



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

---

Fakulta stavební  
Katedra konstrukcí pozemních staveb

Rodinná vila v rohové proluce

A family villa in a corner gap site

Bakalářská práce

Studijní program:  
Studijní obor:

Stavební inženýrství  
Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce:

Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.

Valentyna Demerza



## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Demerza

Jméno: Valentyna

Osobní číslo: 438 026

Zadávající katedra: K124 (Katedra konstrukcí pozemních staveb)

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Rodinná vila v rohové proluce

Název bakalářské práce anglicky: A family villa in a corner gap site

Pokyny pro vypracování:

Dle zadaného dispozičního řešení konstrukční a materiálový návrh stavby. Předběžný statický návrh nosných konstrukcí a schodiště. Tepelně technický návrh a posouzení obalových konstrukcí z hlediska jednorozměrného šíření tepla (součinitel prostupu tepla, teplotní faktor, šíření vlhkosti). Posouzení rodinného domu z hlediska proslunění a obytných místností z hlediska denního osvětlení. V případě nevyhovujícího stavu návrh vhodných opatření. Posouzení zvukové izolace vybrané stěnové a stropní konstrukce. Soupis opatření vedoucí k zajištění ochrany před hlukem, který se může šířit ze schodišťového prostoru. Projektová dokumentace v rozsahu půdorysů všech podlaží, svislý řez, situace stínících objektů, technické pohledy a pohled na střechu.

Seznam doporučené literatury:

ČSN 01 3420 Výkresy pozemních staveb – Kreslení výkresů stavební části, ČNI Praha, červenec 2004.

ČSN 73 0532 Akustika – Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků – Požadavky, ÚNMZ Praha, únor 2010.

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2: Požadavky, ÚNMZ Praha, říjen 2011, Změna Z1 z dubna 2012.

ČSN 73 0580-1 Denní osvětlení budov – Část 1: Základní požadavky, ČNI Praha, červen 2007.

ČSN 73 0580-2 Denní osvětlení budov – Část 2: Denní osvětlení obytných budov, ČNI Praha, červen 2007.

ČSN 73 4130 Schodiště a šikmé rampy – Základní požadavky, ÚNMZ Praha, březen 2010.

ČSN 73 4301 Obytné budovy, ČNI Praha, červen 2004.

ČSN 73 6058 Jednotlivé, řadové a hromadné garáže, ÚNMZ Praha, září 2011.

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Bc. Jaroslav Vychytil, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 19. 2. 2018

Termín odevzdání bakalářské práce: 28. 5. 2018

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

19. 2. 18  
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)



## Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité prameny a literatura jsou uvedeny v seznamu citované literatury.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

Valentyna Demerza

V Praze dne 13. května 2018

.....

podpis



## Poděkování

Ráda bych poděkovala všem, kteří mě při vypracování této práce podpořili. Zejména vedoucímu bakalářské práce Ing. Bc. Jaroslavu Vychytilovi, Ph.D. za trpělivost, ochotu, cenné rady a připomínky při realizaci této práce. Zvláštní poděkování patří mé rodině a přátelům za morální podporu v období celého studia.



## Anotace

Bakalářská práce je věnována projektu rodinné vily umístěné ve velmi malé rohové proluce vedle historických budov. Základem je architektonická studie objektu, dle níž jsou zpracovány konstrukční i materiálové řešení, včetně předběžného statického návrhu nosných prvků i schodiště. Součástí práce je detailní návrh skladeb obvodových i vnitřních konstrukcí, jejich posouzení na jednorozměrné šíření tepla. Následuje posouzení vlastností stropní konstrukce z hlediska ochrany před nežádoucím kročejovým hlukem. Významná část práce je zaměřená na hodnocení vily z hlediska proslunění a denního osvětlení. Při nesplnění jednotlivých požadavků jsou navrženy úpravy tak, aby daný objekt odpovídal normovým kritériím. Výkresová část obsahuje půdorysy všech podlaží, svislé řezy, situace stínících objektů, technické pohledy a pohled na střechu.

## Klíčová slova

Rodinná vila, proluka, denní osvětlení, proslunění, tepelná technika, zvuková izolace.



## Annotation

The bachelor's thesis is devoted to the project of a family villa located in a very small corner gap site next to historic buildings. The constructional and material solution are done based on the architectural study of the building, including preliminary static design of supporting elements and the staircase. Detailed design of peripheral compositions and internal structures are part of the work, as well as their one-dimensional heat transfer assessment. This is followed by an assessment of the ceiling structure properties in terms of protection against undesirable impact noise. A significant part of the work is focused on the assessment of the villa in terms of sunlight and daylight. If requests are not met, modifications are designed to match the standard criteria. The drawing part includes floor plans of all floors, vertical sections, the situation of shading objects, technical views and roof view.

## Keywords

Family villa, gap site, natural lighting, sunshine, thermal protection, sound insulation



## OBSAH

ÚVOD .....	9
1. POPIS OBJEKTU .....	10
1.1 URBANISTICKÉ ŘEŠENÍ .....	10
1.2 ARCHITEKTONICKÉ ŘEŠENÍ .....	11
1.3 DISPOZICE .....	11
2. KONSTRUKČNÍ A STATICKÉ ŘEŠENÍ .....	13
2.1 ZAKLÁDANÍ .....	13
2.1.1 Základové poměry .....	13
2.1.2 Základové konstrukce .....	13
2.2 PŘEDBĚŽNÝ STATICKÝ NÁVRH NOSNÝCH KONSTRUKCÍ .....	14
2.2.1 Stropní deska .....	14
2.2.2 Železobetonová svislá konstrukce .....	15
2.2.3 Schodiště .....	16
2.3 STŘECHA .....	17
2.4 NENOSNÉ KONSTRUKCE .....	18
2.5 VÝPLNĚ OTVORŮ .....	18
2.5.1 Okna .....	18
2.5.2 Dveře .....	19
2.5.3 Vrata .....	19
2.6 KLEMPÍŘSKÉ PRÁCE .....	19
2.7 PODLAHY .....	19
2.8 POVRCHOVÉ ÚPRAVY STĚN .....	20
3. TEPELNÁ OCHRANA BUDOVY .....	21
3.1 POŽADAVKY .....	21
3.2 POSOUZENÍ NAVRŽENÝCH SKLADEB .....	22
3.2.1 Skladba soklu .....	23
3.2.2 Skladba dvouplášťové obvodové stěny .....	24
3.2.3 Skladba obvodové stěny na terasu .....	25
3.2.4 Skladba střešní terasy .....	26



3.2.5	Skladba střechy .....	27
3.2.6	Skladba podlahy na zemině .....	29
4.	OCHRANA PROTI HLUKU .....	30
4.1	HLUK A POŽADAVKY NA ZVUKOVOU IZOLACI .....	30
4.2	POSOUZENÍ NAVRŽENÉ KONSTRUKCE .....	31
4.2.1	Strop nad garáží .....	31
4.3	SOUPIS OPATŘENÍ PŘED HLUKEM ZE SCHODIŠŤOVÉHO PROSTORU ...	33
5.	SVĚTELNÁ TECHNIKA .....	34
5.1	PROSLUNĚNÍ .....	34
5.2	POSOUZENÍ PROSLUNĚNÍ .....	35
5.2.1	Posouzení jídelny (KB1) na proslunění .....	37
5.2.2	Posouzení pracovny a dětského pokoje (KB2 a KB3) .....	38
5.2.3	Posouzení obývacího pokoje (KB4) na proslunění .....	38
5.2.4	Celkové hodnocení rodinné vily na proslunění .....	39
5.3	DENNÍ OSVĚTLENÍ .....	40
5.4	POSOUZENÍ DENNÍHO OSVĚTLENÍ .....	40
5.4.1	Posouzení jídelny z hlediska denního osvětlení .....	41
5.4.2	Posouzení ložnice z hlediska denního osvětlení .....	44
5.4.3	Stavební úpravy ložnice .....	46
5.4.4	Posouzení dětského pokoje z hlediska denního osvětlení .....	48
5.4.5	Stavební úpravy dětského pokoje .....	50
6.	PROVEDENÉ ÚPRAVY .....	55
6.1	ÚPRAVA 2.NP .....	55
6.2	ÚPRAVA 3.NP .....	55
6.3	ÚPRAVA 4.NP .....	56
	ZÁVĚR .....	58
	LITERATURA .....	59

## PŘÍLOHY





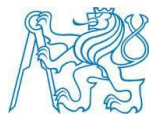
## Úvod

Bakalářská práce je věnovaná projektu rodinné vily v nárožní proluce se snahou umožnit vhodné doplnění stávající zástavby při respektování všech urbanistických a architektonických zásad a zároveň zajistit vhodné podmínky pro budoucí uživatele této budovy.

Nenechává mě příliš v klidu, když pozoruji vynechané nebo nevyužité části pozemků v hezkých lokalitách, které mají velký potenciál, ale například malé rozměry či nestandardní tvar. Touto prací bych chtěla ukázat, že tyto mínusy nemusí stát v cestě klidnému a pohodlnému bydlení dokonce i pro rodinu s dětmi.

Při provedení stavby v proluce přináší určité komplikace přítomnost existující okolní zástavby. Štítové stěny sousedních budov jsou těsně u sebe a tím předem většinou určují objemové parametry domu, tedy výšku a půdorys navrhované budovy.

Hlavním úkolem práce je návrh konstrukčního a materiálového řešení se zaměřením na stavební fyziku, zejména z hlediska tepelné techniky, akustiky, proslunění a denního osvětlení. Cílem je zajistit, aby vila vyhovovala předepsaným legislativním požadavkům a tím pádem poskytovala komfortní a příjemné prostředí v interiéru.

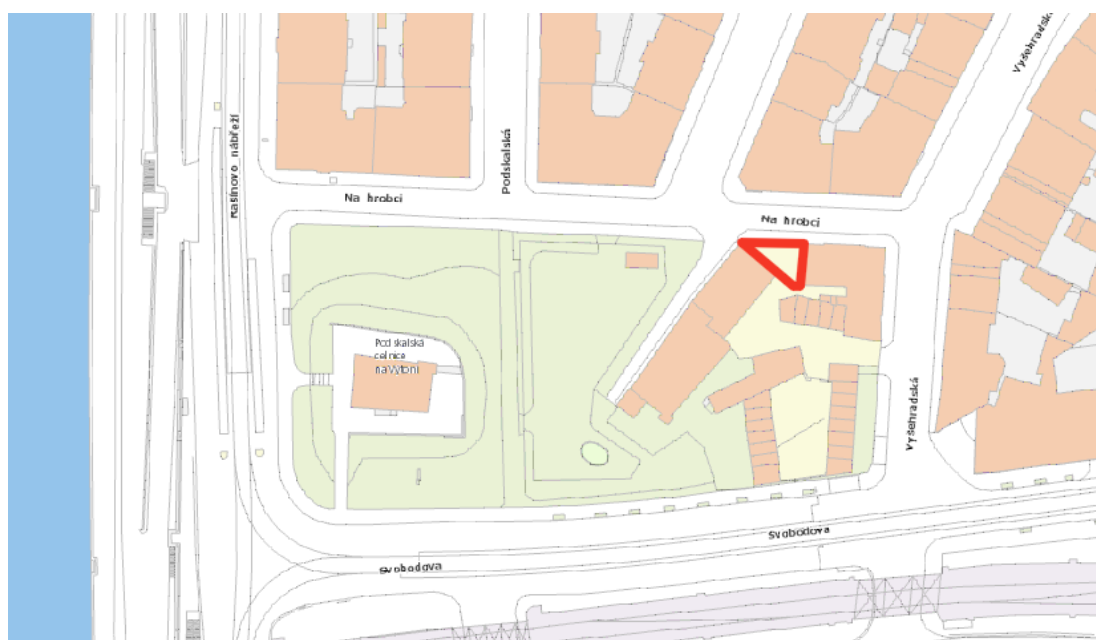


## 1. Popis objektu

Rodinná vila je navržena jako novostavba sevřená v malé proluce s pěti nadzemními a jedním podzemním podlažím v ulici Na Hrobcí v oblasti Podskalí městské části Praha 2. Objekt je navržený pro rodinu a jejich děti. Hlavním požadavkem byla funkčnost prostoru a rozdělení do jednotlivých zón – jak pro rodiče, tak i pro děti.

### 1.1 Urbanistické řešení

Vila se nachází v proluce mezi stávající starší budovy a pokrývá téměř celý pozemek. Hmota domu respektuje okolní zástavbu a nenarušuje ji. Tvar střechy a výšky objektu plynule navazují na sousední objekty. Vchod do domu je na severní fasádě směrem do ulice Na Hrobcí. Kdežto vjezd má dům na své protilehlé straně, orientované směrem do zadních dvorků. Nedaleko objektu protéká řeka Vltava.



Obrázek 1: Vyznačení polohy vily (červeně) na mapě Prahy [1]

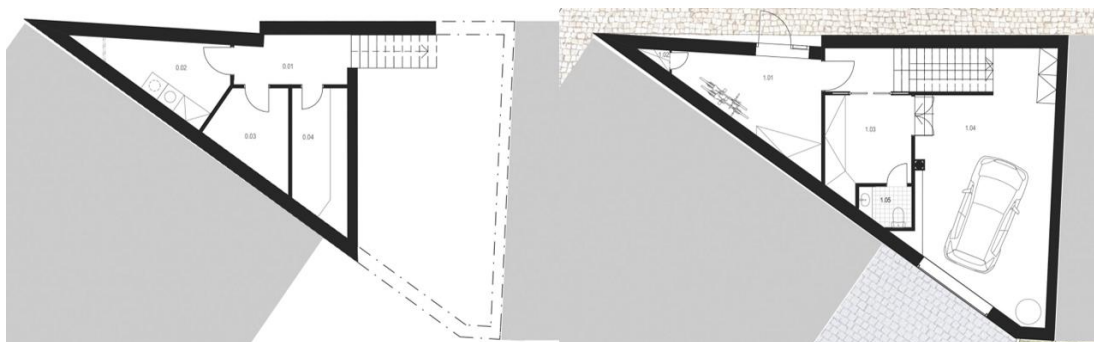


## 1.2 Architektonické řešení

Dům má nepravidelný tvar, který ovlivnily zdaleka ne optimální proporce stavebního pozemku. Proto také většina místností nemá obvyklý obdélníkový tvar. Schodiště je hlavním komunikačním prvkem objektu a obíhá vilu kolem dokola. Rodinná vila má celkem pět nadzemních a jedno podzemní podlaží. Na posledním patře se nachází střešní terasa, která zajišťuje propojení interiéru s exteriérem pomocí velkých oken nasměrovaných z obývacího pokoje. Poslední je zastřešen šikmou střechou s viditelnými krokvy v interiéru. Západní část nejvyššího poschodí je prosklená a nabízí pohled na Vltavu.

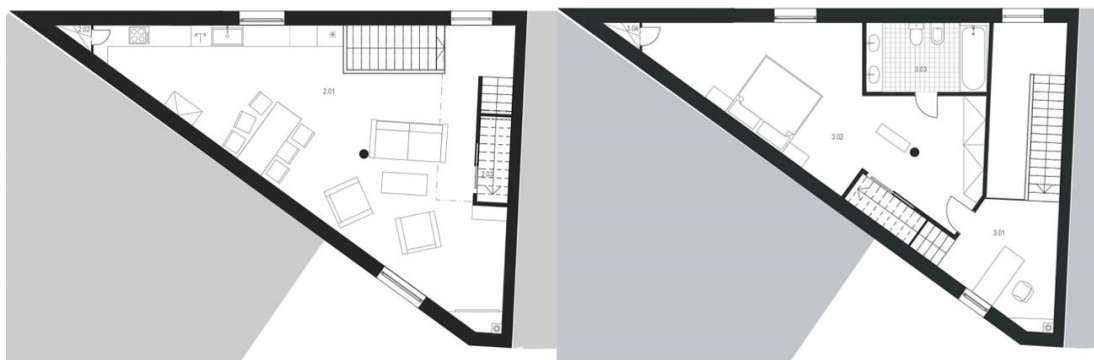
## 1.3 Dispozice

Na vstupním a prvním podzemním podlaží je technické zázemí domu.



Obrázek 2: Dispozice 1.PP a 1.NP

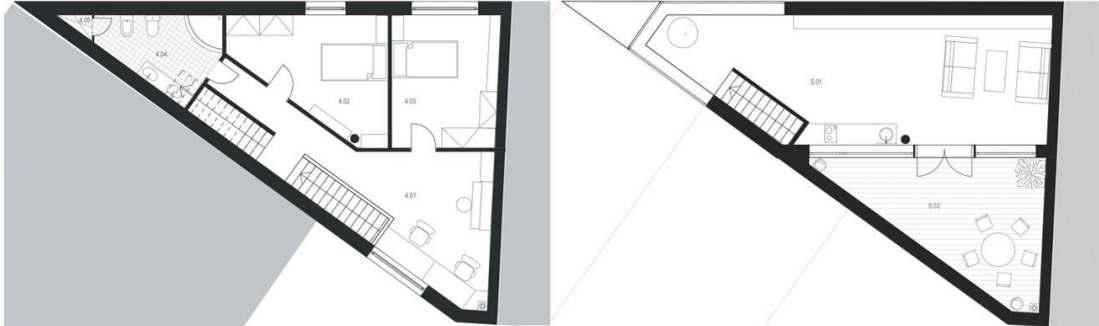
Na 2.NP je společenská obytná část – jídelna a kuchyň. Na 3.NP se nachází ložnice rodičů a pracovna.



Obrázek 3: Dispozice 2.NP a 3.NP



4.NP patří dětskému pokoji a ještě jedné ložnici. Na 5.NP je obývací pokoj s knihovnou a střešní terasa.



Obrázek 4: Dispozice 4.NP a 5.NP

Výkresová dokumentace k dispozicím je součástí příloh bakalářské práce (viz přílohu 5).



## 2. Konstrukční a statické řešení

### 2.1 Zakládání

#### 2.1.1 Základové poměry

Pomocí geologické mapy [2] se stanovilo přibližné složení základové půdy, která je tvořena střídáním drob, pískovců, prachovců a jílovitých břidlic.

Hladina podzemní vody leží 4–6 m pod povrchem terénu, což je těsně pod úrovní základů. Proto, při hloubení stavební jámy, je potřeba zajistit dočasné odčerpání v dosahu základů a následně izolaci základových konstrukcí (viz skladby) a jejich ochranu proti případným chemickým účinkům.

