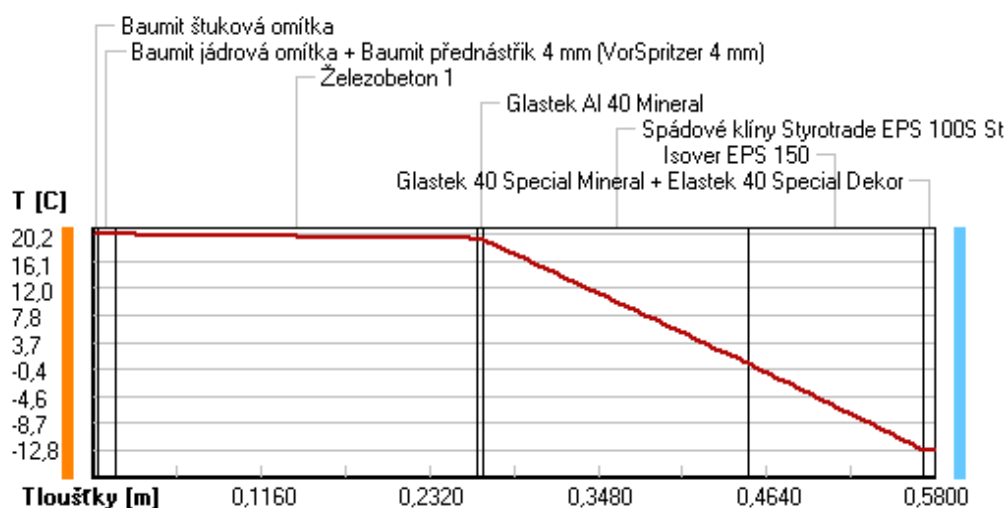
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.2	20.2	20.1	19.5	19.4	0.5	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1334	1330	1314	1005	997	507	185	166
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2368	2365	2357	2261	2250	631	204	201

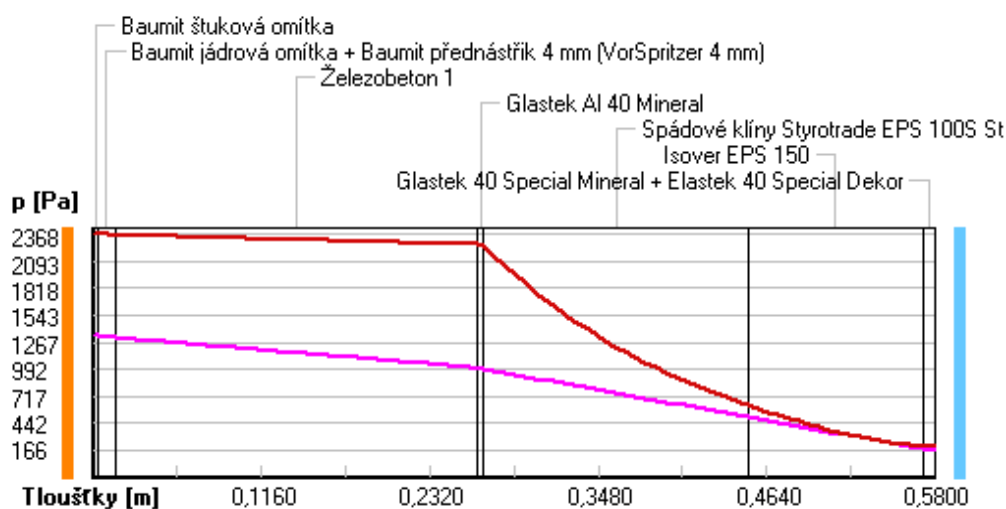
Poznámka: theta je teplota na rozhraní vrstev, p je předpokládaný částečný tlak vodní páry na rozhraní vrstev a p<sub>sat</sub> je částečný tlak nasycené vodní páry na rozhraní vrstev.



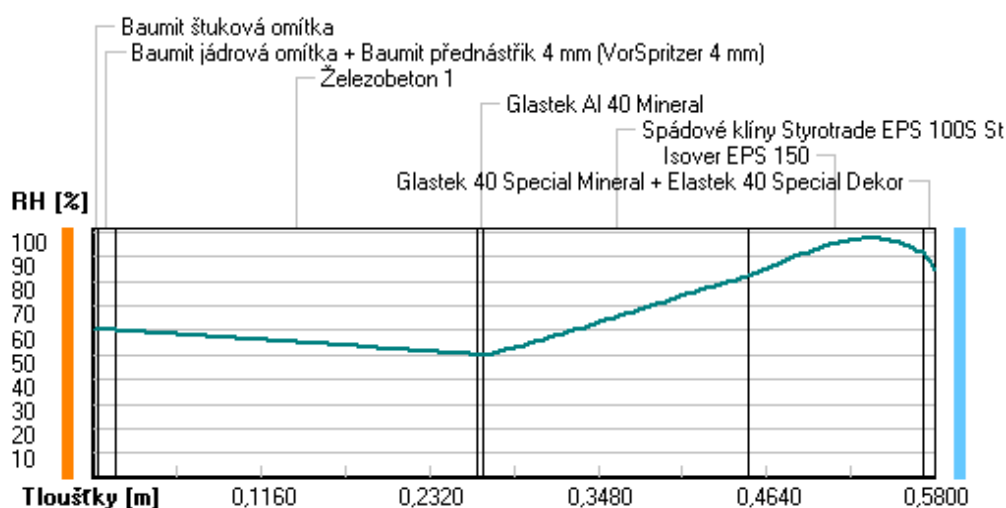
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.074E-0008 kg/(m<sup>2</sup>.s)

**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.

**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	Baumit štuková	212	61	92	---	---
2	Baumit jádrová	212	61	92	---	---
3	Železobeton 1	212	61	92	---	---
4	Glastek Al 40	212	122	31	---	---
5	Spádové klíny	---	273	92	---	---
6	Isover EPS 150	---	---	275	90	---
7	Glastek 40 Spe	---	---	275	90	---

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

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software**

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

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

**Teplo 2017 EDU**

Název úlohy : **Podlaha v 1S - keramická dlažba**

Zpracovatel : Radek Jaroš

Zakázka :

Datum : 14.5.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině

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	Dlažba keramická	0,0090	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Baumit lepící	0,0060	0,8000	920,0	1400,0	50,0	0.0000
3	Betonová mazan	0,0600	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000
4	Isover EPS Gre	0,1200	0,0320	1270,0	20,0	50,0	0.0000
5	Glastek Al 40	0,0040	0,2100	1470,0	976,0	37,0	0.0000
6	Glastek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29,0	0.0000
7	Betonová mazan	0,1500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	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	Dlažba keramická	---
2	Baumit lepící stěrka Speed	---
3	Betonová mazanina C25/30	---
4	Isover EPS Grey 100	---
5	Glastek Al 40 Mineral	---
6	Glastek 40 Special Mineral	---
7	Betonová mazanina C25/30	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m2K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.00 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	44.0	1067.1	3.6	100.0	790.2
2	28 672	20.6	46.1	1118.0	2.7	100.0	741.4
3	31 744	20.6	49.4	1198.0	3.5	100.0	784.7
4	30 720	20.6	53.9	1307.2	5.4	100.0	896.5
5	31 744	20.6	60.8	1474.5	7.8	100.0	1057.7
6	30 720	20.6	66.5	1612.7	10.3	100.0	1252.2
7	31 744	20.6	69.4	1683.1	11.9	100.0	1392.6
8	31 744	20.6	68.5	1661.2	12.7	100.0	1467.8
9	30 720	20.6	61.8	1498.8	12.4	100.0	1439.2

10	31	744	20.6	54.5	1321.7	10.6	100.0	1277.5
11	30	720	20.6	49.3	1195.6	8.1	100.0	1079.5
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	5.4	100.0	896.5

Poznámka:  $T_{ai}$ ,  $R_{Hi}$  a  $P_i$  jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a  $T_e$ ,  $R_{He}$  a  $P_e$  jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

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  $R$  : 3.975 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce  $U$  : 0.241 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce  $U_{kc}$  : 0.26 / 0.29 / 0.34 / 0.44 W/m<sup>2</sup>K

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 tepelné akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 6.3E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $N_y^*$  podle EN ISO 13786 : 90.1

Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_i^*$  podle EN ISO 13786 : 9.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.85 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.941

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si},m[C]$	$f_{Rsi},m$	$T_{si},m[C]$	$f_{Rsi},m$	$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	$RH_{si}[\%]$
1	11.2	0.450	7.9	0.255	19.6	0.941	46.8
2	12.0	0.517	8.6	0.330	19.5	0.941	49.2
3	13.0	0.556	9.6	0.359	19.6	0.941	52.6
4	14.3	0.589	10.9	0.365	19.7	0.941	57.0
5	16.2	0.658	12.8	0.388	19.8	0.941	63.7
6	17.6	0.712	14.1	0.373	20.0	0.941	69.1
7	18.3	0.737	14.8	0.334	20.1	0.941	71.6
8	18.1	0.684	14.6	0.241	20.1	0.941	70.5
9	16.5	0.497	13.0	0.075	20.1	0.941	63.7
10	14.5	0.392	11.1	0.051	20.0	0.941	56.5
11	13.0	0.390	9.6	0.121	19.9	0.941	51.6
12	12.1	0.442	8.8	0.222	19.7	0.941	49.3

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

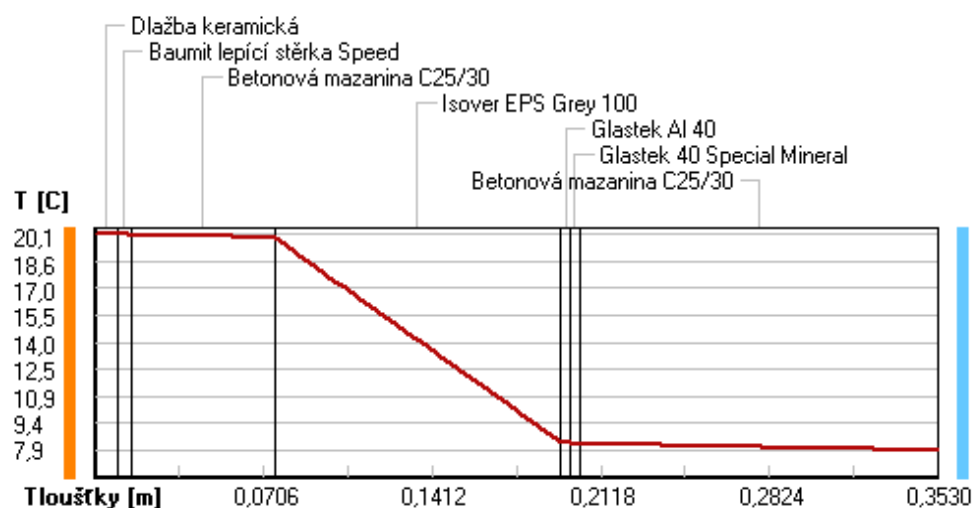
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

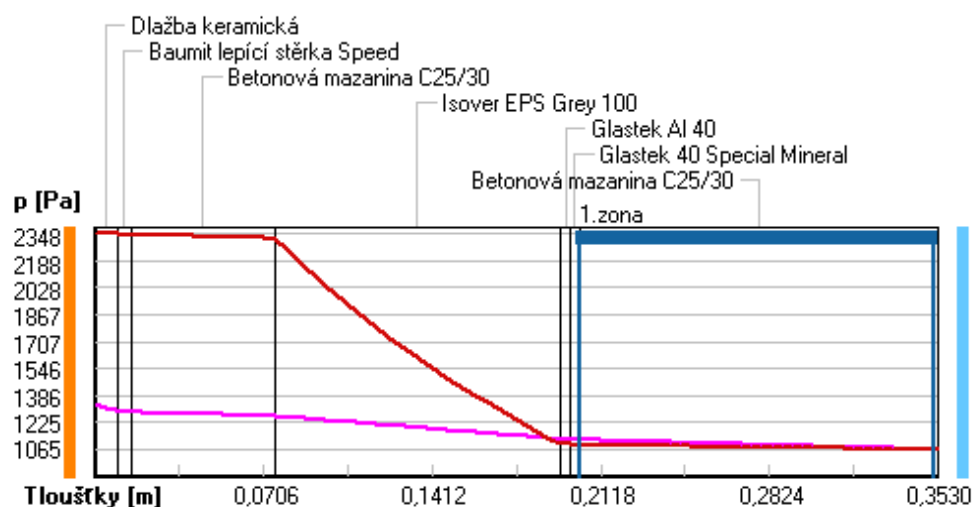
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
$\theta$ [C]:	20.1	20.1	20.0	19.9	8.4	8.3	8.3	7.9
$p$ [Pa]:	1334	1293	1287	1264	1128	1125	1122	1065
$p_{sat}$ [Pa]:	2348	2344	2341	2320	1101	1097	1092	1065

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.

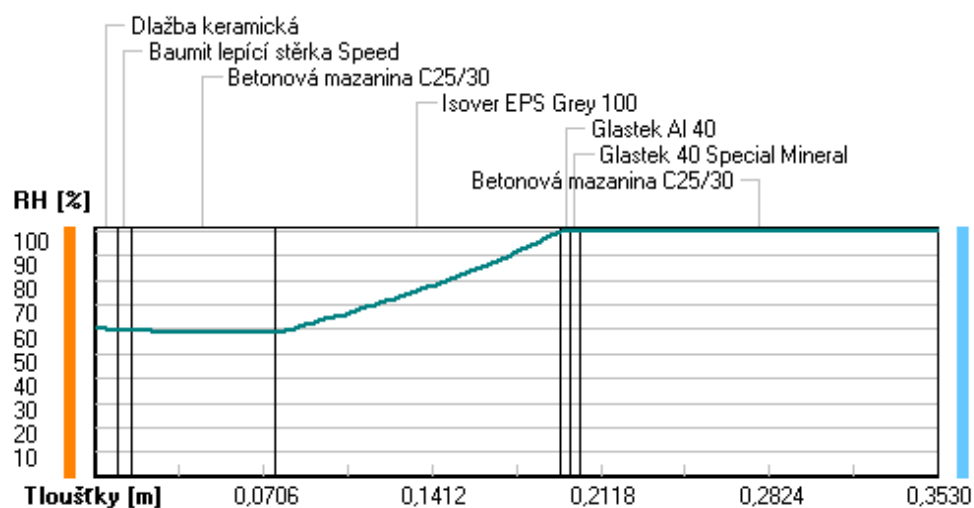
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.2030	0.3513	3.020E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0164 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **1.0390 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