#### 2.1.2 Základové konstrukce

Při výstavbě v prolukách je jedním z rozhodujících faktorů, ovlivňujících výsledný nosný systém stavby, způsob založení nosných prvků. Přilehlé sousední objekty jsou v prolukách ovlivněny jakoukoli stavební činností vedle, která může vést k poklesům štítových stěn okolních domů nebo jejich částí [3].

Nosné železobetonové stěny podél sousedních objektů působí v těsné blízkosti původního zdiva, proto objekt je založen na odsazených základových pasech s konzolově vyloženou železobetonovou deskou a na pasech z prostého betonu uprostřed. Pod podlahou je podkladní beton tloušťky 100 mm. Nad vrstvou podkladního betonu se nachází hydroizolace ze 2 fólií v tloušťce 1,5 mm jako opatření proti případnému namáhání tlakovou podzemní vodou. Železobetonové suterénní stěny tloušťky 200 mm budou obaleny hydroizolační fólií tloušťky 1,5 mm.



## 2.2 Předběžný statický návrh nosných konstrukcí

### 2.2.1 Stropní deska

Stropní desky jsou v celém objektu železobetonové monolitické. Vzhledem k podobnému rozpětí jsou navrženy v jednotné tloušťce.

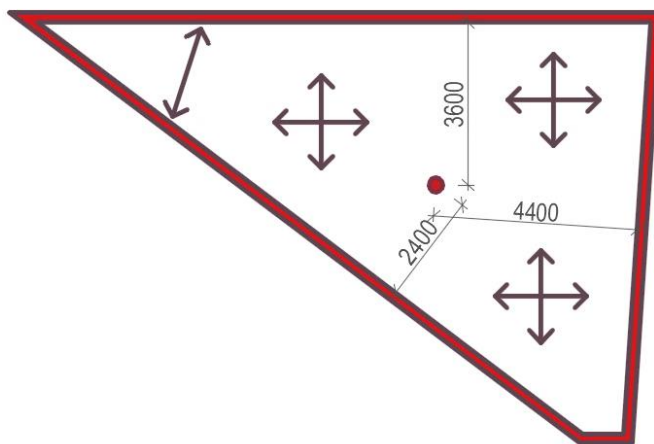
- ⊗ Beton C 30/37
- ⊗ Ocel B 500 B

Konstrukčně je stropní deska provedena jako lokálně podepřená a představuje konstrukci působící ve dvou navzájem kolmých směrech.

Tloušťka stropní desky podle empirického vzorce

Doporučený empirický vzorec pro stanovení tloušťky bezřibové desky s okrajovým žebrem [4]:

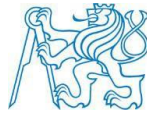
$$h_d = \frac{1}{33} \cdot L_{max} \quad (1)$$



Obrázek 5: Konstrukční schéma

Z konstrukčního schématu je patrné, že maximální rozpon  $L_{max}$  se rovná 4400 mm.

Výška desky:  $h_d = \frac{1}{33} \cdot 4400 = 133$  mm



Tloušťka stropní desky na základě splnění podmínky ohybové štíhlosti:

$$\lambda = \frac{L}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{C1} \cdot \kappa_{C2} \cdot \kappa_{C3} \cdot \lambda_{d,tab} \rightarrow d \geq \frac{L}{\lambda_d} \quad (2)$$

- ⊗  $d$  (mm) ... výška staticky účinné části průřezu
- ⊗  $\kappa_{C1} = 1,0$  (obdélník) ... součinitel tvaru průřezu
- ⊗  $\kappa_{C2} = 1,0$  ( $L \leq 7$  m) ... součinitel rozpětí
- ⊗  $\kappa_{C3} = 1,2$  ... odhad součinitele napětí tahové výztuže
- ⊗  $\lambda_{d,tab} = 24,6$  ... je tabulková hodnota vymezující ohybové štíhlosti,
- ⊗  $\rho \leq 0,5$  % ... předpokládaný stupeň vyztužení desek
- ⊗  $\emptyset = 8$  mm ... předpokládaný profil výztuže
- ⊗  $C = 20$  mm ... předpokládané krytí výztuže [5]

Tabulka 1:  $\lambda_{d,tab}$  pro lokálně podporovanou desku [6]

Pevnostní třída betonu	
$\rho$ , %	30/37
0,5	24,6

Výška staticky účinné části průřezu:  $d = \frac{4400}{1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 24,6} = 149$  mm

$$h_d = d + \frac{\emptyset}{2} + C \quad (3)$$

$$h_d = 149 + \frac{8}{2} + 20 = 173 \text{ mm}$$

Návrh: deska tloušťky  $h_d = 180$  mm.

### 2.2.2 Železobetonová svislá konstrukce

Všechny nosné konstrukce jsou řešeny železobetonovými monolitickými (C 30/37 s výztuží B 500 B) stěnami o tloušťce 200 mm. Tato tloušťka stěn je navržena s ohledem na malé rozměry objektu a měla by postačit bez dodatečného prokázání únosnosti. Uvnitř dispozice se nachází železobetonový sloup čtvercového průřezu 300x300 mm v 1.NP, který následně mění průřez na kruhový 300 mm v 2.–4.NP.



### 2.2.3 Schodiště

Všechna schodiště jsou desková jednoramenná, železobetonová, technologicky navržena jako monolitická. Schodišťová ramena jsou monoliticky spojena s podestou a oddílatována od schodišťových stěn.

Tabulka 2: Doporučené rozměry schodišťových stupňů [7]

Druh budovy	Šířka stupňů	Výška stupňů	Průchozí šířka schodišť. ramen	Výška zábradlí	Počet stupňů v rameni
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	
Rodinné domy	240–270	180–200	min. 900	min. 900	3–16

Návrh šířky a výšky stupňů:

V objektu se vyskytuje 2 různé konstrukční výšky, KV (mm), podlaží a jedno převýšení, které vyžaduje provedení menšího schodiště.

- ⊗ KV1 = 2660 mm – od úrovně podlahy 1.PP do podlahy v garáži.
- ⊗ KV2 = 3040 mm – typická konstrukční výška pater.
- ⊗ Převýšení 570 mm od úrovně podlahy v garáži do podlahy 1.NP.

$$n = \frac{KV}{h_0} \quad (4)$$

Kde  $h_0$  je optimální výška stupně, podle tabulky 2 vychází 190 mm.

- ⊗  $n_1 = \frac{2660}{190} = 14$  stupňů
- ⊗  $n_2 = \frac{3040}{190} = 16$  stupňů
- ⊗  $n_3 = \frac{570}{190} = 3$  stupně

Konstrukční výšky jsou celé násobky  $h_0$ , proto výška stupňů  $h = h_0 = 190$  mm.

$$2 \cdot h + b = 630 \quad (5)$$

- ⊗  $b = 630 - 2 \cdot 190 = 250$  mm





Návrh třech typů schodišť: 14x190x250, 3x190x250 a 16x190x250.

Maximální délka schodišťového ramene:

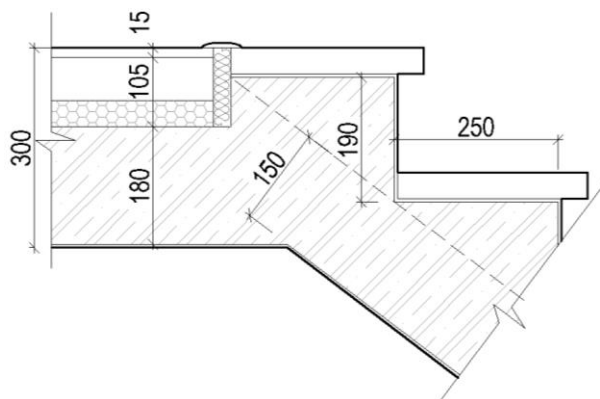
$$L_{max} = (n_2 + 1) \cdot b \quad (6)$$

$$L_{max} = (16 + 1) \cdot 250 = 4250 \text{ mm}$$

Empiricky návrh tloušťky schodišťového ramene  $h_{ram}$ :

$$h_{ram} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25}\right) \cdot L_{max} \quad (7)$$

$$h_{ram} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25}\right) \cdot 4250 = 141,7 \div 170 = 150 \text{ mm}$$



Obrázek 6: Skica napojení ramene na podestu

Návrh tloušťky schodišťového ramene 150<sup>1</sup> mm.

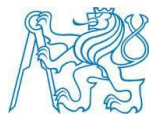
Schodišťové stupně budou betonovány současně s deskou, jejich výška bude, podle předběžného statického návrhu, 190 mm a šířka 250 mm.

## 2.3 Střecha

Vila má dva typy zastřešení: klasickou šikmou střechu a střešní terasu.

---

<sup>1</sup> Návrh tloušťky vychází z geometrie napojení ramene na podestu (stropní desku) tloušťky 180 mm.



Objekt je zastřešen sedlovou střechou ve sklonu 35°. Na západním okrají má valbu. Konstrukce krovu se provede jako jednoduchá krokevní soustava. Vzdálenost mezi krokvelemi je 900 mm a rozpětí činí 3500 mm. Krokve jsou viditelné v interiéru, tím pádem se použije nadkrokevní systém zateplení střechy. Odvodnění střechy je řešeno okapovými hliníkovými žlaby ve sklonu 0,5 % umístěnými na okrajích střechy (viz schéma odvodnění střechy). Zastřešení se uskuteční pomocí střešních tašek Figaro Deluxe v barevné povrchové úpravě engoba – odstínu granit. Střešní terasa má inverzní skladbu konstrukce – hlavní hydroizolační vrstva se nachází pod tepelnou izolací. Spádování je provedeno ve vrstvě lehčené cementové pěny se sklonem minimálně 3 % a odvodnění je řešeno podlahovou vpustí v nejnižším místě. Střešní terasa je ohraničená atikou se zábradlím do výšky minimálně 1200 mm.

## 2.4 Nenosné konstrukce

Vnitřní prostor rodinné vily se rozděluje na jednotlivé místnosti příčkami. Poslední se provedou jako zděné z pórobetonových tvárnic YTONG tloušťky 100 a 150 mm. K překlenutí otvorů v nenosných dělicích příčkách a se použijí nenosné konstrukčně vyztužené překlady z pórobetonu.

## 2.5 Výplně otvorů

### 2.5.1 Okna

V celém objektu jsou navržena dřevěná okna a balkonové dveře s hliníkovým opláštěním (systém IV 96 – profil 78). Jsou zaskleny tepelně izolačním trojsklem. Charakteristiky oken [8]:

- ⊗ Činitel prostupu světla  $\tau_s = 0,69$
- ⊗ Součinitel prostupu tepla  $U_w = 0,6 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
- ⊗ Stavební hloubka celková 90 mm.

Barva exteriérového hliníkového opláštění – šedobílá (RAL 9002).



### 2.5.2 Dveře

Vchodové dveře se provedou jako jednokřídlé bezpečnostní v kombinaci s bočním světlíkem. Jejich šířka je 900 mm a průchodní výška 2100 mm. Uchycení představuje samostatnou konstrukci z ocelových profilů. Ve světlíku je osazeno bezpečnostní 460 mm široké vrstvené sklo. Kolem světlíků zevnitř i zvenku je dřevěné obložení rámu.

Dveře z garáže do předsíně musí mít požadovanou požární odolnost, proto se tam umístí protipožární dvoukřídlé dveře s odolnost vůči kouři.

Ostatní interiérová dveře jsou dřevěné dýhované a mají buď obložkovou zárubeň, nebo jsou osazeny do stavebního pouzdra v případě posuvných dveří.

### 2.5.3 Vrata

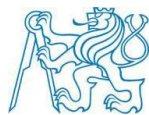
Dvoukřídllová vrata se umístí do garážového vjezdu. Jelikož garáž je vedlejší vytápěnou místností, vrata se doplní o tepelnou izolaci. Šířka vrat je 2800 mm a výška 2400 mm. Křídla jsou otevíravá ven. Hliníkový rám a zárubně se provedou ve stříbrné barvě.

## 2.6 Klempířské práce

Veškeré klempířské prvky, tj. okapové žlaby půlkruhového tvaru, dešťové svody, střešní okapnice, lemování krajů střechy, oplechování parapetů a atiky bude zhotoveno z hliníkového plechu jedinečném uceleném stavebním systému.

## 2.7 Podlahy

Podlahy jsou řešeny jako těžké plovoucí ve všech vytápěných a místnostech. V garáži a v suterénu je provedena polymerbetonová kompozice (weber.sys epox plastbeton) s větší odolností proti otěru v barvě. U ostatních místnostech jsou navrženy dlažby Rako a dubové dřevěné podlahy. Bližší informace jsou uvedeny ve výkresové



dokumentaci a ve výpočtových protokolech z programu Teplo [9] (viz příloha 1).

Povrch schodišťových stupňů musí mít dostatečnou odolnost proti skluznosti (ČSN 73 4130 [7]). Povrchová úprava stupňů je řešena dřevěným obkladem – dubové nášlapy tloušťky 40 mm.

## 2.8 Povrchové úpravy stěn

Vnitřní stěny jsou až na výjimky ošetřeny vnitřní omítkou Weber v bílé barvě nebo keramickým obkladem v případě kuchyně, prádelny, koupelen a WC. Výjimky tvoří stěny v technické a skladovací místnosti, kde betonový povrch bude přiznán ve své surové podobě.

V posledním poschodí jsou strop a stěny obloženy smrkovými palubkami barvy bílý vosk.

Vnější povrchy jsou řešeny pomocí konstrukce provětrávané fasády. V místě soklu a na u stěny v 5.NP směřující na terasu je navrženo kontaktní zateplení. Bližší informace viz výkresová dokumentace a skladby v následující kapitole.



### 3. Tepelná ochrana budovy

V této kapitole postupně jsou uvedeny všechny navržené skladby a jejich posouzení z hlediska splnění požadavků na tepelnou techniku. Zkoumají se tato tři kritéria:

- ⚙ Součinitel prostupu tepla konstrukcí,  $U$  ( $W/(m^2 \cdot K)$ );
- ⚙ Teplotní faktor vnitřního povrchu konstrukce,  $f_{Rsi}$  (-);
- ⚙ Roční množství zkondenzované vodní páry,  $M_{c,a}$  ( $kg/(m^2 \cdot rok)$ ).

Součinitel prostupu tepla sděluje, kolik tepla unikne konstrukcí o ploše  $1 m^2$  při rozdílu teplot jejich povrchů  $1 K$  a charakterizuje celkový energetický účinek konstrukce.

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  je hodnotou, při které bude relativní vlhkost na vnitřním povrchu konstrukce dosahovat předepsaného maxima. Teplotní faktor vnitřního povrchu konstrukce a nejnižší vnitřní povrchová teplota se používají při hodnocení rizika kondenzace vodní páry a výskytu plísní na vnitřním povrchu stavební konstrukce [10].

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry slouží k ověření charakteru dlouhodobého tepelně vlhkostního chování konstrukce.

Důležitým úkolem je snaha o dosažení co nejlepších hodnot těchto ukazatelů vůči referenčním požadovaným pro zajištění pohody budoucích uživatelů budovy.

#### 3.1 Požadavky

Tepelná ochrana budov se řídí požadavky uvedenými v ČSN 73 0540-2 [11]. Součinitel prostupu tepla konstrukcí musí být menší než požadovaná hodnota:

$$U < U_N \quad (8)$$



V této práci jsou součinitele prostupu tepla porovnávány s doporučenými hodnotami  $U_{rec,20}$ :

$$U < U_{rec,20} \quad (9)$$

Tabulka 3: Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla [11]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m <sup>2</sup> ·K)]	
	Požadované hodnoty	Doporučené hodnoty
	$U_{N,20}$	$U_{rec,20}$
Stěna vnější	0,30	těžká: 0,25
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině	0,45	0,3

Základním vztahem pro posouzení teplotního faktoru je podmínka:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} \quad (10)$$

kde  $f_{Rsi,N}(-)$  je požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru, a která je rovna teplotnímu faktoru kritickému  $f_{Rsi,cr}(-)$ .

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} \quad (11)$$

Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí:

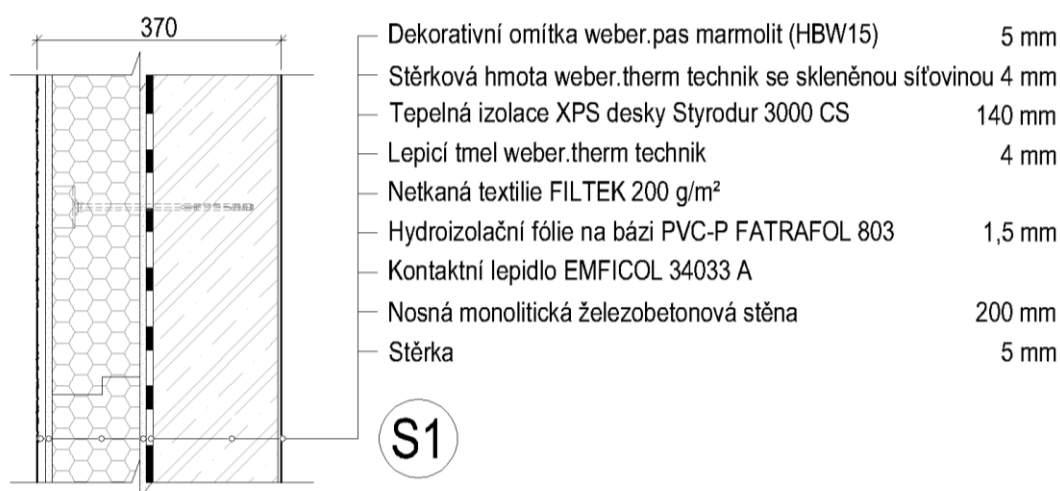
- ⚙ Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
- ⚙ Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
- ⚙ Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/(m<sup>2</sup>·rok), nebo 3–6 % plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot) [9].

### 3.2 Posouzení navržených skladeb

Součinitel prostupu tepla  $U$ , teplotní faktor vnitřního povrchu konstrukce  $f_{Rsi}$  a množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$  byly vypočteny v programu Teplo 2017 EDU [9]. Protokoly výpočtů viz příloha 1.

### 3.2.1 Skladba soklu

Skladba soklu představuje řešení obalové konstrukce podzemní, a zároveň, soklové části objektu. V této části budovy se vyskytují částečně vytápěné vedlejší místnosti, zejména suterénní místnosti (technické zázemí, prádelna a skladovací místnost), částečně pak prostory 1.NP: garáž, komunikační prostory a WC.