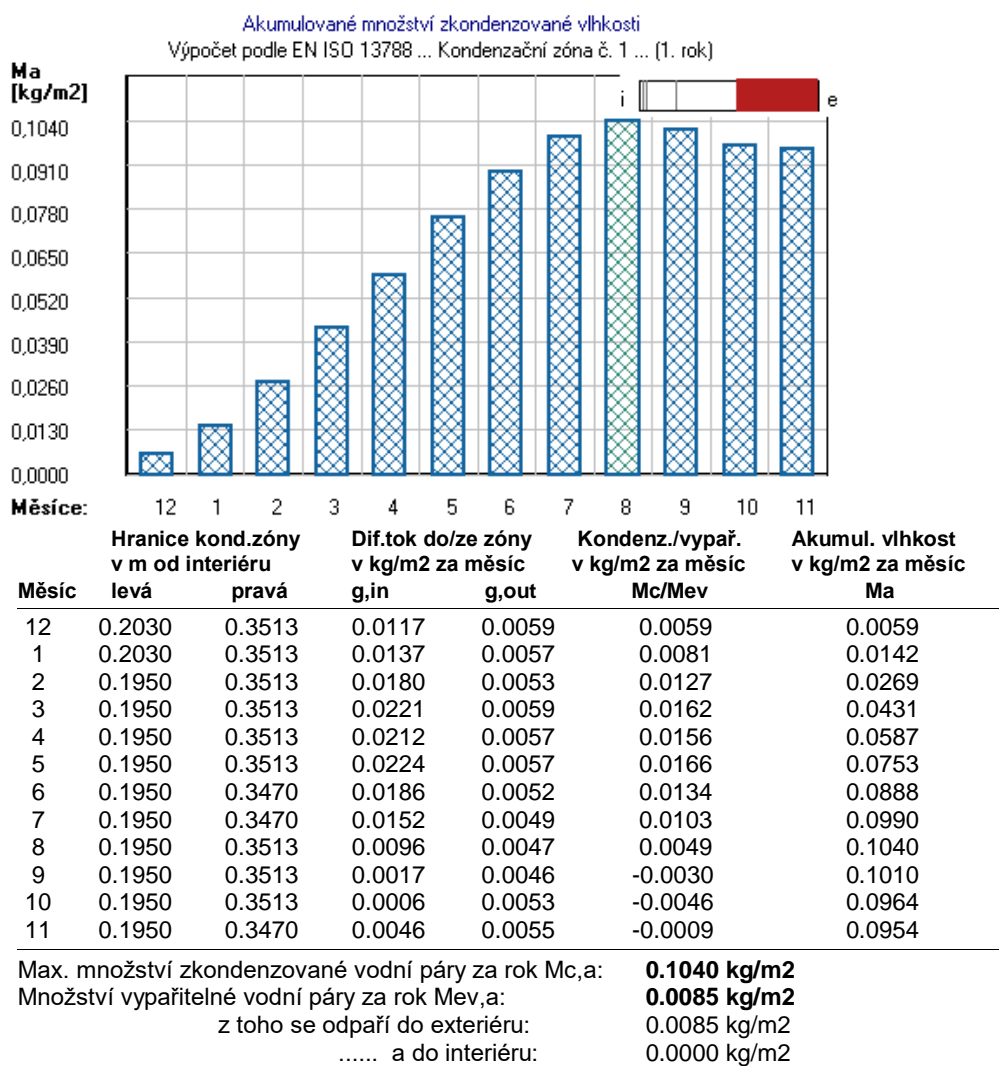
Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

#### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1



**Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj.  $M_{c,a} > M_{ev,a}$ ).**

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.

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	Dlažba keramic	212	122	31	---	---
2	Baumit lepící	243	122	---	---	---
3	Betonová mazan	243	122	---	---	---
4	Isover EPS Gre	---	---	---	---	365
5	Glastek Al 40	---	---	---	---	365
6	Glastek 40 Spe	---	---	---	---	365
7	Betonová mazan	---	---	---	---	365

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

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software**

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

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

**Teplo 2017 EDU**

Název úlohy : **Podlaha v 1NP - vinylové lamely**

Zpracovatel : Radek Jaroš

Zakázka :

Datum : 14.5.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha nad nevytápěným či méně vytáp. vnitřním prostorem  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m<sup>2</sup>K

### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m <sup>3</sup> ]	Mi [-]	Ma [kg/m <sup>2</sup> ]
1	Vinylové lamel	0,0095	0,0880	1100,0	1200,0	50,0	0.0000
2	weber.bat 25 M	0,0500	1,3800	830,0	1980,0	40,0	0.0000
3	Isover T-P	0,0400	0,0400	800,0	148,0	1,0	0.0000
4	Železobeton 1	0,2500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
5	Baumit přednás	0,0020	0,8000	850,0	1700,0	22,0	0.0000
6	Baumit jádrová	0,0100	0,8300	790,0	2000,0	25,0	0.0000
7	Baumit štuková	0,0030	0,4700	790,0	1800,0	25,0	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	Vinylové lamely	---
2	weber.bat 25 MPa cementový potěr jemný	---
3	Isover T-P	---
4	Železobeton 1	---
5	Baumit přednástřík 4 mm (VorSpritzer 4 mm)	---
6	Baumit jádrová omítka	---
7	Baumit štuková omítka	---

### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.17 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.17 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 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]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	44.0	1067.1	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	20.6	46.1	1118.0	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	20.6	49.4	1198.0	3.0	79.5	602.1
4	30 720	20.6	53.9	1307.2	7.7	77.5	814.1
5	31 744	20.6	60.8	1474.5	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	20.6	66.5	1612.7	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	20.6	69.4	1683.1	17.5	70.4	1407.2
8	31 744	20.6	68.5	1661.2	17.0	70.9	1373.1
9	30 720	20.6	61.8	1498.8	13.3	74.1	1131.2



10	31	744	20.6	54.5	1321.7	8.3	77.1	843.7
11	30	720	20.6	49.3	1195.6	2.9	79.5	597.9
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> 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 : 1.340 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.595 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.62 / 0.65 / 0.70 / 0.80 W/m<sup>2</sup>K

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<sub>pT</sub> : 4.6E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 200.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 14.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 15.83 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.858

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.593	7.9	0.449	17.3	0.858	54.0
2	12.0	0.598	8.6	0.443	17.5	0.858	55.8
3	13.0	0.569	9.6	0.377	18.1	0.858	57.7
4	14.3	0.515	10.9	0.251	18.8	0.858	60.4
5	16.2	0.446	12.8	0.009	19.5	0.858	65.2
6	17.6	0.369	14.1	-----	19.9	0.858	69.3
7	18.3	0.262	14.8	-----	20.2	0.858	71.3
8	18.1	0.307	14.6	-----	20.1	0.858	70.7
9	16.5	0.435	13.0	-----	19.6	0.858	65.9
10	14.5	0.505	11.1	0.229	18.9	0.858	60.7
11	13.0	0.569	9.6	0.379	18.1	0.858	57.6
12	12.1	0.600	8.8	0.442	17.6	0.858	56.2

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

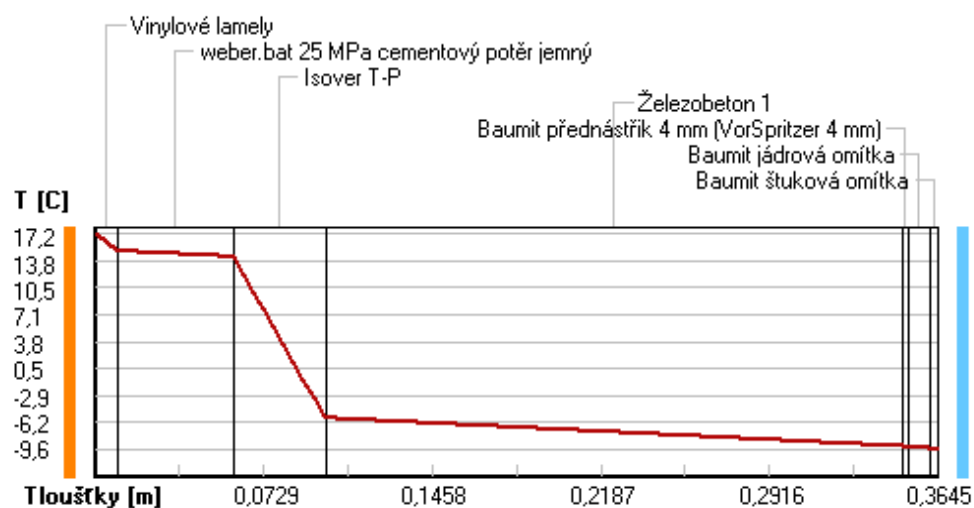
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