Obrázek 7: Skladba soklu

- ⚙ Návrhová venkovní teplota  $T_e$ : -13,0 °C
- ⚙ Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 16,0<sup>2</sup> °C
- ⚙ Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $RHe$ : 84,0 %
- ⚙ Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $RHi$ : 58,7 %

Vyhodnocení výsledků:

- ⚙  $U = 0,219 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{rec,20} = 0,250 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  → OK
- ⚙  $f_{Rsi} = 0,947 \geq f_{Rsi,cr} = 0,760$  → OK
- ⚙ V konstrukci nedochází během roku ke kondenzaci vodní páry.

Navržená konstrukce vyhovuje požadavkům.

<sup>2</sup> Je návrhová hodnota pro vedlejší vytápěné místnosti.

### 3.2.2 Skladba dvouplášťové obvodové stěny

Konstrukce obvodového pláště se provede jako dvouplášťová stěna s provětrávanou mezerou a obkladem z vláknocementových desek. Konstrukce se zateplí čedičovou vlnou tloušťky 180 mm.

Mezi hlavní důvody, proč byla zvolena tato varianta provedení, patří tyto výhody provětrávaných fasád:

- ⚙ odvedení kondenzace vodních pár z obvodové konstrukce
- ⚙ možné snížení pronikání hluku z exteriéru
- ⚙ a trvale vysoký estetický vzhled fasády.



Obrázek 8: Skladba dvouplášťové obvodové stěny

Mezi hlavní důvody, proč byla zvolena tato varianta provedení, patří tyto výhody provětrávaných fasád:

- ⚙ odvedení kondenzace vodních pár z obvodové konstrukce,
- ⚙ možné snížení pronikání hluku z exteriéru,
- ⚙ a trvale vysoký estetický vzhled fasády.

Tepelný odpor při přestupu tepla na obou stranách konstrukce se rovnají  $R_{si} = R_{se} = 0,13 \text{ (m}^2 \cdot \text{K)/W}$  obvyklé interiérové hodnotě.





Návrhové podmínky:

⊗	Návrhová venkovní teplota $T_e$ :	-13,0 °C
⊗	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 °C
⊗	Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $RHe$ :	84,0 %
⊗	Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $RHi$ :	55,0 %

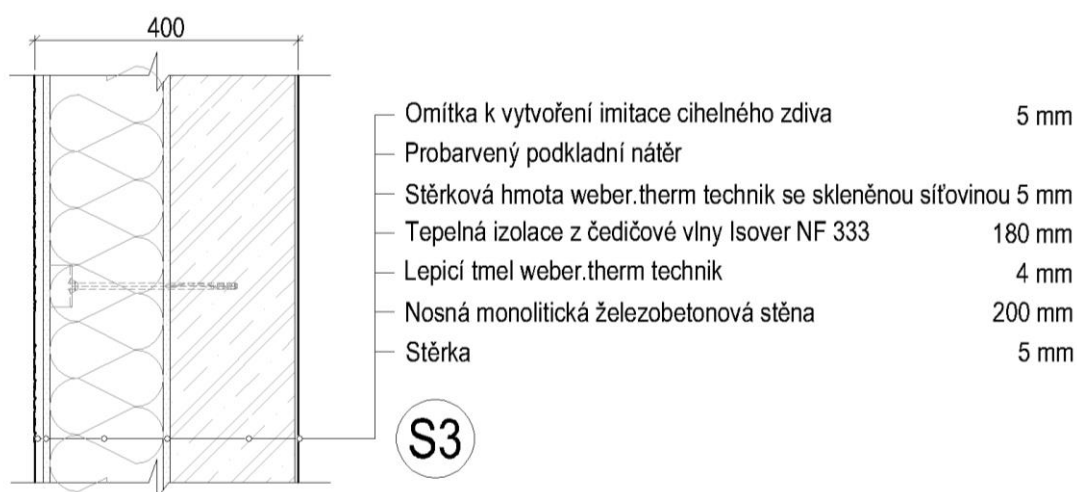
Vyhodnocení výsledků:

⊗	$U = 0,181 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{rec,20} = 0,250 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	→	OK
⊗	$f_{Rsi} = 0,956 \geq f_{Rsi,cr} = 0,753$	→	OK
⊗	V konstrukci nedochází během roku ke kondenzaci vodní páry.		

Navržená konstrukce odpovídá požadavkům.

### 3.2.3 Skladba obvodové stěny na terasu

V pátém podlaží je obvodová stěna se zatepli celoplošným nalepením tepelněizolačních desek z čedičové vlny Isover NF 333 ve tloušťce 180 mm. Finální vzhled bude vytvořen dekorativní omítkou weber s imitací cihelného zdiva červeného odstínu.



Obrázek 9: Skladba jednovrstevné obvodové stěny v 5.NP

Návrhové okrajové podmínky jsou stejné jako u předchozí skladby.



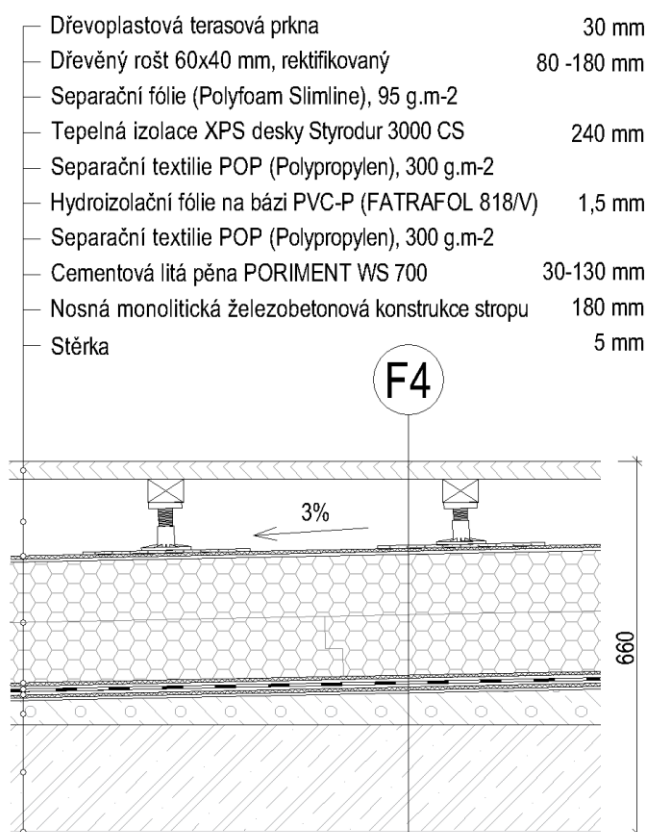
Vyhodnocení výstupu z programu Teplo [9]:

- ⚙  $U = 0,212 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{rec,20} = 0,250 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  → OK
- ⚙  $f_{Rsi} = 0,948 \geq f_{Rsi,cr} = 0,753$  → OK
- ⚙ V konstrukci nedochází během roku ke kondenzaci vodní páry.

Navržená konstrukce obvodové stěny odpovídá požadavkům.

### 3.2.4 Skladba střešní terasy

Nad dětským pokojem v 4.NP je navržena střešní terasa s inverzní skladbou.



Obrázek 10: Skladba střešní terasy

Při posouzení konstrukci obrácené konstrukce střechy se musí zohlednit efekt podtékání vody s možným ochlazováním vnitřní střešní konstrukce. Tento jev se dá eliminovat použitím specifické textilie či fólie (maximální váha do  $100 \text{ g}/\text{m}^2$ , difúzně otevřená s ekvivalentní difúzní tloušťkou



do 0,1 m), která plní dvě funkce: separace XPS a vrchního souvrství a drenážní – odvod vody nad XPS [12].

Každopádně, do výpočtu je zahrnut korekční součinitel na vliv systematických tepelných mostů  $\Delta U = 0,05 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$ ).

Návrhové okrajové podmínky pro posouzení střešní terasy:

⊗	Návrhová venkovní teplota $T_e$ :	-13,0 °C
⊗	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 °C
⊗	Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $RHe$ :	84,0 %
⊗	Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $RHi$ :	55,0 %

Vyhodnocení výsledků:

⊗	$U = 0,144 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{rec,20} = 0,160 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	→	OK
⊗	$f_{Rsi} = 0,965 \geq f_{Rsi,cr} = 0,753$	→	OK
⊗	V konstrukci nedochází během roku ke kondenzaci vodní páry.		

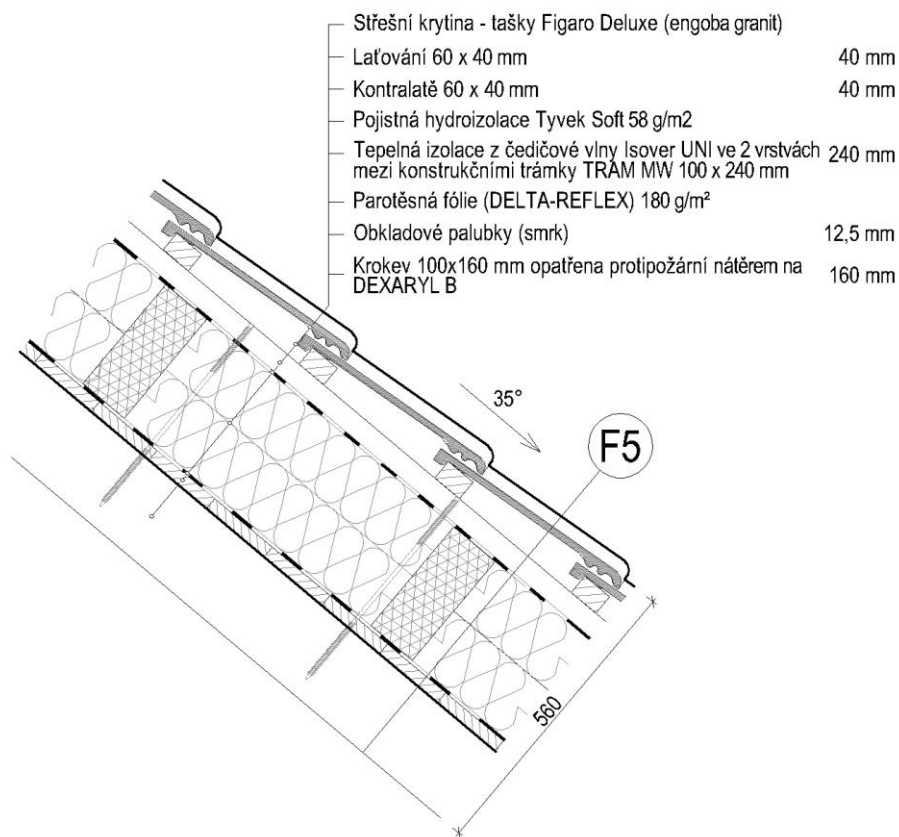
Skladba střešní terasy vyhovuje požadovaným hodnotám.

### 3.2.5 Skladba střechy

Střecha je navržena s nadkroevním systémem zateplení.

Návrhové okrajové podmínky pro posouzení střechy:

⊗	Návrhová venkovní teplota $T_e$ :	-13,0 °C
⊗	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 °C
⊗	Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $RHe$ :	84,0 %
⊗	Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $RHi$ :	55,0 %



Obrázek 11: Skladba střechy

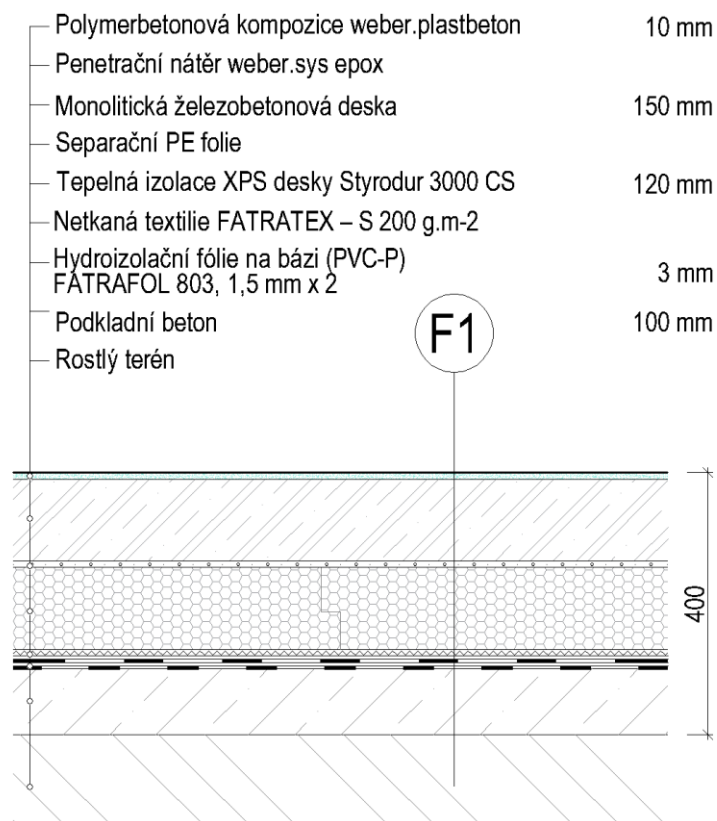
Vyhodnocení výsledků:

- ⚙  $U = 0,144 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{rec,20} = 0,160 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$  → OK
- ⚙  $f_{Rsi} = 0,965 \geq f_{Rsi,cr} = 0,753$  → OK
- ⚙ V konstrukci nedochází během roku ke kondenzaci vodní páry.

Skladba šikmé střechy splňuje požadavky na tepelnou ochranu.



### 3.2.6 Skladba podlahy na zemině



Obrázek 12: Skladba podlahy na terénu

Tato skladba se vyskytuje ve vedlejších vytápěných místnostech a komunikačních prostorech 1.PP a v garáži.

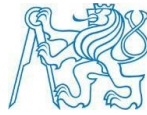
Návrhové okrajové podmínky pro posouzení střechy:

⊗	Návrhová venkovní teplota $T_e$ :	-7,9 °C
⊗	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	16,0 °C
⊗	Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu $RHe$ :	100,0 %
⊗	Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $RHi$ :	83,7 %

Vyhodnocení výsledků:

⊗	$U = 0,253 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K}) < U_{rec,20} = 0,300 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$	→	OK
⊗	$f_{Rsi} = 0,937 \geq f_{Rsi,cr} = 0,843$	→	OK
⊗	V konstrukci nedochází během roku ke kondenzaci vodní páry.		

Skladba podlahy na zemině vyhovuje.



## 4. Ochrana proti hluku

Hlukem se dá definovat zvuk nebo zvuky, které lidský organismus vnímá jako rušivé. Klidné bydlení bez rušení hlukem patří mezi základní požadavky na vnitřní prostředí budovy. Ochranu proti šíření hluku musí zajišťovat správně navržená a provedená konstrukce domu.

### 4.1 Hluk a požadavky na zvukovou izolaci

Ve stavebnictví se vyskytují dva základní druhy hluku:

- ⊗ hluk, který se šíří vzduchem
- ⊗ hluk, který se šíří konstrukcí

Prostorovým hlukem je hluk proudící vzduchem, zabránit kterému se dá zajištěním vzduchové neprůzvučnosti. Obecně tomu přispívá minerální izolace a těžké předměty (masivní nábytek, dveře a dělící konstrukce s větší objemovou hmotností) absorbující zvuky z prostoru.

Akustické vlastnosti konstrukce sděluje hodnota vážené vzduchové stavební neprůzvučnosti  $R'_w$  v decibelech (dB). Čím větší je tato hodnota, tím líp konstrukce izoluje.

Kročejový hluk se považuje za strukturální hluk. Ten je přenášen konstrukcemi v objektu v podobě chvění do různých částí domu. Toto chvění pak člověk vnímá jako hluk. Nosný systém objektu je proveden ze železobetonu, který se označuje jako dobrý nosič strukturálního hluku.

Kročejová neprůzvučnost se vyjadřuje váženou stavební normovanou hladinou akustického tlaku kročejového zvuku  $L'_{n,w}$  (dB). U této neprůzvučnosti platí naopak pravidlo, že s vyšší hodnotou schopnost konstrukce tlumit hluk klesá.

Dle platné české legislativy je dodržení požadované vzduchové a kročejové neprůzvučnosti závazné (vyhláška 268/2009 Sb. [13]).



Požadované hodnoty kročejové a vzduchové neprůzvučnosti jsou pro jednotlivé typy chráněných místností uvedeny v ČSN 73 0532 [14].

Tabulka 4: Vybrané požadavky na zvukovou izolaci pro rodinné domy [14]

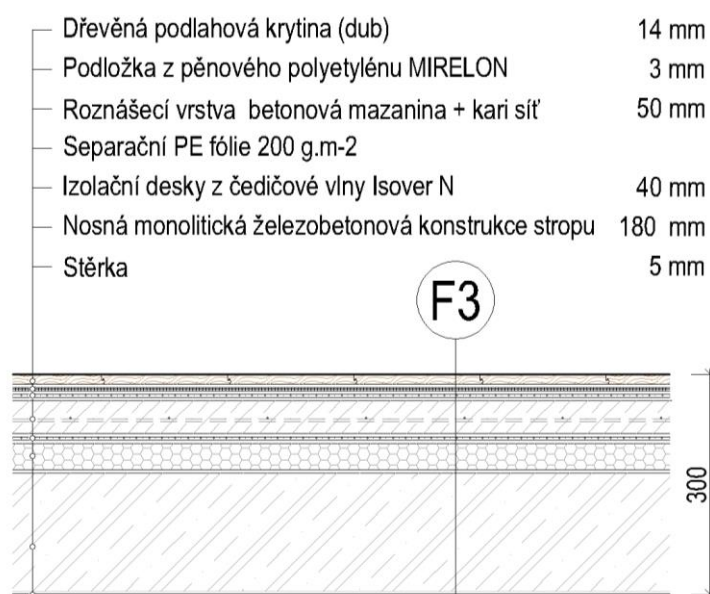
Prostor	Popis	Požadavky na zvukovou izolaci [dB]		
		stropy		stěny
		$R'_w$	$L'_{n,w}$	$R'_w$
Chráněný	Rodinný dům – nejméně jedna obytná místnost			
Hlučný	Všechny ostatní obytné místnosti	47	63	42

## 4.2 Posouzení navržené konstrukce

Výpočet zvukové izolace konstrukce je proveden v programu Neprůzvučnost 2010 [15]. Následně jsou výstupy porovnány s požadovanými hodnotami. Protokol výpočtů je součástí přílohy 2 bakalářské práce.

### 4.2.1 Strop nad garáží

V rodinné vile nejhlučnějším prostorem je garáž, nad kterou se nachází jídelna. Proto se na utlum kročejového hluku posoudí strop nad garáží.