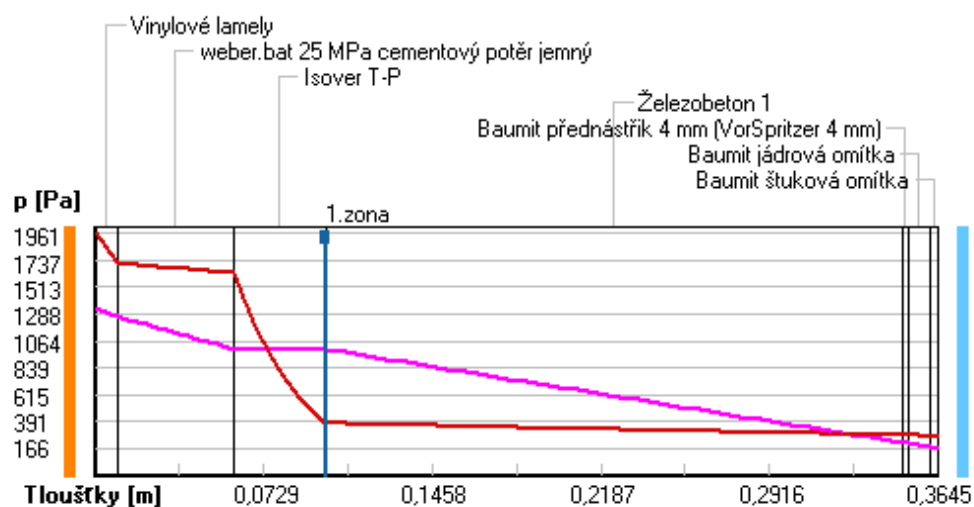
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	17.2	15.0	14.3	-5.7	-9.2	-9.2	-9.5	-9.6
p [Pa]:	1334	1270	999	994	216	210	176	166
p <sub>sat</sub> [Pa]:	1961	1709	1631	378	279	278	272	269

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

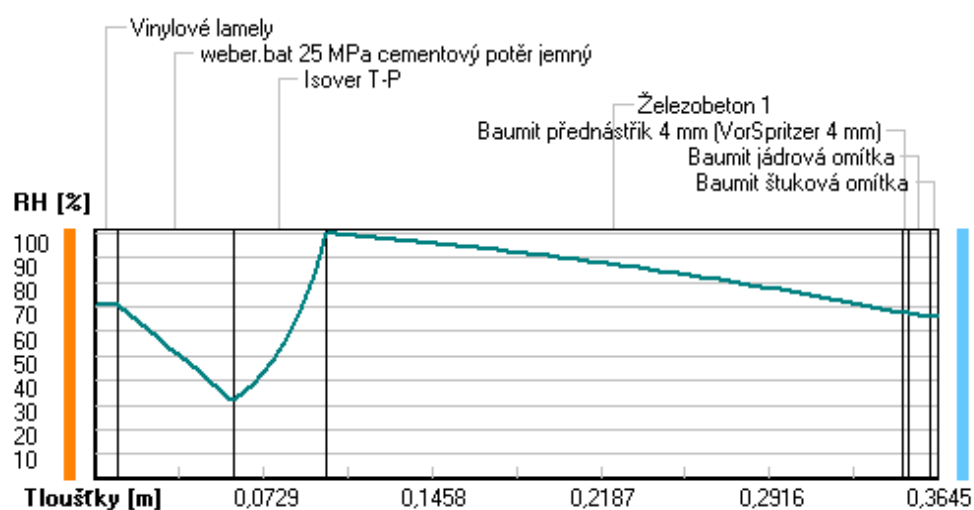
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.0995	0.0995	6.906E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.3797 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.9375 kg/(m2.rok)**

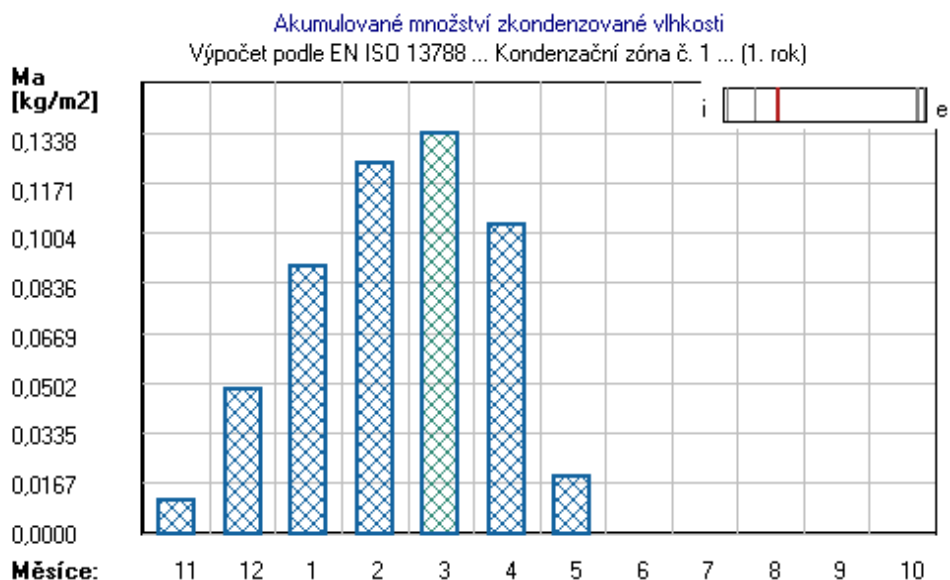
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

### Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1



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 $M_{c/M_{ev}}$	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc $M_a$
	levá	pravá	$g_{i,n}$	$g_{o,u}$		
11	0.0995	0.0995	0.0435	0.0328	0.0108	0.0108
12	0.0995	0.0995	0.0674	0.0302	0.0372	0.0479
1	0.0995	0.0995	0.0681	0.0280	0.0401	0.0894
2	0.0995	0.0995	0.0611	0.0271	0.0340	0.1234
3	0.0995	0.0995	0.0443	0.0339	0.0104	0.1338
4	0.0995	0.0995	0.0077	0.0386	-0.0309	0.1029
5	0.0995	0.0995	-0.0356	0.0480	-0.0836	0.0193
6	---	---	-0.0648	0.0531	-0.1180	0.0000
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.1338 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.1338 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0760 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0578 kg/m2

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $M_{c,a} < M_{ev,a}$ ).**

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.

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	Vinylové lamel	151	152	62	---	---
2	weber.bat 25 M	151	121	93	---	---
3	Isover T-P	---	---	92	30	243
4	Železobeton 1	---	---	92	30	243
5	Baumit přednás	---	93	272	---	---
6	Baumit jádrová	---	121	244	---	---
7	Baumit štuková	---	182	183	---	---

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

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software**

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

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

**Teplo 2017 EDU**

Název úlohy : **Vnější nosná stěna v 1S**

Zpracovatel : Radek Jaroš

Zakázka :

Datum : 14.5.2021

## ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna suterénní

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	Baumit štuková	0,0030	0,4700	790,0	1800,0	25,0	0.0000
2	Baumit jádrová	0,0100	0,8300	790,0	2000,0	25,0	0.0000
3	Baumit přednás	0,0020	0,8000	850,0	1700,0	22,0	0.0000
4	Železobeton 1	0,3000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
5	Glastek Al 40	0,0040	0,2100	1470,0	976,0	37,0	0.0000
6	Glastek 40 Spe	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	29,0	0.0000
7	BASF Styrodur	0,1000	0,0350	1270,0	35,0	115,0	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	Baumit štuková omítka	---
2	Baumit jádrová omítka	---
3	Baumit přednásťník 4 mm (VorSpritzer 4 mm)	---
4	Železobeton 1	---
5	Glastek Al 40 Mineral	---
6	Glastek 40 Special Mineral	---
7	BASF Styrodur 4000 CS	---

### 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 : 0.00 m2K/W

dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C

Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	44.0	1067.1	3.6	100.0	790.2
2	28 672	20.6	46.1	1118.0	2.7	100.0	741.4
3	31 744	20.6	49.4	1198.0	3.5	100.0	784.7
4	30 720	20.6	53.9	1307.2	5.4	100.0	896.5
5	31 744	20.6	60.8	1474.5	7.8	100.0	1057.7
6	30 720	20.6	66.5	1612.7	10.3	100.0	1252.2
7	31 744	20.6	69.4	1683.1	11.9	100.0	1392.6
8	31 744	20.6	68.5	1661.2	12.7	100.0	1467.8
9	30 720	20.6	61.8	1498.8	12.4	100.0	1439.2

10	31	744	20.6	54.5	1321.7	10.6	100.0	1277.5
11	30	720	20.6	49.3	1195.6	8.1	100.0	1079.5
12	31	744	20.6	46.6	1130.1	5.4	100.0	896.5

Poznámka: Tai, RH<sub>i</sub> a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RH<sub>e</sub> a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla vypočtena podle čl. 4.2.3 v EN ISO 13788 (vliv tepelné setrvačnosti zeminy).

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 : 3.126 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.307 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.33 / 0.36 / 0.41 / 0.51 W/m<sup>2</sup>K

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<sub>pT</sub> : 1.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 396.1

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.66 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.926

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R<sub>si</sub>=0,25 m<sup>2</sup>K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	11.2	0.450	7.9	0.255	19.3	0.926	47.6
2	12.0	0.517	8.6	0.330	19.3	0.926	50.0
3	13.0	0.556	9.6	0.359	19.3	0.926	53.4
4	14.3	0.589	10.9	0.365	19.5	0.926	57.8
5	16.2	0.658	12.8	0.388	19.7	0.926	64.5
6	17.6	0.712	14.1	0.373	19.8	0.926	69.7
7	18.3	0.737	14.8	0.334	20.0	0.926	72.2
8	18.1	0.684	14.6	0.241	20.0	0.926	71.0
9	16.5	0.497	13.0	0.075	20.0	0.926	64.2
10	14.5	0.392	11.1	0.051	19.9	0.926	57.1
11	13.0	0.390	9.6	0.121	19.7	0.926	52.2
12	12.1	0.442	8.8	0.222	19.5	0.926	50.0

Poznámka: RH<sub>si</sub> je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T<sub>si</sub> je vnitřní povrchová teplota a f<sub>Rsi</sub> je teplotní faktor.

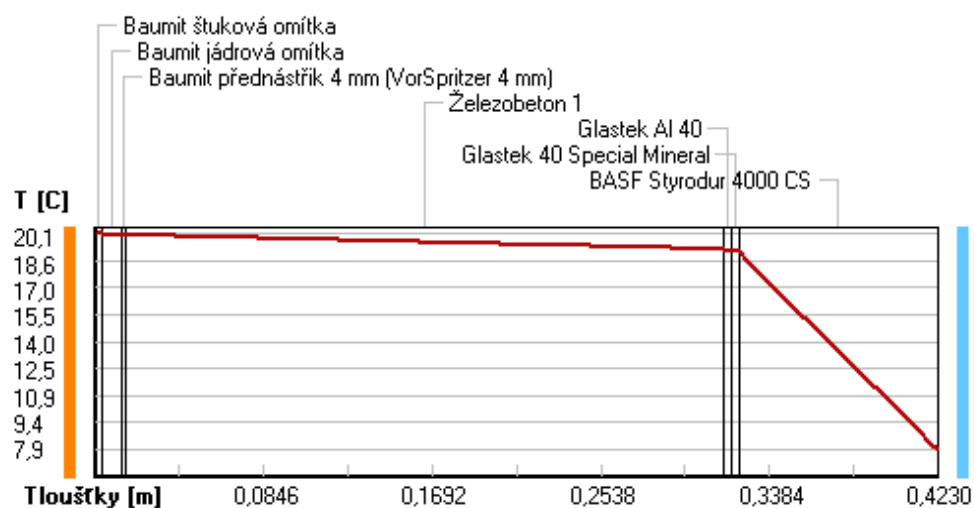
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

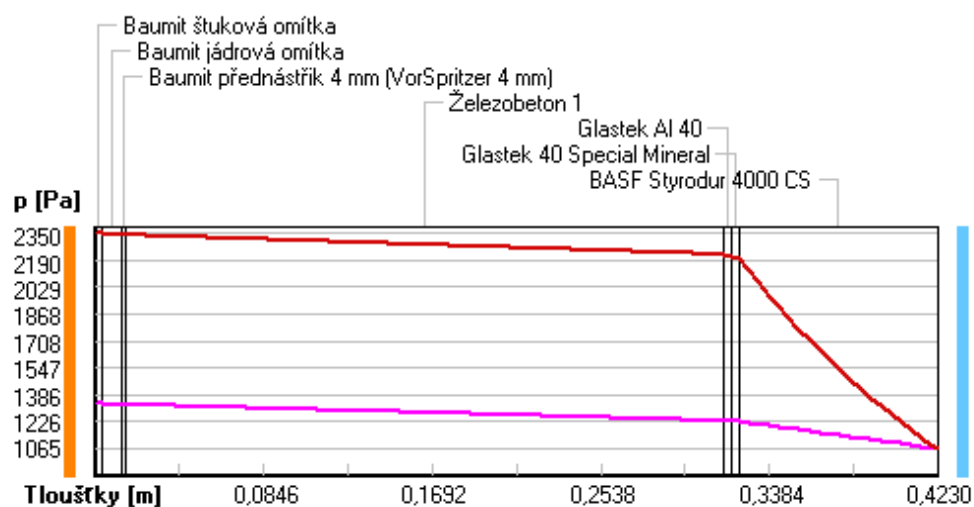
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	20.1	20.1	20.0	20.0	19.2	19.1	19.0	7.9
p [Pa]:	1334	1333	1329	1329	1231	1229	1227	1065
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2350	2347	2340	2339	2223	2212	2202	1065

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

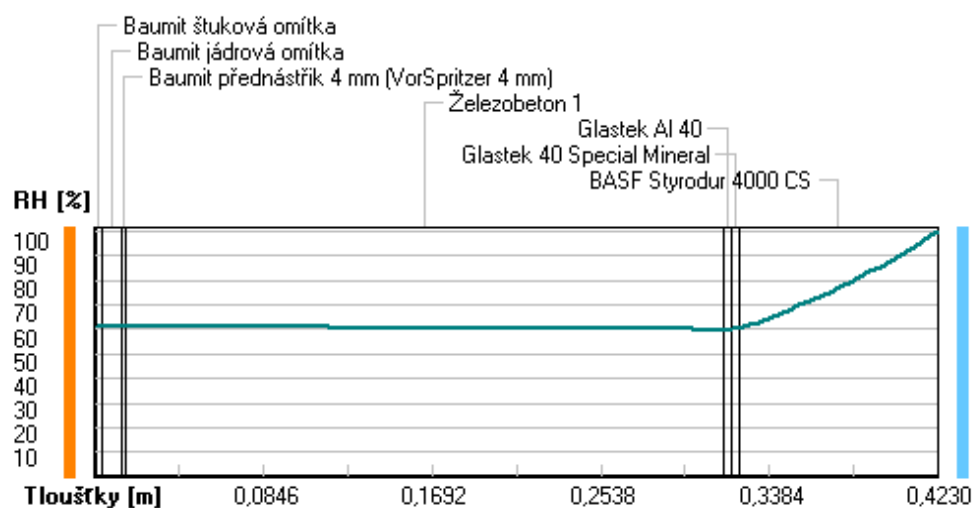
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 2.826E-0009 kg/(m<sup>2</sup>.s)

**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.

**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	Baumit štuková	212	122	31	---	---
2	Baumit jádrová	212	122	31	---	---
3	Baumit přednás	212	122	31	---	---
4	Železobeton 1	212	122	31	---	---
5	Glastek Al 40	243	122	---	---	---
6	Glastek 40 Spe	243	122	---	---	---
7	BASF Styrodur	---	---	---	---	365

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

Konkrétně pro dřevo předepisuje ČSN 730540-2/Z1 maximální přípustnou hmotnostní vlhkost 18 %. Ze sorpční křivky pro daný typ dřeva lze odvodit, při jaké relativní vlhkosti vzduchu dosahuje dřevo této kritické hmotnostní vlhkosti. Obvykle jde o cca 80 %.