Obrázek 13: Skladba konstrukce stropu nad garáží



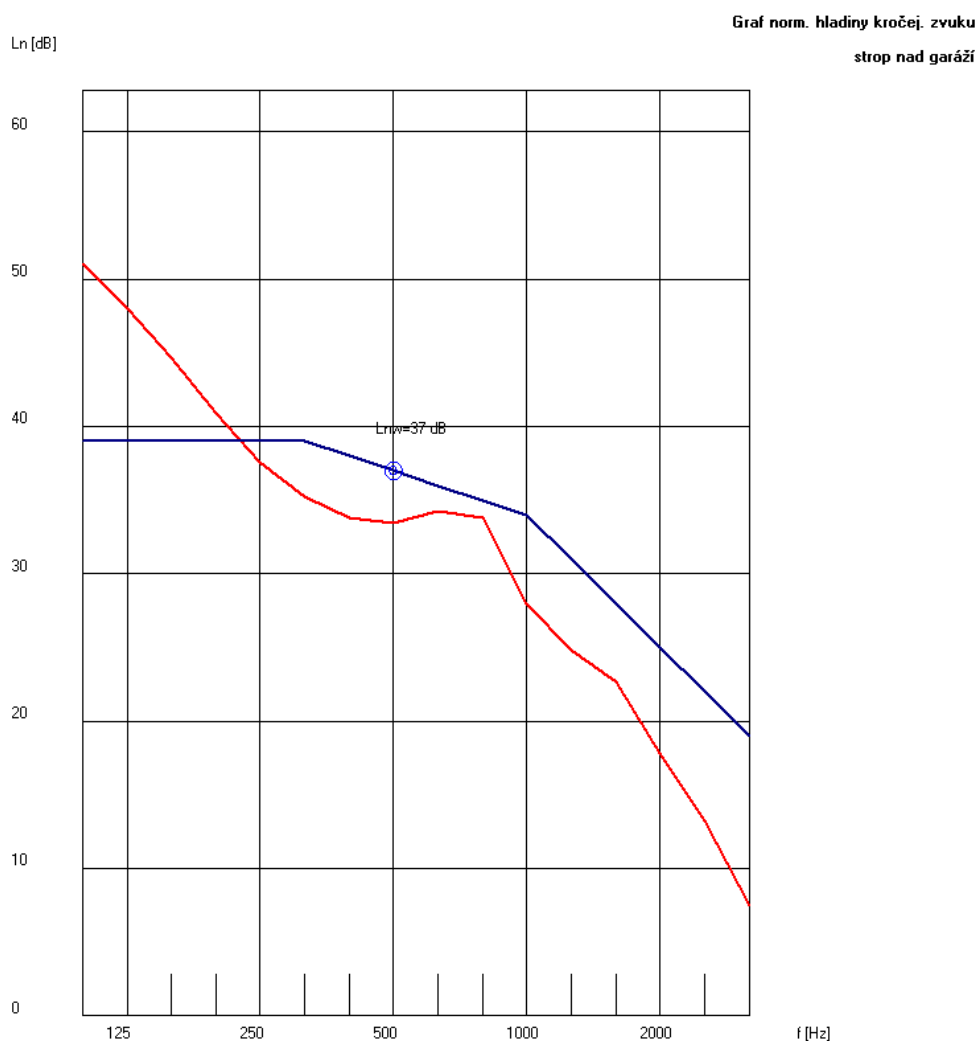
Vstupní parametry úlohy:

- ⚙ Typ konstrukce: strop s plovoucí podlahou
- ⚙ Zadaná korekce:  $k = 1,0$  dB

Předpokládaná vážená stavební normovaná hladina kročejového zvuku:

$$L'_{n,w} = 38 \text{ dB} \leq 63 \text{ dB}$$

Normový požadavek je splněn.



Obrázek 14: Graf normované hladiny kročejového zvuku – výstup z programu Neprůzvučnost [15]



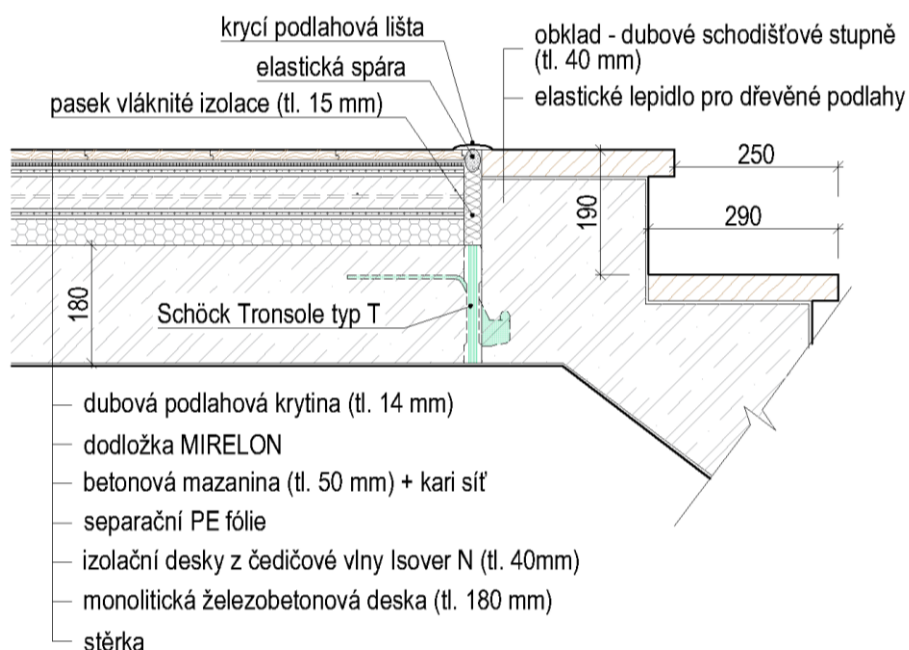
### 4.3 Soupis opatření před hlukem ze schodištvého prostoru

Hluk přenášený ze schodišť a podest do sousedních místností musí splňovat normové požadavky stavební akustiky [16].

Zdrojem rušivých zvuků ze schodiště je kročejový hluk, který vzniká při chůzi po schodech.

V celém objektu je navrženo železobetonové schodiště. Železobeton je tuhý a rozměrově stabilní materiál a z pohledu akustiky přenáší méně hluku.

Však při řešení napojení schodiště na podestu se používají speciální spojovací a kotvící prvky obsahující materiály, které přerušují akustické mosty. K nim patří například nosný prvek pro izolaci proti kročejovému zvuku Schöck Tronsole typ T (napojení monolitického schodištvého ramene na podestu), který se provede v kombinaci se spárovými deskami Schöck Tronsole typ L (izolace spár mezi schodištvou stěnou a ramenem) [17].



Obrázek 15: Schöck Tronsole typ T: Řez napojením na podestu

Tím se zajistí spolehlivá ochrana před případným hlukem ze schodiště.



## 5. Světelná technika

U nově navrhovaných budov musí návrh osvětlení v souladu s normovými hodnotami řešit denní, umělé i případné sdružené osvětlení, a posuzovat je společně s vytápěním, chlazením, větráním, ochranou proti hluku, prosluněním, včetně vlivu okolních budov, a naopak vlivu navrhované stavby na stávající zástavbu [16].

Je nutné odlišovat proslunění vnitřního prostoru budovy od denního osvětlení. Proslunění významně závisí na orientaci osvětlovacích otvorů ke světovým stranám, kdežto denní osvětlení a jeho hodnocení nikoliv. Okna obrácena na sever jsou z hlediska denního osvětlení stejně účinná, jako ostatní. Vnitřní prostory jsou prosluněny jednak přímým slunečním světlem, ale zároveň i světlem rozptýleným v atmosféře.

### 5.1 Proslunění

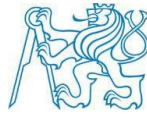
Prosluněním se rozumí dopad přímých slunečních paprsků do interiéru.

Sluneční záření ve vnitřních prostorech budov má příznivý vliv na psychiku uživatelů. V interiérech, kam dopadají přímé sluneční paprsky se lidé cítí lépe.

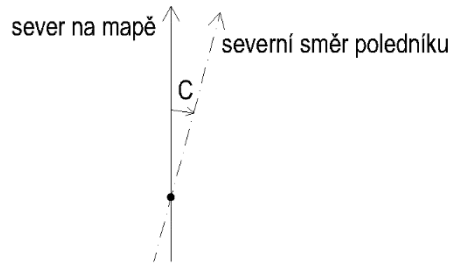
Jak už bylo řečeno, velký vliv na dobu proslunění má orientace objektu vůči světovým stranám. Pro určení této orientace použijeme běžnou mapu. Mapové podklady v České Republice používají systém zobrazení S-JTSK (systém zobrazení zakřiveného zemského povrchu do roviny mapy) a proto pro stanovení skutečného severu musíme dopočítat odchylku.

Merediánová konvergence  $C$  (°) je odchylka mezi geografickou a kartografickou souřadnou sítí. Závisí pouze na zeměpisné délce posuzovaného místa  $\lambda$  (°) [18].

$$C = \frac{24^{\circ}50' - \lambda}{1,34} \quad (12)$$



Pro lokality, které jsou na východ od města Greenwich, hodnota konvergence se vynáší po směru hodinových ručiček.



Obrázek 16: Princip vynášení meridiánové konvergence  $C$

Pro posuzovaný objekt byla pomocí internetové stránky [19] určena zeměpisná délka  $\lambda = 14^{\circ}42'$ . Po dosazení do výrazu (12) meridiánová konvergence se rovná  $C = 7,7^{\circ}$ , hodnota je zaokrouhlena na jedno desetinné místo dle ČSN 73 0581 [20].

## 5.2 Posouzení proslunění

Dle požadavku normy ČSN 73 4301 [21] má být u rodinných domů součet podlahových ploch prosluněných obytných místností roven nejméně jedné polovině součtu podlahových ploch všech obytných místností bytu.

Obytná místnost je část bytu, která je určena k trvalému bydlení a má nejmenší podlahovou plochu  $8 \text{ m}^2$  (kuchyň nejméně  $12 \text{ m}^2$ ), zároveň má zajištěno přímé denní osvětlení, přímé větrání a vytápění s možností regulace tepla) [16].

Podle zadaných dispozic by prakticky každá obytná místnost měla mít okna jenom na sever, což by automaticky vedlo k nesplnění podmínek proslunění vily. Proto byly dispozice upraveny tak, aby tomuto požadavku vyhovovaly. Viz kapitola 6, ve které jsou znázorněny provedené změny.

V následující tabulce jsou uvedeny veškeré obytné místnosti, které se ve vile vyskytují, společně s jejich podlahovou plochou, velikostmi osvětlovacích otvorů a jejich posouzením z hlediska možnosti umístění kontrolních bodů.



Tabulka 5: Obytné místnosti, jejich plochy a možnost umístění KB

Č.	NÁZEV MÍSTNOSTI	S [m <sup>2</sup> ]	S <sub>o</sub> [m <sup>2</sup> ]	posouzení oken*	KB**
2.1	kuchyň	20,1	4,0	≥ 2,0 ale je na sever	-
2.2	jídélna	35,0	6,3	≥ 3,5	KB1
			2,0	≤ 3,5 a je na sever	-
3.1	pracovna	10,6	4,5	≥ 1,1	KB2
3.2	ložnice	24,6	6,3	≥ 2,5 ale je na sever	-
4.1	dětský pokoj	31,2	4,5	≥ 3,1 ale je na sever	-
	s hernou		4,0	≥ 3,1	KB3
4.2	ložnice	12,8	4,0	≥ 1,3 ale je na sever	-
5.1	obývací pokoj	34,9	5,1	≥ 3,5	KB4
	s knihovnou		8,1	≥ 3,5	KB5
PLOCHA CELKEM		169,2	1/2 OBYTNÝCH PLOCH		84,6 m <sup>2</sup>

Vysvětlení k tabulce:

\* plocha okna musí mít nejméně jednu desetinu plochy místnosti, přičemž žádný z rozměrů osvětlovacího otvoru nesmí být menší než 900 mm.

\*\* KB je kritický (kontrolní) bod. Ten se nachází v rovině vnitřního zasklení a je 300 mm nad středem parapetu, však nejméně 1200 mm nad úrovní podlahy. Kontrolním bodem musí procházet sluneční záření, proto je stanoven minimální půdorysný úhel dopadajících slunečních paprsků s rovinou okenního otvoru, který činí 25°. To mimo jiné znamená, že osvětlovací otvor, ve kterém umísťujeme KB, nesmí mít severní orientaci.

Rodinná vila se posuzuje jako rodinný dům. Celková plocha místnosti, ve kterých lze umístit KB, se rovna 111,7 m<sup>2</sup>, což je větší než požadovaná plocha 84,6 m<sup>2</sup>. Prosluněny mohou být celkem čtyři místnosti. Z tabulky je patrné, že samostatně žádná z místnosti svojí plochou nesplní požadavek na proslunění objektu. Abychom zajistili proslunění vily musejí být prosluněny minimálně všechny místnosti s KB kromě pracovny (3.1). Pak by plocha prosluněných ploch činila 101,1 ≥ 84,6 m<sup>2</sup>. Je nutné zkontrolovat,



aby sluneční paprsky dopadaly do každého kontrolního bodu alespoň 90 minut dne 1. března.

V případě místnosti č. 5.1 – stačí aby vyhověl jeden z kontrolních bodů.

### 5.2.1 Posouzení proslunění jídelny (KB1)

Schémata, sluneční diagramy a časy proslunění byly zpracovány pomocí programu Světlo+ [22] (software pro denní osvětlení a oslunění budov).

Jídelna se nachází ve druhém patře. Kontrolní bod je umístěn do okna, které má zhruba jihozápadní orientaci, ve výšce 3,9 m nad referenční úrovní terénu. Na obrázku 17 je znázorněn výsek, ve kterém sluneční paprsky dopadají do kontrolního bodu.



Obrázek 17: Schéma dopadu slunečních paprsků do KB1 (výstup ze Světlo+ [22])

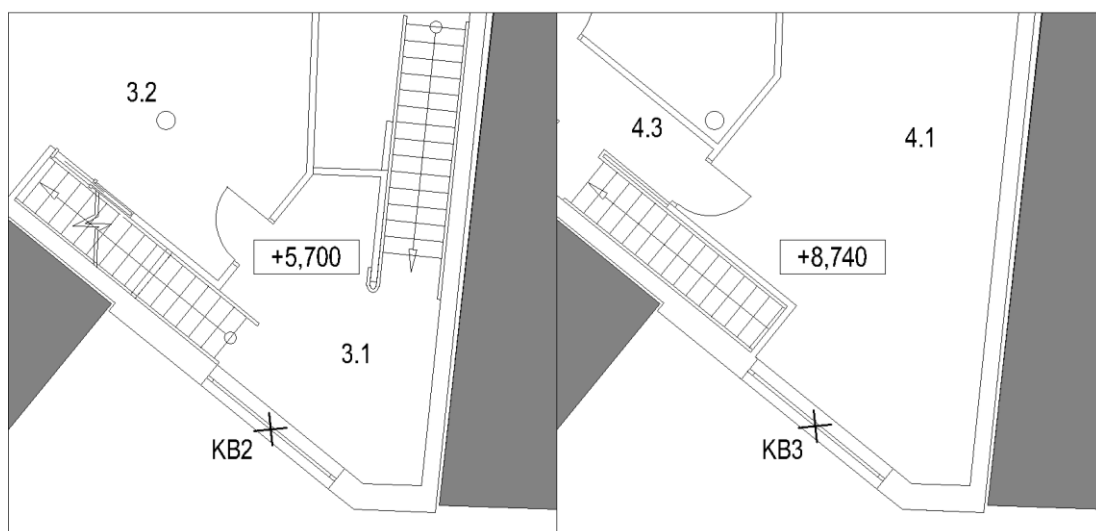
Výpočet byl proveden pro den 1. května. Slunce svítí v intervalu od 10:09 do 14:29, tedy 4 hodiny a 26 minut (pravoúhlý sluneční diagram posuzovaného kontrolního bodu je uveden v příloze 3). V přepočtu



na minuty je to 266 minut, tudíž  $266 \geq 90$  minut – požadovaný čas je splněn. Jídelnu směle lze považovat za prosluněnou.

### 5.2.2 Posouzení pracovní a dětského pokoje (KB2 a KB3)

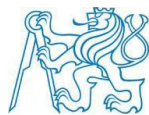
Poloha kontrolních bodů těchto místností je zhruba stejná jako v případě KB1. Obě okna také směřují na jihozápad a jediným rozdílem je jejich výšková poloha, tato okna jsou umístěna výše: KB2 je umístěn v osvětlovacím otvoru pracovní ve třetím patře (6,9 m nad terénem) a KB3 na okně dětského pokoje ve čtvrtém patře (9,9 m). Proto se můžou obě místnosti považovat za prosluněné, jelikož s výškou se podmínky pro dopad slunečního záření pouze zlepší. Pro znázornění polohy oken a kontrolních bodů v nich přidáme zjednodušené výřezy z půdorysů (obr.18).



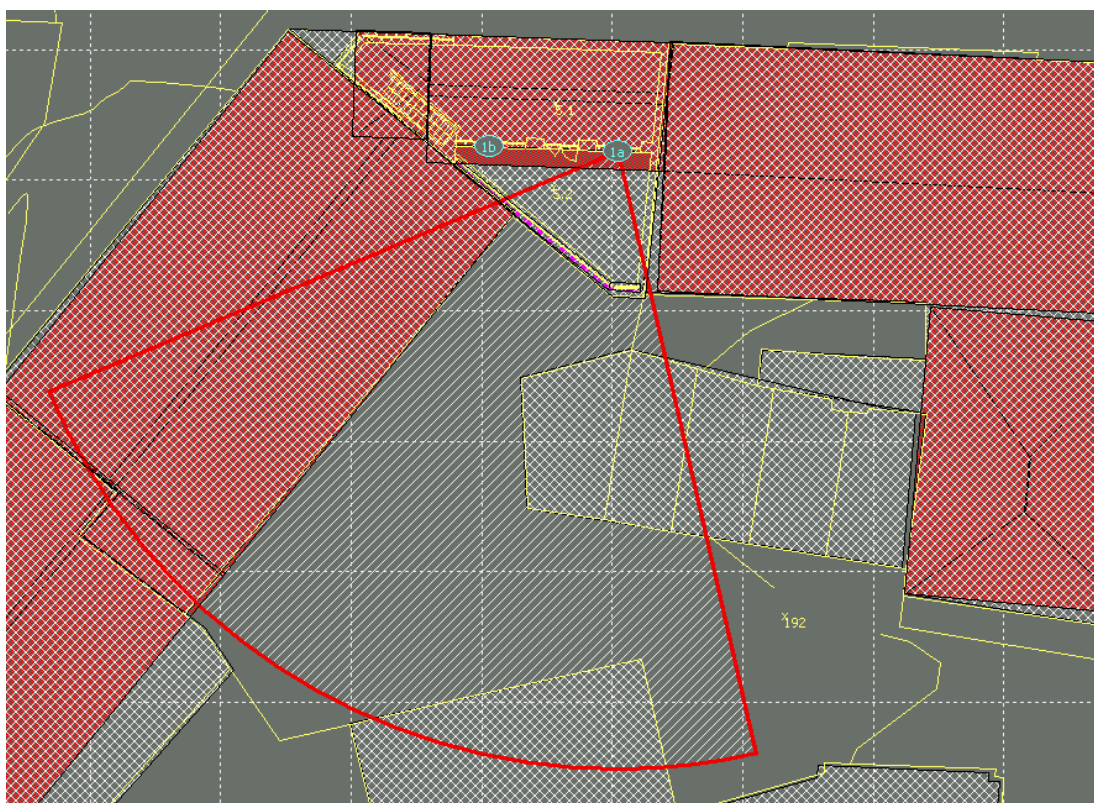
Obrázek 18: Poloha KB2 a KB3

### 5.2.3 Posouzení proslunění obývacího pokoje (KB4)

Obývací pokoj s knihovnou je umístěn v pátém patře, přičemž jeho okna, ve kterých jsou umístěny kontrolní body, jsou na střešní terasu. Výška KB nad terénem je 13,0 m. Prvně se posoudí KB4, který se nachází v menším z oken.