**Pokud je v tabulce výše pro dřevo uveden dlouhodobější výskyt relativní vlhkosti nad 80 %, lze předpokládat, že požadavek ČSN 730540-2 na maximální hmotnostní vlhkost dřeva nebude splněn.**

**Teplo 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software**



## **7. Příloha II. - Koncept větrání, ohřevu TV a vytápění**

### **7.1 Základní koncepce větrání**

Na základě vyhlášky č. 78/2013 je požadováno od 1.1.2020 je nutno koncipovat nové bytové domy jako objekty s téměř nulovou spotřebou energie NZEB. V rámci splnění podmínek této vyhlášky byla navržena následující opatření:

- Snížení průměrného součinitele prostupu tepla na 70% požadované hodnoty.
- Návrh řízeného větrání se zpětným získáváním tepla (rekuperací tepla).
- Dle výkonů a účinnosti ZZT bude uvažováno o zřízení solárního ohřevu vody.

### **7.2 Návrh vzduchotechnické jednotky**

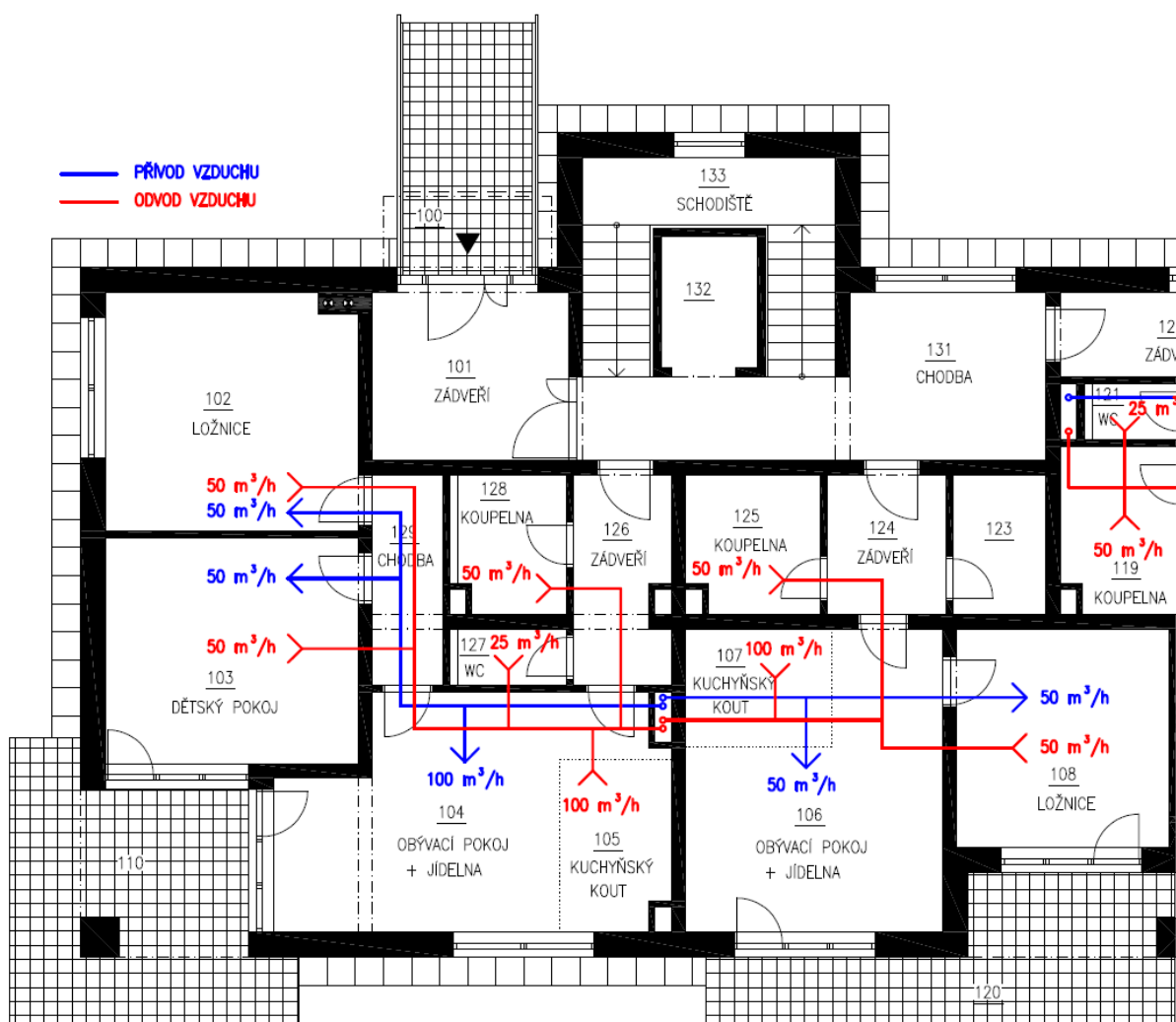
V řešení objektu byla navržena vzduchotechnická centrální jednotka řízeného větrání všech bytových jednotek se systémem zpětného získávání tepla. VZT jednotka bude mít vzduchové filtry na výstupu upraveného vzduchu a na vstupu znehodnoceného vzduchu z bytových jednotek. Dále bude přítomna pračka vzduchu, odvlhčovač, ohřev vzduchu teplotnosným médiem ohříváním kondenzačním kotlem. Bude přítomna jednotka zpětného získávání tepla pomocí rotačního rekuperátoru. Návrh jednotky a detailů větrání bude předmětem samostatné technické zprávy vypracované odborníkem v oboru VZT. Účinnost jednotky ZZT bude min. 90%. Jednotka bude umístěna ve strojovně VZT v suterénu objektu.

### **7.3 Základní parametry výměny vzduchu v bytových jednotkách**

- WC - 25 m<sup>3</sup>/h
- Koupelna - 50 m<sup>3</sup>/h
- Kuchyně - 100 m<sup>3</sup>/h
- Výměna vzduchu na osobu v pobytových místnostech - 25 m<sup>3</sup>/h\*os
- Intenzita výměny vzduchu - 0,5/h