Pro den 1. května dopadají sluneční paprsky do kontrolního bodu od 10:48 do 15:50, což je dohromady 5 hodin a 2 minuty, respektive 302 minut (pravoúhlý sluneční diagram posuzovaného kontrolního bodu je uveden v příloze 3), tudíž  $302 \geq 90$  minut – požadovaný čas je splněn. Není potřeba ověřovat druhé okno na proslunění, jelikož menší z oken zcela pokrývá požadovanou dobu na proslunění. Na obrázku 19 je k vidění výsek, ve kterém sluneční paprsky dopadají do kontrolního bodu.



Obrázek 19: Schéma dopadu slunečních paprsků do KB4 (výstup ze Světlo+ [22])

#### 5.2.4 Celkové hodnocení proslunění rodinné

Podle výše uvedeného lze považovat všechny obytné místnosti, do kterých byly umístěny kontrolní body, za prosluněné. Součet ploch prosluněných obytných místností vily je roven  $111,7 \text{ m}^2$ , což je větší než požadovaná jedna polovina obytných ploch, resp.  $84,6 \text{ m}^2$ .

Rodinná vila v proluce je prosluněna.



### 5.3 Denní osvětlení

Denní osvětlení je kombinací přímých slunečních paprsků a světla rozptýleného v zemské atmosféře. Při hodnocení denního osvětlení je počítáno s rovnoměrně zataženou oblohou v zimě.

Obytné místnosti musí mít zajištěno denní osvětlení v souladu s normovými hodnotami, které jsou uvedené v ČSN 73 0580-1 [23] a ČSN 73 0580-2 [24].

Hlavním požadavkem je zraková pohoda uživatelů budovy. Pod pojmem zraková pohoda je myšlen příjemný fyziologický stav organismu vyvolaný světelným prostředím, které splňuje hygienické limity.

### 5.4 Posouzení denního osvětlení

K posuzování světelného prostředí uvnitř budov se používá činitel denní osvětlenosti  $D$  (%), který je definován jako podíl osvětlenosti v kontrolním bodě  $E$  (lx) a současné horizontální exteriérové osvětlenosti na nezastíněné rovině  $E_h$  (lx).

$$D = \frac{E}{E_h} \cdot 100 \quad (13)$$

Hodnoty činitele denní osvětlenosti  $D$  (%) se zjišťují v kontrolních bodech, které jsou umístěné na srovnávací rovině. V případě rodinné vily je tato rovina ve výšce 0,85 m nad podlahou.

Posouzení obytné místnosti se provádí dle ČSN 73 0580-2 [24]. Pro každou obytnou místnost se stanovují dva kontrolní body, které musí být umístěny do poloviny hloubky místnosti (však maximálně do vzdálenosti 3 m od roviny osvětlovacího otvoru) a 1 m od bočních stěn. Jak už bylo uvedeno dříve, výškově body leží na úrovni srovnávací roviny.





Označí-li se první kontrolní bod jako A a druhý jako B, poté musí platit tato dvě jednoduchá pravidla, aby byly splněny podmínky na denní osvětlení obytné místnosti:

- ⊗ Činitel denní osvětlenosti v obou bodech  $D_A$  a  $D_B \geq 0,7 \%$
- ⊗ Zároveň průměr  $D_A$  a  $D_B \geq 0,9 \%$

V následujících kapitolách bude provedeno posouzení třech nejnejpříznivějších obytných místností z hlediska denního osvětlení a to: jídelnu (2.2), ložnici (3.2) a dětský pokoj s hernou (4.1).

#### 5.4.1 Posouzení jídelny z hlediska denního osvětlení

Nejdřív je potřeba stanovit polohu KB. Jelikož jídelna má velice nepravidelný tvar, přistoupíme k zjednodušení obrysu místnosti. Na obrázku 20 je čárkovanou čarou označena hranice obytné plochy používaná při stanovení činitele denního osvětlení.



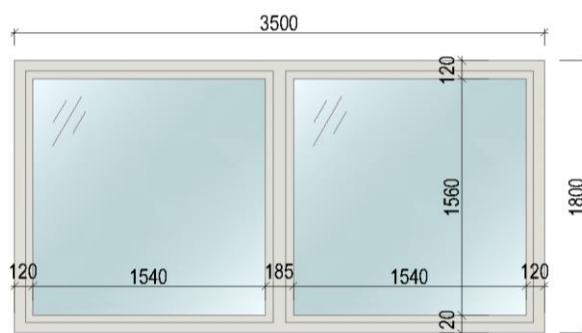
Obrázek 20: Poloha kontrolních bodů v půdorysu jídelny



Hodnoty denního osvětlení v určených kontrolních bodech jsou stanovené pomocí programu Světlo+ [22] (software pro denní osvětlení a oslunění budov).

Pro zadání vstupních údajů je potřeba spočítat některé dílčí veličiny, které následně budou zadané do programu. Je nutno vypočítat činitel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí okna nepropouštějících světlo  $\tau_k$  (-). To znamená, že plochu zasklení vydělíme celkovou plochou okna, dle následující rovnice:

$$\tau_k = \frac{A_s}{A_c} \quad (14)$$



Obrázek 21: Rozměry okna v jídelně

- ⊗  $A_s = 1,54 * 1,56 * 2 = 4,80 \text{ (m}^2\text{)}$
- ⊗  $A_c = 3,50 * 1,80 = 6,30 \text{ (m}^2\text{)}$
- ⊗ Dosazením do vzorce (14) se stanoví  $\tau_k = \frac{4,8}{6,3} = 0,76 \text{ (-)}$ .

Parametry zasklení zadané do softwaru [22]:

- ⊗ Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- ⊗ Počet skel: 1<sup>3</sup>
- ⊗ Druh skla: 0,69 [8]
- ⊗ Činitel vnějšího znečištění: 0,90

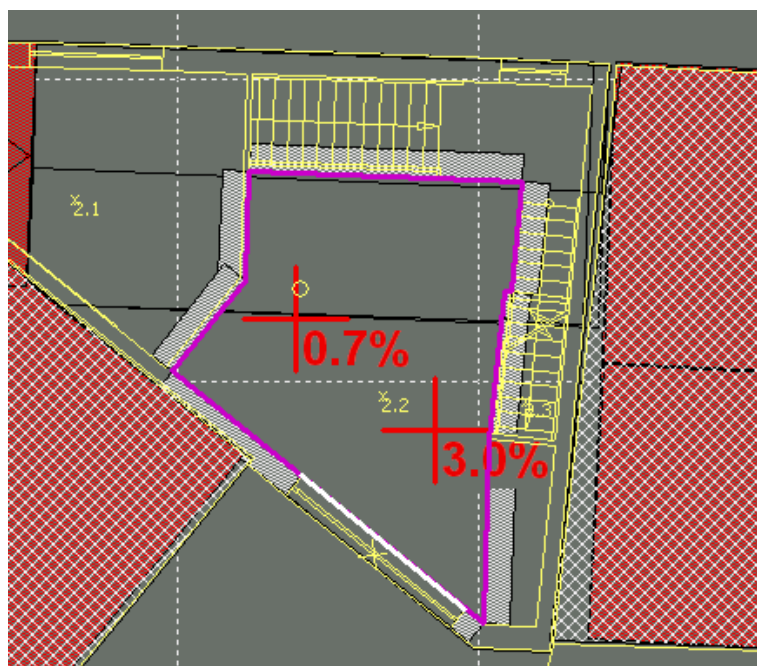
---

<sup>3</sup> Okna jsou zasklená v provedení trojsklo, ale počet skel se uvádí roven jedné, aby program posléze nenásobil 3krát položku „Druh skla“.



- ⊗ Činitel vnitřní znečištění:  $0,95^4$
- ⊗ Poměr čisté plochy zasklení:  $0,76$

Na obrázku 22 lze vidět hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech:



Obrázek 22: Hodnoty  $D$  (%) stanovené pro jídelnu programem [22]

Vyhodnocení:

- ⊗ Činitel denní osvětlenosti  $D_A = 0,7 \geq 0,7 \%$  → OK
- ⊗ Činitel denní osvětlenosti  $D_B = 3,0 \geq 0,7 \%$  → OK
- ⊗ Jejich průměr  $\varnothing D_A$  a  $D_B = 1,85 \geq 0,9 \%$  → OK

Jídelna z hlediska denního osvětlení vyhoví.

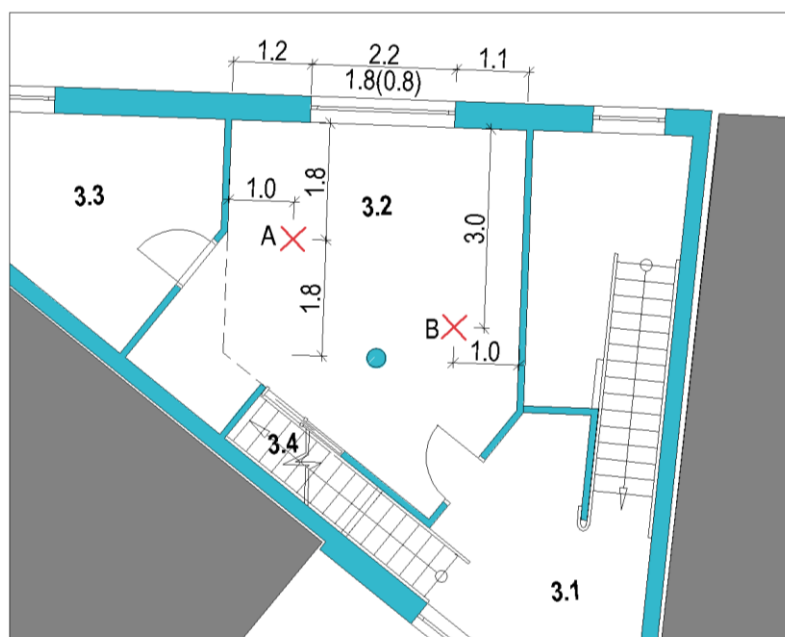
---

<sup>4</sup> Hodnoty činitele vnitřního a vnějšího znečištění, které pro svislý osvětlovací otvor se v praxi využívají nejvíce [26].

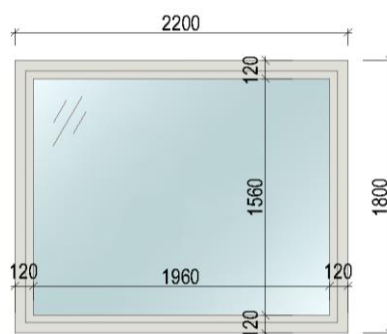


#### 5.4.2 Posouzení ložnice z hlediska denního osvětlení

Určení kontrolních bodů v ložnici (3.2). Na obrázku 23 čárkovanou čarou je označena hranice obytné plochy používaná při stanovení činitele denního osvětlení. v programu Světlo+ [22].



Obrázek 23: Poloha kontrolních bodů v půdorysu ložnice



Obrázek 24: Rozměry okna v ložnici

Výpočet čísel prostupu světla zohledňující vliv konstrukcí okna nepropouštějících světlo  $\tau_k$  (-).

$$\odot A_s = 1,96 * 1,56 = 3,06 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\odot A_c = 2,20 * 1,80 = 3,96 \text{ (m}^2\text{)}$$

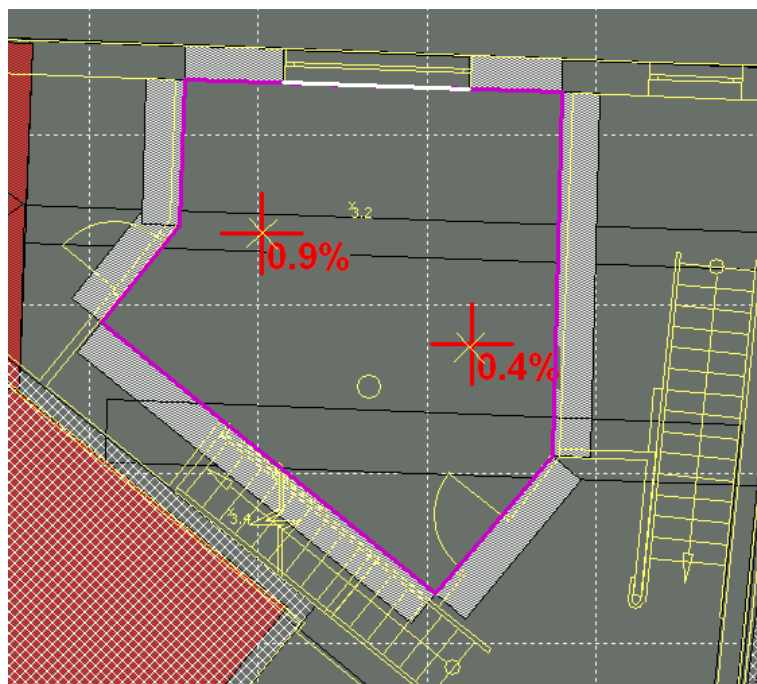
$$\odot \tau_k = \frac{3,06}{3,96} = 0,77 \text{ (-)}$$



Parametry zasklení zadané do softwaru [22]:

- ⚙ Činitel vnitřního odrazu: 0,1
- ⚙ Počet skel: 1
- ⚙ Druh skla: 0,69 [8]
- ⚙ Činitel vnějšího znečištění: 0,90
- ⚙ Činitel vnitřní znečištění: 0,95
- ⚙ Poměr čisté plochy zasklení: 0,77
- ⚙ Směrová propustnost: ano

Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech jsou znázorněny na obrázku 25 :



Obrázek 25: Hodnoty  $D$  (%) v ložnici stanovené programem [22]

Vyhodnocení:

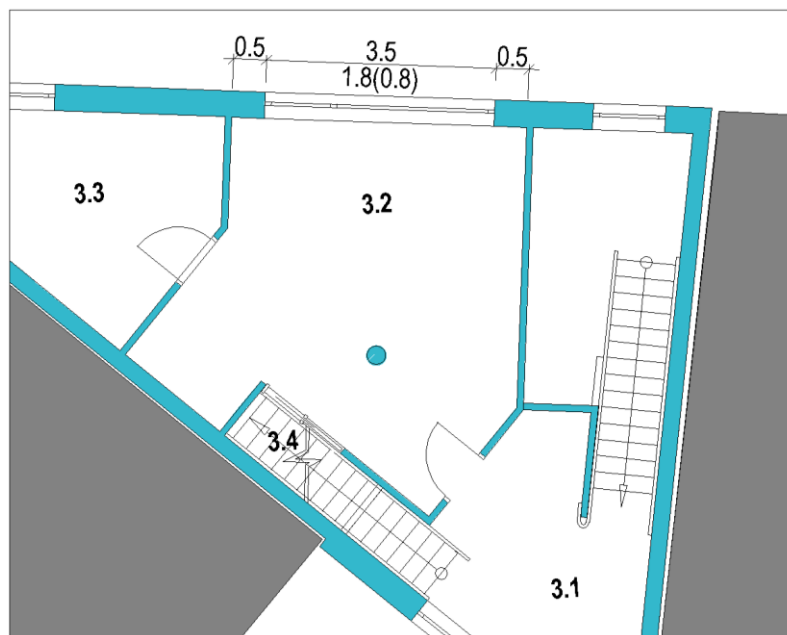
- ⚙ Činitel denní osvětlenosti  $D_A = 0,9 \geq 0,7$  % → OK
- ⚙ Činitel denní osvětlenosti  $D_B = 0,4 \leq 0,7$  % → nevyhovuje
- ⚙ Jejich průměr  $\varnothing D_A$  a  $D_B = 0,65 \leq 0,9$  % → nevyhovuje

Denní osvětlení v ložnici nevyhovuje.

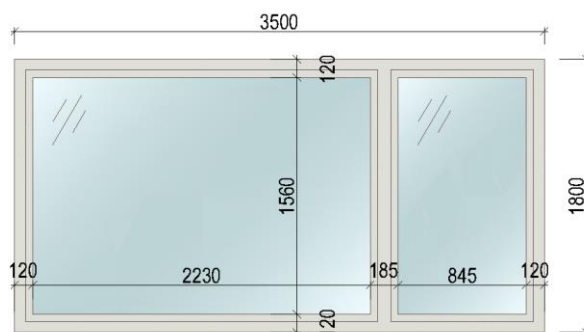


### 5.4.3 Stavební úpravy ložnice

Je nutné provést stavební úpravy místnosti. Úpravy se tykají rozměrů původního okna, zejména zvětšení jeho šířky. Nově navržená šířka okna stanoví 3,5 m. Změny jsou ilustrovány na obrázcích 26–27.