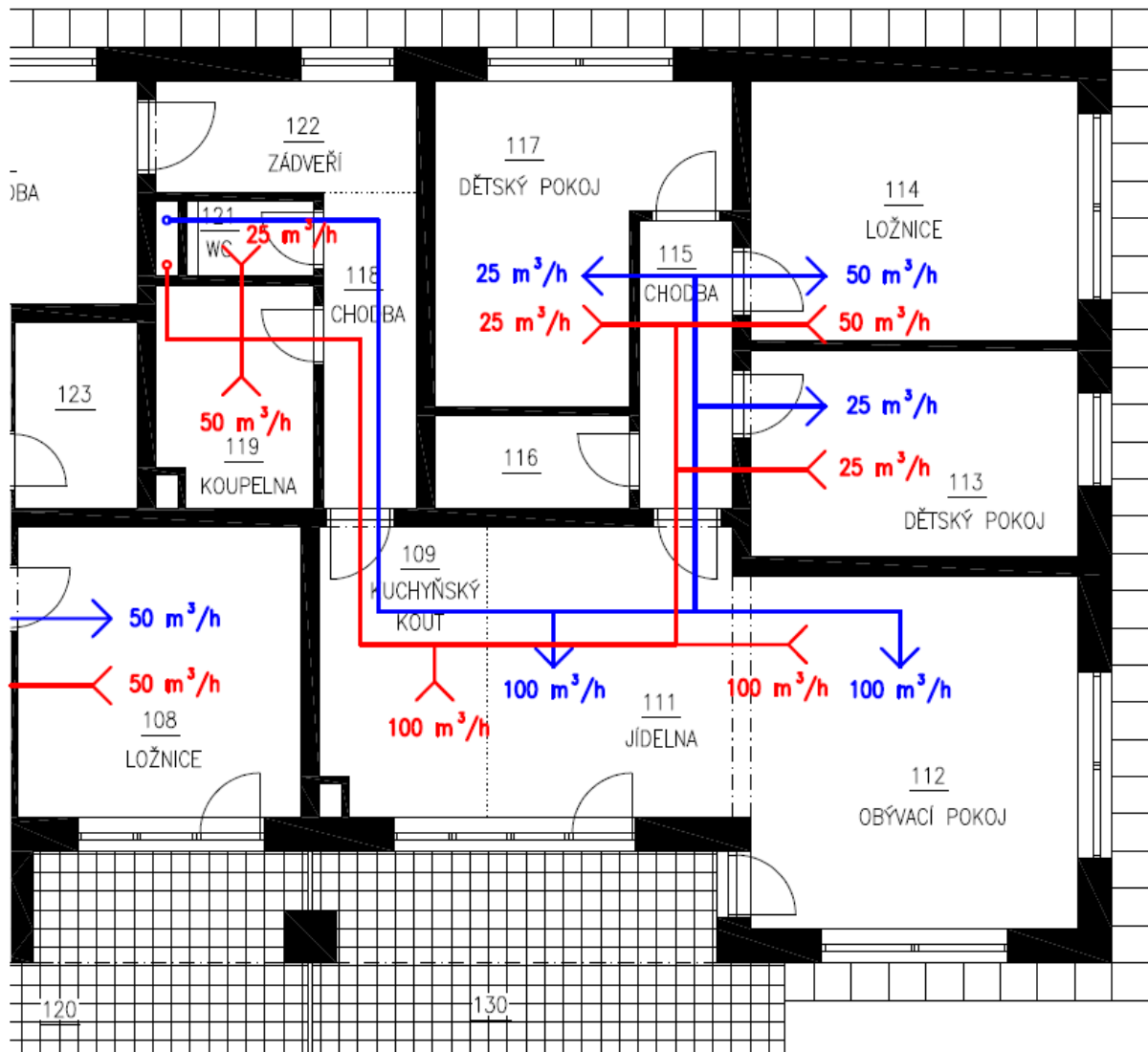
Objem vzduchu bytových jednotek:

- Byt č. 1
  - přívod: 200 m<sup>3</sup>/h, odvod: 275 m<sup>3</sup>/h
- Byt č. 2
  - přívod: 100 m<sup>3</sup>/h, odvod: 200 m<sup>3</sup>/h

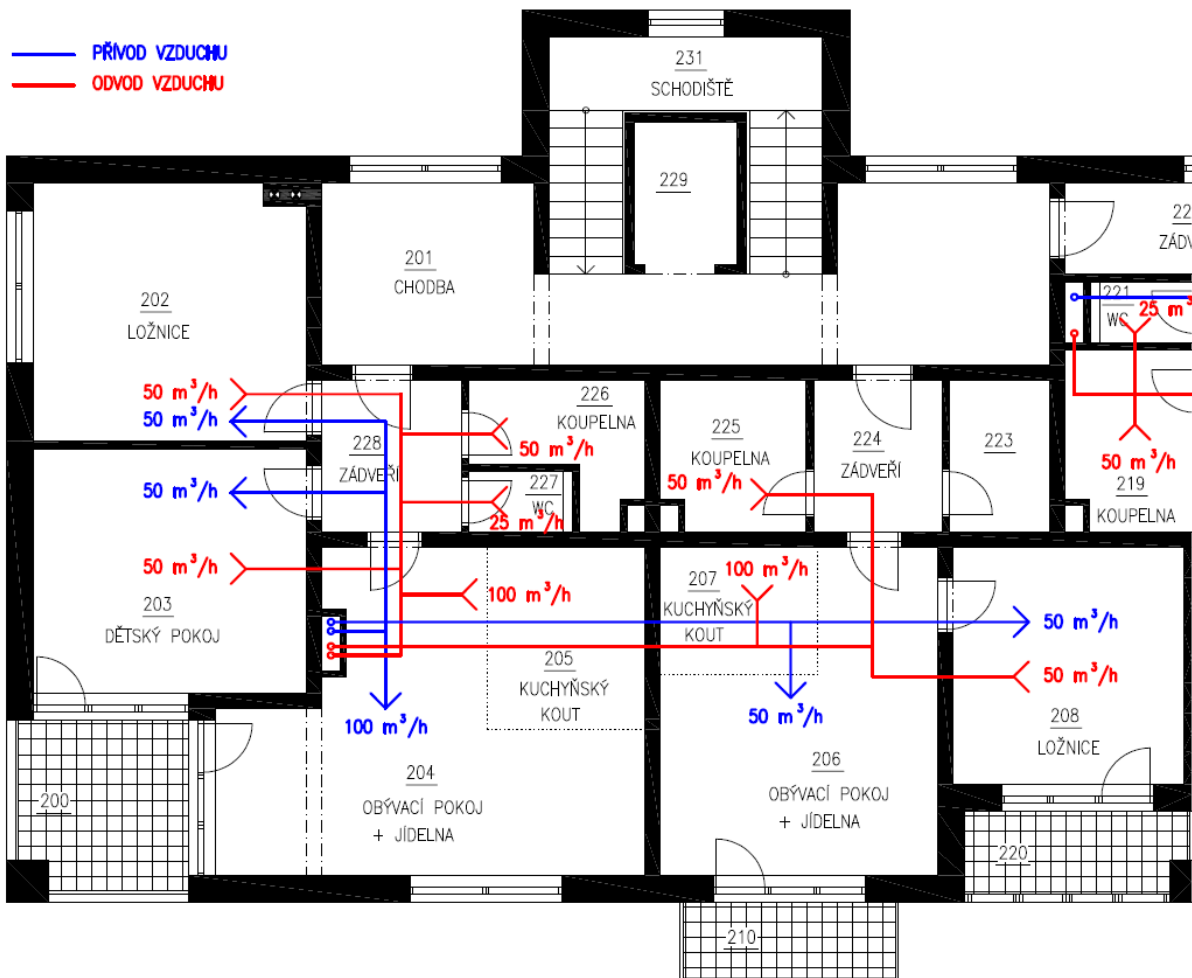


- Byt č. 3
  - přívod: 300 m<sup>3</sup>/h, odvod: 375 m<sup>3</sup>/h

— PŘÍVOD VZDUCHU  
— ODVOD VZDUCHU

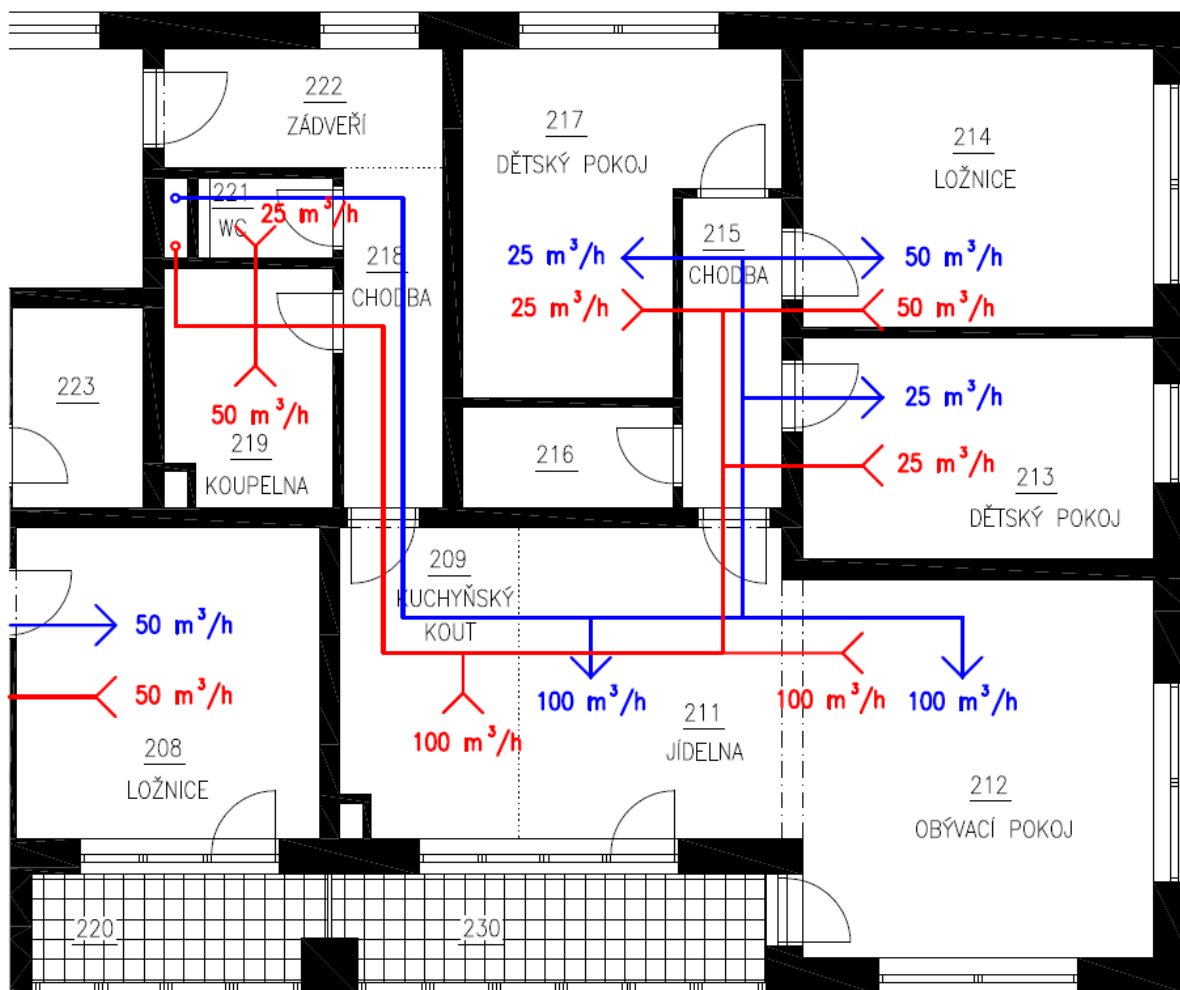


- Byt č. 4, 7 a 10
  - přívod: 200 m<sup>3</sup>/h, odvod: 275 m<sup>3</sup>/h
- Byt č. 5, 8 a 11
  - přívod: 100 m<sup>3</sup>/h, odvod: 200 m<sup>3</sup>/h



- Byt č. 6, 9 a 12
  - přívod: 300 m<sup>3</sup>/h, odvod: 375 m<sup>3</sup>/h

— PŘÍVOD VZDUCHU  
— ODVOD VZDUCHU



## 7.4 Řešení rozvodů vzducho-technického potrubí

Trubní rozvody do bytových jednotek budou umístěny v instalačních šachtách. Přívod čerstvého vzduchu bude umístěn v instalačních šachtách v bytových jednotkách. Odvod znečištěného vzduchu bude vyveden přes stejné instalační šachty do suterénu a dále na západní fasádu pod stropem 1S.

Předběžný návrh potrubí:

- Přívod do 12 bytových jednotek:  $2400 \text{ m}^3/\text{h} = \text{ED Flex 90/77 Pro}$
- Odvod z 12 bytových jednotek:  $3400 \text{ m}^3/\text{h} = \text{ED Flex 90/77 Pro}$

Rozměry šachet jsou dostačující. Rychlosti průtoků vzduchu pro rozvody v instalačních šachtách je max.  $6 \text{ m/s}$ , pro odbočky z instalační šachty do jednotlivých bytů max.  $5 \text{ m/s}$ .

V bytových jednotkách bude užito axiálních ventilátorů pro koupelny a WC zřízené v podhledech. Pro pobytové místnosti bytových jednotek bude užito obdélníkových vyústek.

Rozvody v bytových jednotkách budou vedeny v konstrukci podlahy, ve vnitřních nosných a nenosných stěnách. Rozvody prostupující stropními konstrukcemi budou v místě prostupů vybaveny požárními klapkami a řádně utěsněny dle požadavků požárně-bezpečnostního řešení vypsáné v D.1.3.06 - Technické zprávě požární ochrany.

## 7.5 Koncept ohřevu teplé vody

Ohřev teplé vody bude zajištěn dvojicí plynových kondenzačních kotlů se zásobníkem teplé vody ohříváním otopnou vodou přes výměník zásobníku.

Zásobník stojatý:

- Počet osob: 40
- Potřeba teplé vody:  $60 \text{ l/os} \cdot \text{den} = 40 \cdot 0,06 = 2,4 \text{ m}^3/\text{den}$
- Denní bilance ohřevu teplé vody:  $Q = V \cdot 1,163 \cdot (t_1 - t_2) = 2,4 \cdot 1,163 \cdot 45 = 125,60 \text{ kWh/den}$

$$k_t = \frac{t_{IV} - t_{sv,L}}{t_{IV} - t_{sv,Z}} = \frac{55 - 15}{55 - 10} = \frac{40}{45} = 0,89$$

$$E_{TV} = E_{TV,d} \cdot d + k_t E_{TV,d} (350 - d)$$

$d$  = počet otopných dnů pro Brno = 232

$$E_{TV} = 125,60 \cdot 232 + 0,89 \cdot 125,60 \cdot (350 - 232) = 42,33 \text{ MWh/rok}$$

$$E_{TV,SK} = \frac{E_{TV}}{\eta_{zdroj} \cdot \eta_{distr}}$$

$$E_{TV,SK} = 42,33 / (0,95 \cdot 0,90) = 49,51 \text{ MWh/rok}$$

Ohřev teplé vody bude dle parametru návrhu budov s téměř nulovou spotřebou energie.

## 7.6 Koncept vytápění objektu

Vytápění objektu bude řešeno dvojicí plynových kondenzačních kotlů, s vodním teplotním médiem. Jako otopná tělesa jsou zvoleny desková otopná tělesa umístěna pod okny místností, v koupelnách jsou navrženy otopné žebříky. Vytápění dvojicí plynových kotlů je kombinováno s řízeným větráním VZT se zpětným získáváním tepla, účinnost ZZT min. 90%.

Energie potřeby vytápění:

- $D = d \cdot (t_{i,s} - t_{e,s}) = 232 \cdot (19 - 4) = 3480$   
 $d$  = počet otopných dnů pro Brno = 232  
 $t_{i,s} = 19^\circ\text{C}$   
 $t_{e,s} = 4^\circ\text{C}$
- $E = 24 \cdot e \cdot \varepsilon \cdot D \cdot H_{T+1} = 24 \cdot 0,9 \cdot 1 \cdot 3480 \cdot 532,08 = 40,00 \text{ MWh/rok}$   
 $e$  = součinitel přerušovaného vytápění = 0,9  
 $\varepsilon$  = součinitel infiltrace vzduchu = 1
- $E_v = E / (\eta_{\text{zdroj}} \cdot \eta_{\text{distr}}) = 40,00 / (0,95 \cdot 0,9) = 46,78 \text{ MWh/rok}$