Obrázek 26: Schematický půdorys upravené ložnice



Obrázek 27: Nové okno do ložnice

Výpočet činitele prostupu světla  $\tau_k$  (-):

$$\odot A_s = (2,23 + 0,85) * 1,56 = 4,80 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\odot A_c = 3,50 * 1,80 = 6,30 \text{ (m}^2\text{)}$$

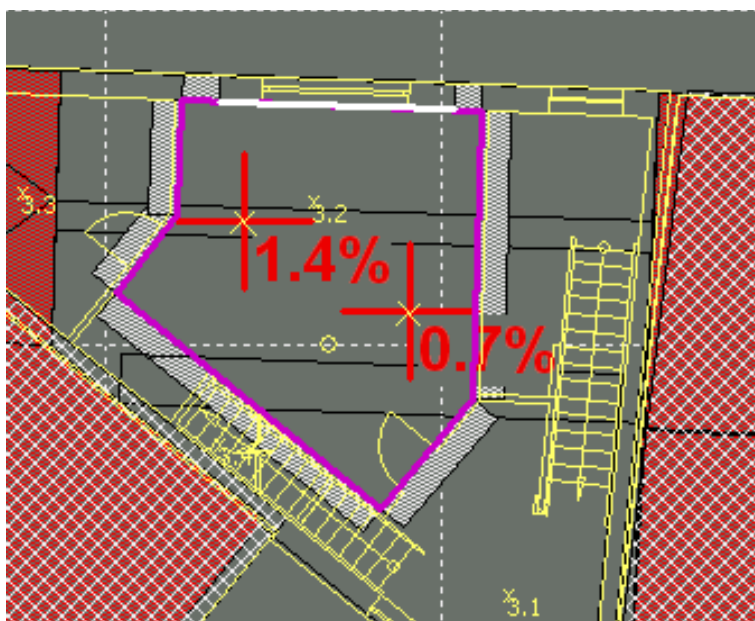
$$\odot \tau_k = \frac{4,8}{6,3} = 0,76 \text{ (-)}$$



Při zadávání parametrů zasklení do softwaru se změnil pouze:

- ⚙ Poměr čisté plochy zasklení: 0,76

Na obrázku 28 jsou hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech:



Obrázek 28: Hodnoty  $D$  (%) v ložnici po úpravě (výstup z programu Světlo+ [22])

Vyhodnocení:

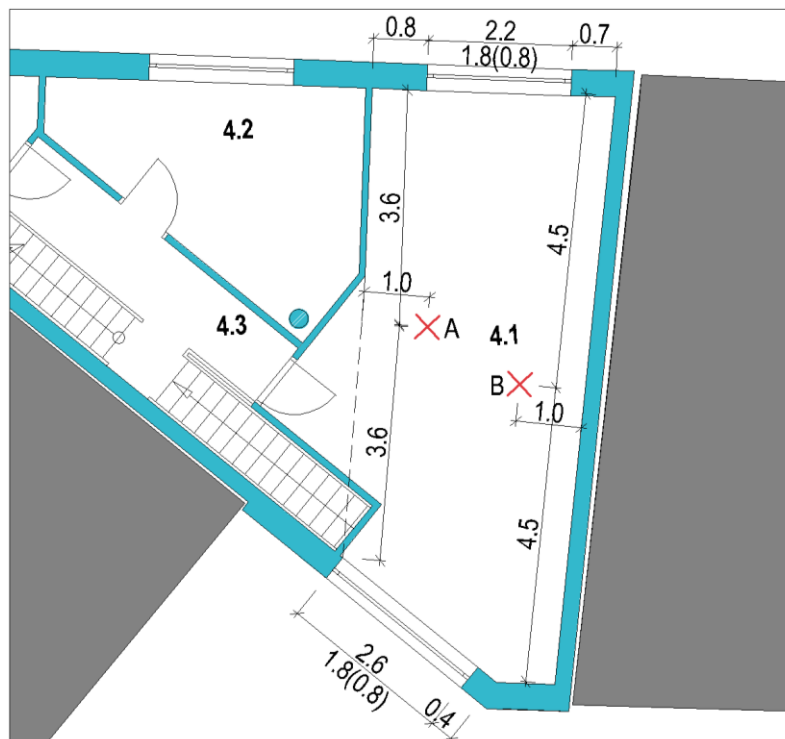
- ⚙ Činitel denní osvětlenosti  $D_A = 1,4 \geq 0,7$  %  $\longrightarrow$  OK
- ⚙ Činitel denní osvětlenosti  $D_B = 0,7 \geq 0,7$  %  $\longrightarrow$  OK
- ⚙ Jejich průměr  $\bar{D}_A$  a  $\bar{D}_B = 1,05 \geq 0,9$  %  $\longrightarrow$  OK

Po provedení úpravy ložnicového okna je ložnice z hlediska denního osvětlení vyhovující.



#### 5.4.4 Posouzení dětského pokoje z hlediska denního osvětlení

V dětském pokoji se nachází dvě okna na protilehlých stranách místnosti. Kontrolní body se pak umísťují do středu místnosti ve vzdálenosti jednoho metru od bočních stěn. Poloha kontrolních bodů je znázorněná na obrázku 29:



Obrázek 29: Poloha KB v dětském pokoji

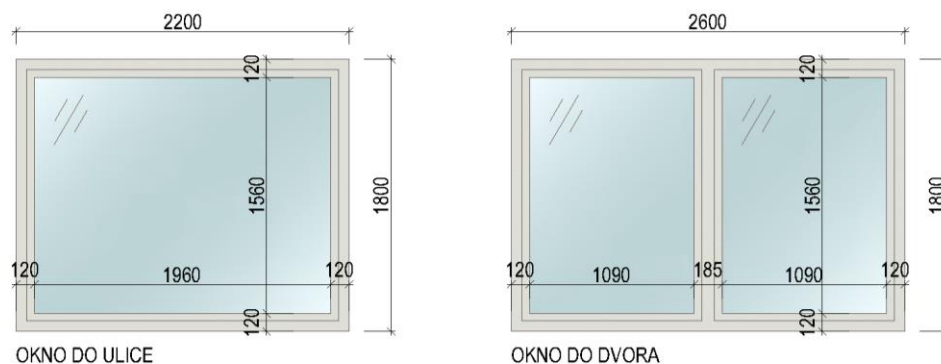
Činitel prostupu světla  $\tau_k$  (-) okna do ulice už je spočítán viz kapitola 5.4.2 a stanoví  $\tau_k = 0,77$ . Výpočet činitel prostupu světla  $\tau_k$  (-) pro okno do dvora:

- ⊗  $A_s = 1,09 * 1,56 * 2 = 3,40 \text{ (m}^2\text{)}$
- ⊗  $A_c = 2,60 * 1,80 = 4,68 \text{ (m}^2\text{)}$
- ⊗  $\tau_k = \frac{3,40}{4,68} = 0,73 \text{ (-)}$

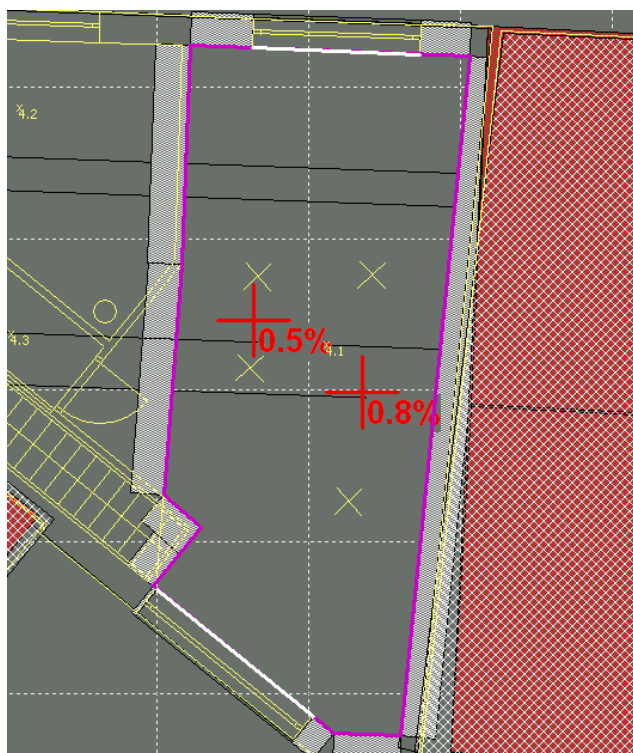




Při zadávání parametrů zasklení do softwaru se změnil pouze poměr čisté plochy zasklení na: 0,77<sup>5</sup> a 0,73<sup>6</sup>.



Obrázek 30: Rozměry oken v dětském pokoji



Obrázek 31: Hodnoty D (%) stanovené v dětském pokoji (výstup z programu Světlo+ [22])

<sup>5</sup> Okno do ulice

<sup>6</sup> Okno do dvora



Vyhodnocení:

- ⊗ Činitel denní osvětlenosti  $D_A = 0,5 \leq 0,7 \%$       —————> nevyhovuje
- ⊗ Činitel denní osvětlenosti  $D_B = 0,8 \geq 0,7 \%$       —————> OK
- ⊗ Jejich průměr  $\varnothing D_A$  a  $D_B = 0,65 \leq 0,9 \%$       —————> nevyhovuje

Dětský pokoj z hlediska denního osvětlení není vyhovující.

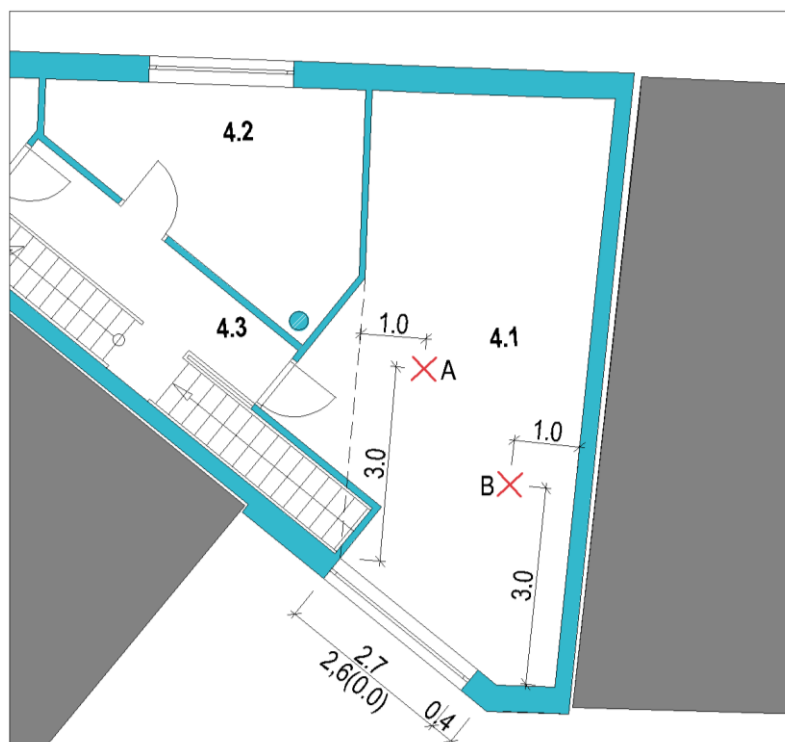
#### 5.4.5 Stavební úpravy dětského pokoje

Je nezbytné provést stavební úpravy místnosti. Nabízejí se dvě varianty:

- ⊗ Ponechat pouze jedno okno do dvora a tím zkrátit vzdálenost od osvětlovacího otvoru ke KB.
- ⊗ Zvětšit obě okna, tak aby vyhověly požadavkům na denní osvětlení.

##### 5.4.5.1 Varianta 1

Stavební úpravy se tykají zrušení okna do ulice a zároveň zvětšení rozměrů původního okna do dvora. Změní se i poloha kontrolních bodů.



Obrázek 32: Návrh změn dětského pokoje – varianta 1

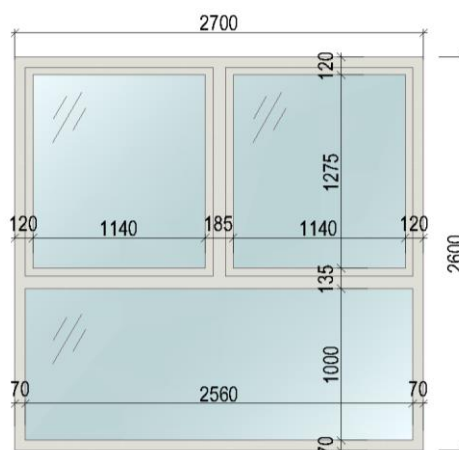


Výpočet činitele prostupu světla  $\tau_k$  (-):

$$\odot A_s = 1,14 * 1,27 * 2 + 2,56 * 1,00 = 5,46 \text{ (m}^2\text{)}$$

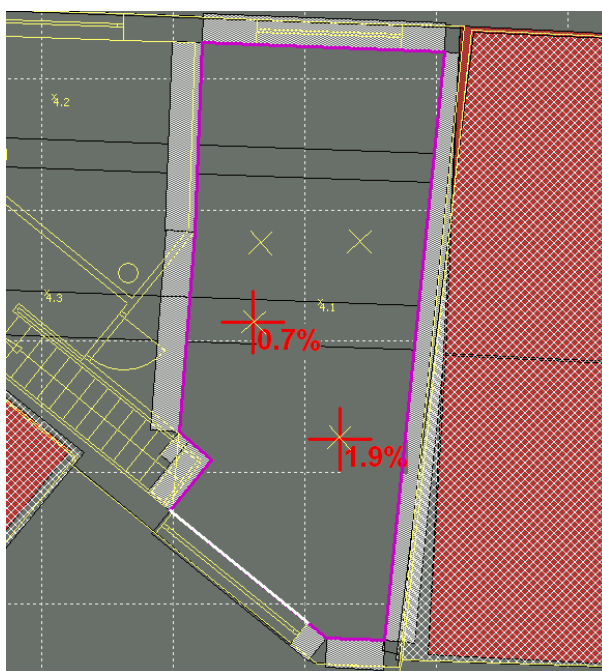
$$\odot A_c = 2,70 * 2,60 = 7,02 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\odot \tau_k = \frac{5,46}{7,02} = 0,78 \text{ (-)}$$



Obrázek 33: Nové okno do dětského pokoje – varianta 1

Při zadávání parametrů zasklení do softwaru [22] změnil se pouze poměr čisté plochy zasklení okna na 0,78. Obrázek 34 znázorňuje výstup z programu :



Obrázek 34: Hodnoty D (%) v dětském pokoji – pro úpravu varianty 1 (výstup z programu Světlo+ [22])



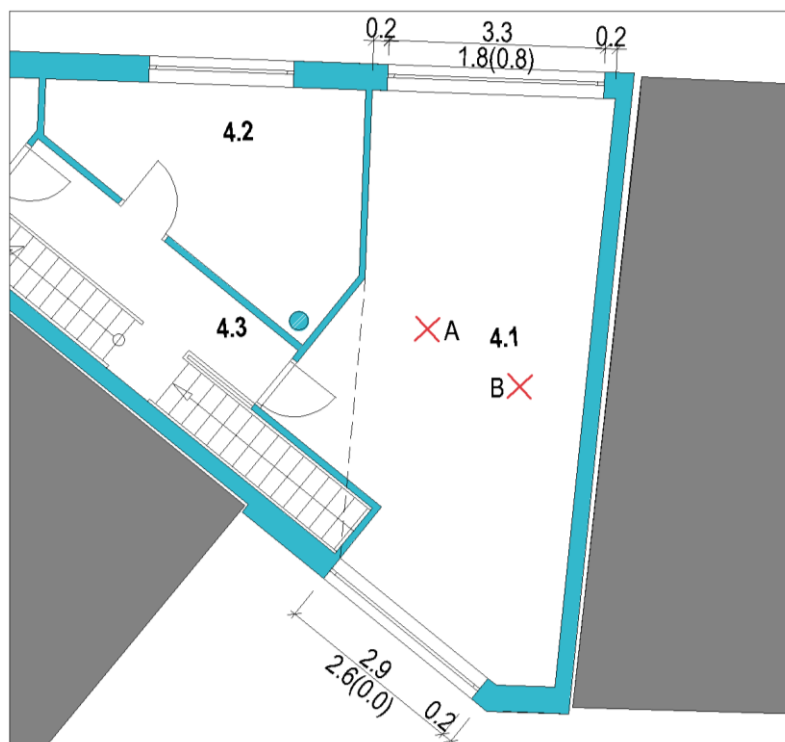
Vyhodnocení:

- ☼ Činitel denní osvětlenosti  $D_A = 0,7 \geq 0,7 \%$  → OK
- ☼ Činitel denní osvětlenosti  $D_B = 1,9 \geq 0,7 \%$  → OK
- ☼ Jejich průměr  $\varnothing D_A$  a  $D_B = 2,6 \geq 0,9 \%$  → OK

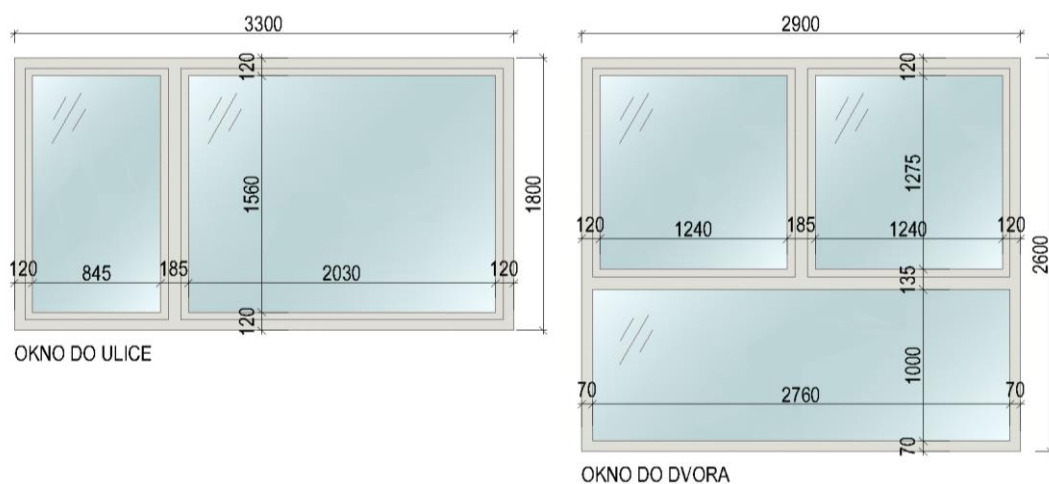
Po provedené úpravě dětský pokoj z hlediska denního osvětlení vyhoví.

#### 5.4.5.2 Varianta 2

Zůstanou-li obě okna proti sobě, zůstanou KB na původních místech jako původně. Nicméně aby bylo zajištěno denní osvětlení místnosti musí být okna podstatně zvětšena. Na obrázcích 35 a 36 jsou znázorněny změny:



Obrázek 35: Úprava dětského pokoje – varianta 2



Obrázek 36: Nová okna do dětského pokoje – varianta 2

Výpočet činitele prostupu světla  $\tau_k$  (-) – okno do ulice:

$$\odot A_s = (0,84 + 2,03) * 1,56 = 4,48 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\odot A_c = 3,30 * 1,80 = 5,94 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\odot \tau_k = \frac{4,48}{5,94} = 0,75 \text{ (-)}$$

Výpočet činitele prostupu světla  $\tau_k$  (-) – okno do dvora:

$$\odot A_s = 1,24 * 1,27 * 2 + 2,76 * 1,00 = 5,91 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\odot A_c = 2,90 * 2,60 = 7,54 \text{ (m}^2\text{)}$$

$$\odot \tau_k = \frac{5,91}{7,54} = 0,78 \text{ (-)}$$

Při zadávání parametrů zasklení do softwaru [22] se změní pouze:

$$\odot \text{ Poměr čisté plochy zasklení: } 0,75^7 \text{ a } 0,78^8$$

Hodnoty činitele denní osvětlenosti v kontrolních bodech:

<sup>7</sup> Okno do ulice

<sup>8</sup> Okno do dvora



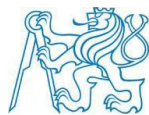
Obrázek 37: Hodnoty  $D$  (%) v dětském pokojí – pro úpravu varianty 2 (výstup z programu Světlo+ [22])

Vyhodnocení:

- |   |   |    |
|---|---|----|
| ⊗ Činitel denní osvětlenosti $D_A = 0,7 \geq 0,7 \%$        | → | OK |
| ⊗ Činitel denní osvětlenosti $D_B = 1,1 \geq 0,7 \%$        | → | OK |
| ⊗ Jejich průměr $\varnothing D_A$ a $D_B = 0,9 \geq 0,9 \%$ | → | OK |

Po provedené úpravě dětský pokoj z hlediska denního osvětlení vyhoví.

Ze dvou představených variant stavebních úprav místnosti byla za vhodnější zvolena první varianta úpravy, a to zejména proto, že je méně náročná na provedení a zároveň nabízí větší variabilitu pro využití daného pokoje.



## 6. Provedené úpravy

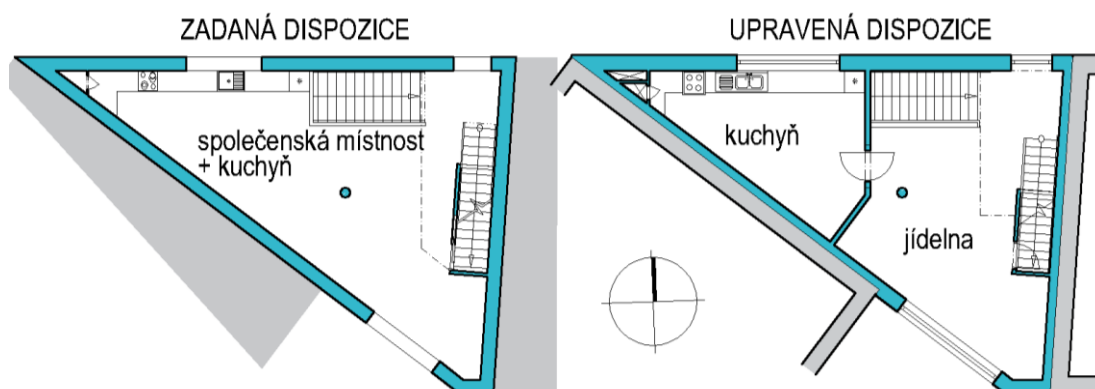
Tato kapitola je věnovaná všem změnám a úpravám, ke kterým došlo, jejich opodstatnění a porovnání s původně zadanými dispozicemi. Některá patra se výrazně neměnila, proto zde uvedeny nebudou.

### 6.1 Úprava 2.NP

Hlavní změnou oproti původnímu návrhu je rozdělení jednoho velkého společenského prostoru 2.NP na dvě menší místnosti: kuchyň a jídelnu. Tato úprava se musela provést především proto, aby se povedlo zajistit proslunění vily. V případě zadané dispozice velikost osvětlovacího otvoru, do kterého by bylo možné kontrolní bod umístit, nedosahuje 1/10 celkové podlahové plochy místnosti.

Kromě toho, jak je patrné z obrázku, v levém rohu budovy byla ke shozu prádla přidána instalační šachta, která se předtím nikde nevyskytovala.

Celkem jsou nově navržena větší okna podle potřeb denního osvětlení.



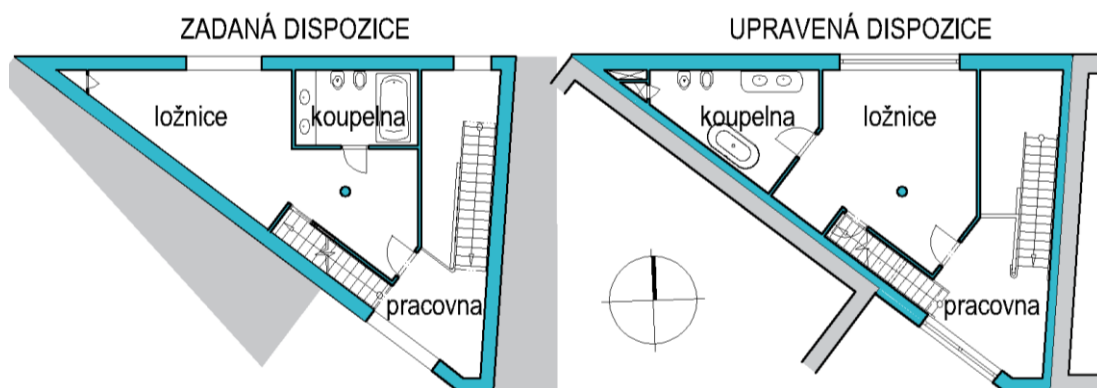
Obrázek 38: Porovnání půdorysů 2.NP před i po úpravě

### 6.2 Úprava 3.NP

V případě 3.NP se změna týká posunu koupelny do rohu budovy, kde se nachází instalační šachta, která zajistí napojení zařizovacích předmětů koupelny na kanalizačním potrubí.



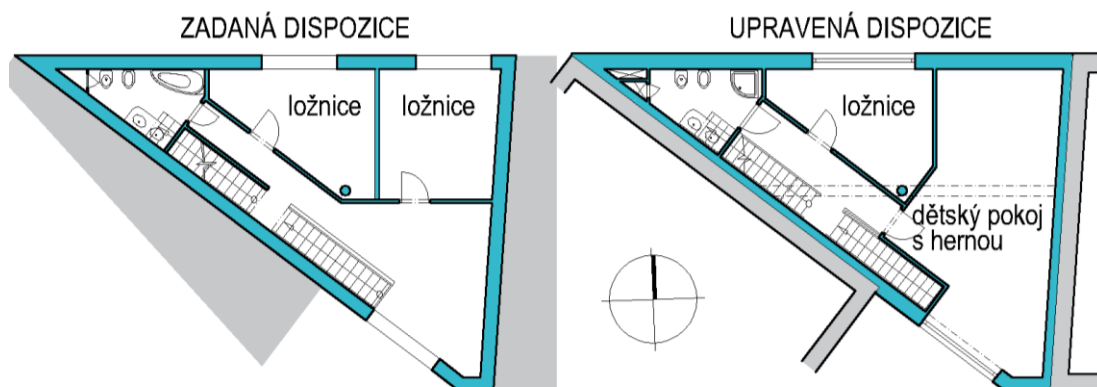
Je zvětšena pracovna (místnost mezi schodišti) opět z důvodu zvětšení plochy prosluněných obytných místností a také pro lepší využití prostoru, který byl předtím ponechán jako prostup ve stropní desce.



Obrázek 39: Porovnaní půdorysů 3.NP před i po úpravě

Opět se provedlo rozšíření oken podle potřeb denního osvětlení. Jelikož menší okno v pravém horním rohu bylo celkem výškově nepřístupné, došlo k jeho zrušení z provozních důvodů.

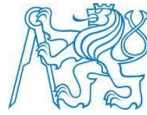
### 6.3 Úprava 4.NP



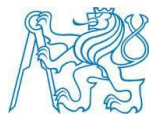
Obrázek 40: Porovnaní půdorysů 4.NP před i po úpravě

Kvůli severní orientaci nebyla žádná z ložnic prosluněna. Proto se jedna musela propojit s jižní stranou budovy. Tím vznikl nový velký pokoj, který v sobě pojí zároveň dvě funkce: velkou hernu pro děti a ložnici.





Též byl přidán průvlak pod nosnou stěnu v 5.NP, protože původně zamýšlený skrytý průvlak by se do stropní desky tloušťky jenom 180 mm nevešel.



## Závěr

V bakalářské práci byl proveden kompletní návrh a následní posouzení budovy rodinné vily z hlediska tepelné ochrany, akustiky, proslunění a denního osvětlení.

Nejprve byly představeny navržené materiály a konstrukce, včetně předběžného statického ověření nosných konstrukcí. Poté byla posouzena obálka budovy a jednotlivé dělicí konstrukce z hlediska jednorozměrného šíření tepla.

V dalším kroku byla řešena akustika, zejména šíření kročejového hluku objektem a posouzení stropu nad nejhlučnější místnosti na efektivnost útlumu kročejového zvuku.

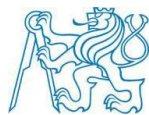
Dále bylo provedeno posouzení rodinné vily z hlediska proslunění. U vybraných obytných místností bylo prověřeno denní osvětlení. Posuzovány byly jídelna, ložnice a dětský pokoj s hernou. Pro provedení posouzení byla připravena situace stínících objektů. V případě nevyhovujícího stavu byly provedeny vhodná stavební opatření.

Cílem vypracování práce byl návrh materiálů a konstrukcí tak, aby pohromadě zajistily jednotný a funkční systém vyhovující požadavkům pro obytné budovy. Vila jako celek vyhověla ve všech stavebně technických parametrech. Důležitým přínosem pro mě byla zkušenost komplexního návrhu stavebního objektu s ohledem na různé aspekty jako proveditelnost, bezpečnost při užívání, funkčnost a v neposlední řadě i její architektonický výraz.



## Literatura

- [1] Institut plánování a rozvoje hlavního města Prahy, „Geoportal Praha“ [Online]. Dostupné z: <http://www.geoportalpraha.cz>. [Přístup získán 14 května 2018].
- [2] Česká geologická služba, „Mapová aplikace, verze 1B.2,“ [Online]. Dostupné z: <http://www.geology.cz>.
- [3] Strnad, J. a Kulhánek, F. *Plošné zakládání při rekonstrukcích a výstavbách objektů v prolukách* [Článek]. 2017.
- [4] Vrátný, O., Tipka, M. a Vašková, J. *Základní typy betonových konstrukcí*, 2012. [Studijní pomůcka online]. Dostupné z: [http://people.fsv.cvut.cz/~tipkamar/granty\\_soubory/FRVS\\_2012/zaklad\\_typy\\_bet\\_konstr.pdf](http://people.fsv.cvut.cz/~tipkamar/granty_soubory/FRVS_2012/zaklad_typy_bet_konstr.pdf).
- [5] Kolektiv autorů katedry K133 ČVUT v Praze, „PŘEDBĚŽNÝ STATICKÝ VÝPOČET - vzor,“ 2015. [Studijní pomůcka online]. Dostupné z: [http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/predbezny\\_SV\\_celek.pdf](http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/predbezny_SV_celek.pdf)
- [6] ČSN EN 1992-1-1, *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*, 2006.
- [7] ČSN 73 4130, *Schodiště a šikmé rampy – základní požadavky*, 2010.
- [8] Window Holding a.s., *ALU DESIGN - prohlášení o vlastnostech*, Lázně Toušeň, 2013.
- [9] Svoboda software, *Teplo 2017 EDU*, K-CAD s.r.o..
- [10] Kaňka, J. a Svoboda, Z. *Stavební fyzika 31*, Praha: ČVUT, 2004, ISBN 80-01-02861-5.
- [11] ČSN 73 0540-2, *Tepelná ochrana budov - Část 2: Požadavky*, 2011.
- [12] Štajer, S. *Systémový návrh a realizace inverzních plochých střech s drenážně*, [Článek z konference IZOLACE 2012], 2012.
- [13] Sbírka zákonů č. 268/2009, „vyhláška o technických požadavcích na stavby,“ 2009.



- [14] ČSN 73 0532, *Akustika - Ochrana proti hluku v budovách a posuzování akustických vlastností stavebních výrobků - Požadavky*, 2010.
- [15] Svoboda software, *Neprůzvučnost 2010*, K-CAD spol. s.r.o.
- [16] Vyhláška č. 268/2009 Sb., *Vyhláška o technických požadavcích na stavby*, 2009.
- [17] Schöck Wittek s.r.o., „Schöck Bauteile GmbH,“ 2018. [Online]. Dostupné z: <https://www.schoeck-wittek.cz>.
- [18] Vychytil, J. a Kaňka, J. *Stavební světelná technika - Přednášky*, Praha: CVUT Praha, 2016, ISBN 978-80-01-06060-5.
- [19] „MAPSZOOM,“ [Online]. Dostupné z: <https://mapszoom.com>. [Přístup získán 2 Květen 2018].
- [20] ČSN 73 0581, *Oslunění budov a venkovních prostor - Metoda stanovení hodnot*, 2009.
- [21] ČSN 73 4301, *Obytné budovy*, 2004.
- [22] JpSoft s.r.o., *SVĚTLO+ program pro posouzení oslunění a denního osvětlení*, Praha.
- [23] ČSN 73 0580-1, *Denní osvětlení budov - Část 1: Základní požadavky*, 2007.
- [24] ČSN 73 0580-2, *Denní osvětlení budov - Část 2: Denní osvětlení obytných budov*, 2007.
- [25] Vychytil, J. *Stavební světelná technika - cvičení*, Praha: Česká technika, 2015, ISBN 978-80-01-058-58-9.



## Přílohy

1.	Tepelná technika – výstupy z programu Teplo EDU .....	- 2 -
1.1	Tepelně technické posouzení – skladba soklu .....	- 2 -
1.2	Tepelně technické posouzení – skladba dvouplášťové obvodové stěny.....	- 2 -
1.3	Tepelně technické posouzení – obvodová stěna na terasu.....	- 8 -
1.4	Tepelně technické posouzení – skladba střešní terasy.....	- 11 -
1.5	Tepelně technické posouzení – skladba střechy.....	- 14 -
1.6	Tepelně technické posouzení – skladba podlahy na zemině.....	- 17 -
2.	Výpočet kročejové neprůzvučnosti – strop nad garáží .....	- 17 -
3.	Proslunění – výstupy z programu Světlo+ .....	- 21 -
3.1	Pravoúhlý sluneční diagram pro jídelnu .....	- 21 -
3.2	Pravoúhlý sluneční diagram pro obývací pokoj.....	- 22 -
4.	Charakteristiky oken – technický list od výrobce.....	- 23 -
5.	Výkresová dokumentace .....	-viz samostatné desky-



## 1. Tepelná technika – výstupy z programu Teplo EDU

### 1.1 Tepelně technické posouzení – skladba soklu

## 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 : **Skladba soklu**  
Zpracovatel : Valentyna Demerza  
Zakázka : BP  
Datum : 30.04.2018

### 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	weber štuková	0,0050	0,4900	850,0	1400,0	20,0	0.0000
2	Železobeton 2	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	Fatrafol 804	0,0015	0,3500	1470,0	1310,0	19300,0	0.0000
4	weber.therm te	0,0040	0,8000	900,0	1380,0	30,0	0.0000
5	BASF Styrodur	0,1400	0,0330	2060,0	33,0	80,0	0.0000
6	weber.therm te	0,0040	0,8000	900,0	1380,0	30,0	0.0000
7	weber.pas marm	0,0050	0,8000	920,0	1600,0	96,0	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	weber štuková stěrka 3803	---
2	Železobeton 2	---
3	Fatrafol 804	---
4	weber.therm technik - lepicí a stěrková hmota	---
5	BASF Styrodur 3035 CS tl.100-160 mm	---
6	weber.therm technik - lepicí a stěrková hmota	---
7	weber.pas marmolit - dekorativní omítka	---

#### 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 : 16.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 58.7 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	16.0	71.9	1306.6	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	16.0	74.8	1359.3	-0.9	80.8	457.9



3	31	744	16.0	76.8	1395.7	3.0	79.5	602.1
4	30	720	17.0	74.7	1446.7	7.7	77.5	814.1
5	31	744	19.0	71.1	1561.5	12.7	74.5	1093.5
6	30	720	20.0	71.1	1661.6	15.9	72.0	1300.1
7	31	744	21.0	69.2	1720.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	744	21.0	68.5	1702.6	17.0	70.9	1373.1
9	30	720	20.0	67.9	1586.8	13.3	74.1	1131.2
10	31	744	19.0	66.9	1469.2	8.3	77.1	843.7
11	30	720	17.0	72.4	1402.1	2.9	79.5	597.9
12	31	744	16.0	75.4	1370.2	-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, RH<sub>e</sub> 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 %  
Počet hodnocených let : 1

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 4.400 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.219 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.24 / 0.27 / 0.32 / 0.42 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> : 2.5E+0011 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 263.7  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 10.1 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> : 14.45 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.947

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,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f <sub>Rsi,m</sub>			
1	14.3	0.910	10.9	0.725	15.0	0.947	76.6
2	15.0	0.938	11.5	0.736	15.1	0.947	79.2
3	15.4	0.951	11.9	0.687	15.3	0.947	80.3
4	15.9	0.884	12.5	0.514	16.5	0.947	77.1
5	17.1	0.702	13.6	0.150	18.7	0.947	72.6
6	18.1	0.539	14.6	-----	19.8	0.947	72.1
7	18.7	0.331	15.1	-----	20.8	0.947	70.0
8	18.5	0.374	15.0	-----	20.8	0.947	69.4
9	17.4	0.609	13.9	0.089	19.6	0.947	69.4
10	16.2	0.735	12.7	0.413	18.4	0.947	69.3
11	15.4	0.889	12.0	0.646	16.2	0.947	75.9
12	15.1	0.944	11.7	0.738	15.1	0.947	79.8

### 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:

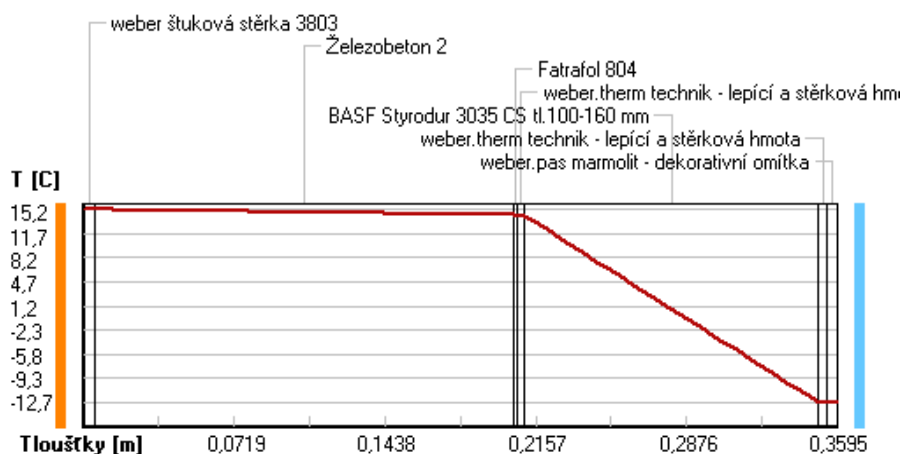
rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	e
theta [C]:	15.2	15.1	14.3	14.3	14.2	-12.7	-12.7	-12.7
p [Pa]:	1067	1065	953	396	393	178	176	166
p <sub>sat</sub> [Pa]:	1724	1717	1630	1627	1624	204	203	203

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



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 3.851E-0009 kg/(m2.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	weber štuková	---	123	242	---	---
2	Železobeton 2	---	123	242	---	---
3	Fatrafol 804	---	123	242	---	---
4	weber.therm te	304	61	---	---	---
5	BASF Styrodur	---	---	244	121	---
6	weber.therm te	---	---	244	121	---
7	weber.pas marm	---	---	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.**

Teplot 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software





## 1.2 Tepelně technické posouzení – skladba dvouplášťové obvodové stěny

### 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 : **Skladba dvouplášťové obvodové stěny**  
Zpracovatel : Valentyna Demerza  
Zakázka : BP  
Datum : 21.04.2018

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější dvouplášťová  
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	weber štuková	0,0050	0,4900	850,0	1400,0	20,0	0.0000
2	Železobeton 2	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	Isover Fassil	0,1800	0,0350	800,0	50,0	1,0	0.0000
4	Tyvek Soft	0,0002	0,3500	1470,0	330,0	111,0	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	weber štuková stěrka 3803	---
2	Železobeton 2	---
3	Isover Fassil	---
4	Tyvek Soft	---

#### 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 : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.13 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 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	21.0	43.1	1071.3	-2.4	81.2	406.1
2	28 672	21.0	45.1	1121.0	-0.9	80.8	457.9
3	31 744	21.0	48.3	1200.5	3.0	79.5	602.1
4	30 720	21.0	52.7	1309.9	7.7	77.5	814.1
5	31 744	21.0	59.5	1478.9	12.7	74.5	1093.5
6	30 720	21.0	65.0	1615.6	15.9	72.0	1300.1
7	31 744	21.0	67.9	1687.7	17.5	70.4	1407.2



8	31	744	21.0	66.9	1662.9	17.0	70.9	1373.1
9	30	720	21.0	60.5	1503.8	13.3	74.1	1131.2
10	31	744	21.0	53.3	1324.8	8.3	77.1	843.7
11	30	720	21.0	48.2	1198.1	2.9	79.5	597.9
12	31	744	21.0	45.6	1133.4	-0.6	80.7	468.9

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).

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

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.181 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 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> : 3.2E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 312.2

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* 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<sub>si,p</sub> : 19.50 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.956

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	11.3	0.586	8.0	0.444	20.0	0.956	45.9
2	12.0	0.589	8.7	0.436	20.0	0.956	47.9
3	13.0	0.558	9.7	0.371	20.2	0.956	50.7
4	14.4	0.502	11.0	0.246	20.4	0.956	54.6
5	16.3	0.430	12.8	0.014	20.6	0.956	60.9
6	17.7	0.346	14.2	-----	20.8	0.956	65.9
7	18.4	0.245	14.8	-----	20.8	0.956	68.5
8	18.1	0.280	14.6	-----	20.8	0.956	67.6
9	16.5	0.419	13.1	-----	20.7	0.956	61.8
10	14.6	0.492	11.1	0.224	20.4	0.956	55.2
11	13.0	0.558	9.6	0.372	20.2	0.956	50.6
12	12.2	0.591	8.8	0.436	20.0	0.956	48.4

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

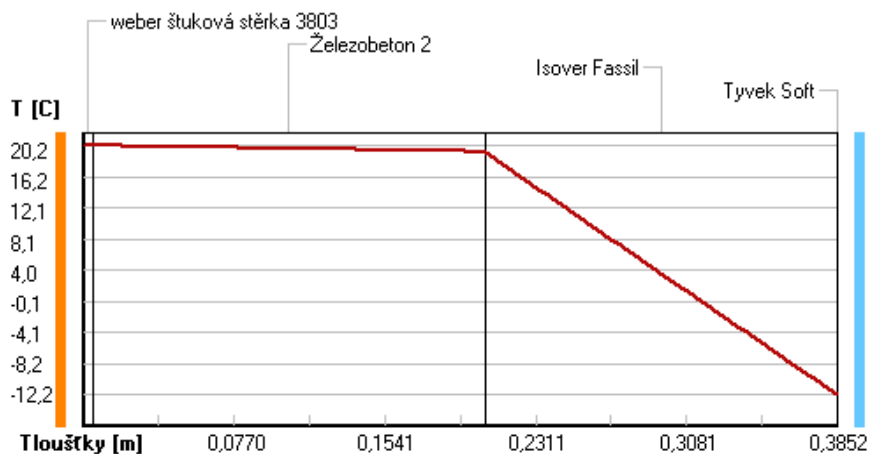
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.2	20.1	19.4	-12.2	-12.2
p [Pa]:	1367	1347	206	170	166
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2366	2357	2246	213	213

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



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 3.937E-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.

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

Číslo	Název	Trvání příslušné relativní vlhkosti v materiálu ve dnech za rok				
		pod 60%	60-70%	70-80%	80-90%	nad 90%
1	weber štuková	212	153	---	---	---
2	Železobeton 2	212	153	---	---	---
3	Isover Fassil	---	---	365	---	---
4	Tyvek Soft	---	---	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.**

Teplu 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software



### 1.3 Tepelně technické posouzení – skladba obvodové stěny na terasu

## 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 : **Skladba obvodové stěny na terasu**

Zpracovatel : Valentyna Demerza  
Zakázka : BP  
Datum : 30.04.2018

#### 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	weber štuková	0,0050	0,4900	850,0	1400,0	20,0	0.0000
2	Železobeton 2	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	weber.therm te	0,0040	0,8000	900,0	1380,0	30,0	0.0000
4	Isover NF 333	0,1800	0,0410	800,0	88,0	1,0	0.0000
5	weber.therm te	0,0040	0,8000	900,0	1380,0	30,0	0.0000
6	weber.pas sili	0,0050	0,7500	920,0	1600,0	80,0	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	weber štuková stěrka 3803	---
2	Železobeton 2	---
3	weber.therm technik - lepicí a stěrková hmota	---
4	Isover NF 333	---
5	weber.therm technik - lepicí a stěrková hmota	---
6	weber.pas silikon - silikonová omítka	---

#### 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 : 21.0 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	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	672	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	744	21.0	57.5	1429.2	3.0	79.5	602.1
4	30	720	21.0	59.3	1473.9	7.7	77.5	814.1
5	31	744	21.0	63.4	1575.9	12.7	74.5	1093.5
6	30	720	21.0	67.2	1670.3	15.9	72.0	1300.1
7	31	744	21.0	69.2	1720.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	744	21.0	68.5	1702.6	17.0	70.9	1373.1
9	30	720	21.0	64.1	1593.3	13.3	74.1	1131.2
10	31	744	21.0	59.7	1483.9	8.3	77.1	843.7
11	30	720	21.0	57.5	1429.2	2.9	79.5	597.9
12	31	744	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

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

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Počet hodnocených let : 1

### VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 4.544 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.212 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.23 / 0.26 / 0.31 / 0.41 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> : 3.6E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 282.2  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 10.8 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> : 19.24 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.948  
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% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	14.7	0.732	11.3	0.586	19.8	0.948	58.1
2	15.3	0.741	11.9	0.584	19.9	0.948	60.1
3	15.7	0.707	12.3	0.516	20.1	0.948	60.9
4	16.2	0.640	12.8	0.381	20.3	0.948	61.9
5	17.3	0.550	13.8	0.131	20.6	0.948	65.1
6	18.2	0.449	14.7	-----	20.7	0.948	68.3
7	18.7	0.331	15.1	-----	20.8	0.948	70.0
8	18.5	0.374	15.0	-----	20.8	0.948	69.4
9	17.4	0.538	14.0	0.085	20.6	0.948	65.7
10	16.3	0.632	12.9	0.360	20.3	0.948	62.2
11	15.7	0.709	12.3	0.519	20.1	0.948	60.9
12	15.5	0.743	12.0	0.585	19.9	0.948	60.5



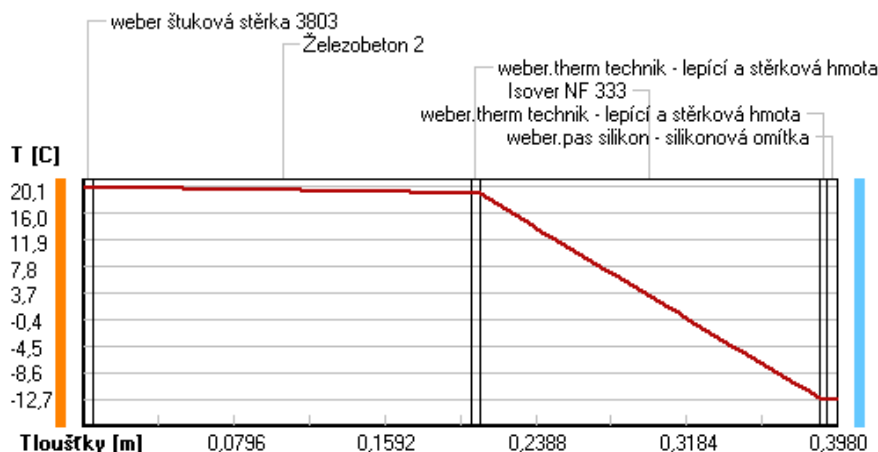
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.1	20.0	19.1	19.0	-12.6	-12.7	-12.7
p [Pa]:	1367	1349	313	291	259	238	166
p,sat [Pa]:	2346	2335	2207	2202	205	204	203

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



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	Hranice kondenzační zóny pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.3890	0.3890	2.269E-0008

#### Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0274 kg/(m2.rok)**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **3.5919 kg/(m2.rok)**

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

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

Roční cyklus č. 1

**V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.**

**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	weber štuková	151	214	---	---	---
2	Železobeton 2	151	214	---	---	---
3	weber.therm te	365	---	---	---	---
4	Isover NF 333	---	---	153	122	90
5	weber.therm te	---	---	153	122	90
6	weber.pas sili	---	---	184	150	31

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.

Teplota 2017 EDU, (c) 2017 Svoboda Software



## 1.4 Tepelně technické posouzení – skladba střešní terasy

### 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 : **Střecha – terasa**

Zpracovatel : Valentyna Demerza

Zakázka : BP

Datum : 04.05.2018

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednovrstevná

Korekce součinitele prostupu dU : 0.005 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	weber štuková	0,0050	0,4900	850,0	1400,0	20,0	0.0000
2	Železobeton 2	0,1800	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	Poriment WS	0,0400	0,1700	840,0	700,0	15,0	0.0000
4	Fatrafol 817	0,0015	0,3500	1470,0	1400,0	15800,0	0.0000
5	BASF Styrodur	0,2200	0,0330	2060,0	33,0	80,0	0.0000
6 †	Polyfoam Sliml	0,0003	0,2000	1100,0	270,0	58,0	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.

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	weber štuková stěrka 3803	---
2	Železobeton 2	---
3	Poriment WS	---
4	Fatrafol 817	---
5	BASF Styrodur 3035 CS	---
6	Polyfoam Slimline	---

#### Okrajové podmínky výpočtu:

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 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 : 21.0 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	21.0	43.1	1071.3	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	21.0	45.1	1121.0	-2.9	80.8	387.4
3	31 744	21.0	48.3	1200.5	1.0	79.5	521.8
4	30 720	21.0	52.7	1309.9	5.7	77.5	709.4
5	31 744	21.0	59.5	1478.9	10.7	74.5	958.1
6	30 720	21.0	65.0	1615.6	13.9	72.0	1142.9
7	31 744	21.0	67.9	1687.7	15.5	70.4	1239.1
8	31 744	21.0	66.9	1662.9	15.0	70.9	1208.4
9	30 720	21.0	60.5	1503.8	11.3	74.1	991.8
10	31 744	21.0	53.3	1324.8	6.3	77.1	735.7
11	30 720	21.0	48.2	1198.1	0.9	79.5	518.1
12	31 744	21.0	45.6	1133.4	-2.6	80.7	396.8

Průměrná měsíční venkovní teplota  $T_e$  byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

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

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.144 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 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> : 2.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 545.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 12.9 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> : 19.80 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f, R<sub>si,p</sub> : 0.965

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, R <sub>si</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si,m</sub> [C]	f, R <sub>si,m</sub>	T <sub>si,m</sub> [C]	f, R <sub>si,m</sub>			
1	11.3	0.618	8.0	0.488	20.1	0.965	45.6
2	12.0	0.623	8.7	0.483	20.2	0.965	47.5
3	13.0	0.602	9.7	0.434	20.3	0.965	50.4
4	14.4	0.567	11.0	0.345	20.5	0.965	54.5
5	16.3	0.541	12.8	0.205	20.6	0.965	60.8
6	17.7	0.530	14.2	0.038	20.7	0.965	66.0
7	18.4	0.520	14.8	-----	20.8	0.965	68.7
8	18.1	0.520	14.6	-----	20.8	0.965	67.8
9	16.5	0.539	13.1	0.182	20.7	0.965	61.8
10	14.6	0.561	11.1	0.330	20.5	0.965	55.0
11	13.0	0.602	9.6	0.435	20.3	0.965	50.4
12	12.2	0.625	8.8	0.484	20.2	0.965	48.0

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





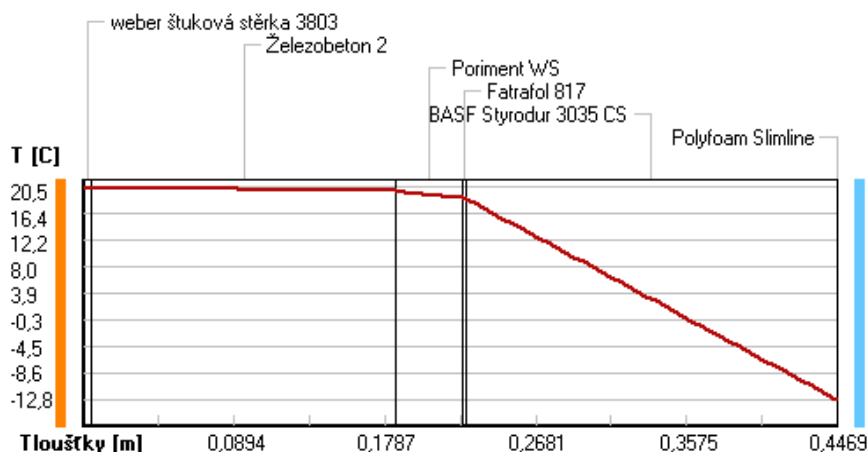
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	20.5	20.5	19.9	18.8	18.8	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1367	1365	1232	1217	614	167	166
p,sat [Pa]:	2414	2407	2328	2172	2169	202	201

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**



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

Množství difundující vodní páry Gd : 5.084E-0009 kg/(m2.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	weber štuková	212	153	---	---	---
2	Železobeton 2	212	153	---	---	---
3	Poriment WS	243	122	---	---	---
4	Fatrafol 817	243	122	---	---	---
5	BASF Styrodur	---	---	334	31	---
6	Polyfoam Sliml	---	---	334	31	---

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřijatelné 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 uvedeno 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



## 1.5 Tepelně technické posouzení – skladba střechy

### 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 : **Střecha**

Zpracovatel : Valentyna Demerza

Zakázka : BP

Datum : 04.05.2018

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednovrstevná

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	Překližka 2	0,0125	0,1300	1600,0	500,0	200,0	0.0000
2	Dörken Delta-R	0,0003	0,1700	1000,0	1100,0	400000,0	0.0000
3	Isover Uni	0,2400	0,0350	800,0	40,0	1,0	0.0000
4	Tyvek Soft	0,0002	0,3500	1470,0	330,0	111,0	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	Překližka 2	---
2	Dörken Delta-Reflex	---
3	Isover Uni	---
4	Tyvek Soft	---

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 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 : 21.0 C

Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %

Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 33.4 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	43.1	1071.3	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	21.0	45.1	1121.0	-2.9	80.8	387.4
3	31 744	21.0	48.3	1200.5	1.0	79.5	521.8
4	30 720	21.0	52.7	1309.9	5.7	77.5	709.4
5	31 744	21.0	59.5	1478.9	10.7	74.5	958.1
6	30 720	21.0	65.0	1615.6	13.9	72.0	1142.9
7	31 744	21.0	67.9	1687.7	15.5	70.4	1239.1
8	31 744	21.0	66.9	1662.9	15.0	70.9	1208.4



9	30	720	21.0	60.5	1503.8	11.3	74.1	991.8
10	31	744	21.0	53.3	1324.8	6.3	77.1	735.7
11	30	720	21.0	48.2	1198.1	0.9	79.5	518.1
12	31	744	21.0	45.6	1133.4	-2.6	80.7	396.8

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

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

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 :

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

Teplný odpor konstrukce R : 6.955 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.141 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.16 / 0.19 / 0.24 / 0.34 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 ZpT : 5.5E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 78.0

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 2.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.83 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.965

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80%		100%		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.3	0.618	8.0	0.488	20.1	0.965	45.5
2	12.0	0.623	8.7	0.483	20.2	0.965	47.5
3	13.0	0.602	9.7	0.434	20.3	0.965	50.4
4	14.4	0.567	11.0	0.345	20.5	0.965	54.4
5	16.3	0.541	12.8	0.205	20.6	0.965	60.8
6	17.7	0.530	14.2	0.038	20.8	0.965	66.0
7	18.4	0.520	14.8	-----	20.8	0.965	68.7
8	18.1	0.520	14.6	-----	20.8	0.965	67.8
9	16.5	0.539	13.1	0.182	20.7	0.965	61.8
10	14.6	0.561	11.1	0.330	20.5	0.965	55.0
11	13.0	0.602	9.6	0.435	20.3	0.965	50.3
12	12.2	0.625	8.8	0.484	20.2	0.965	47.9

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

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

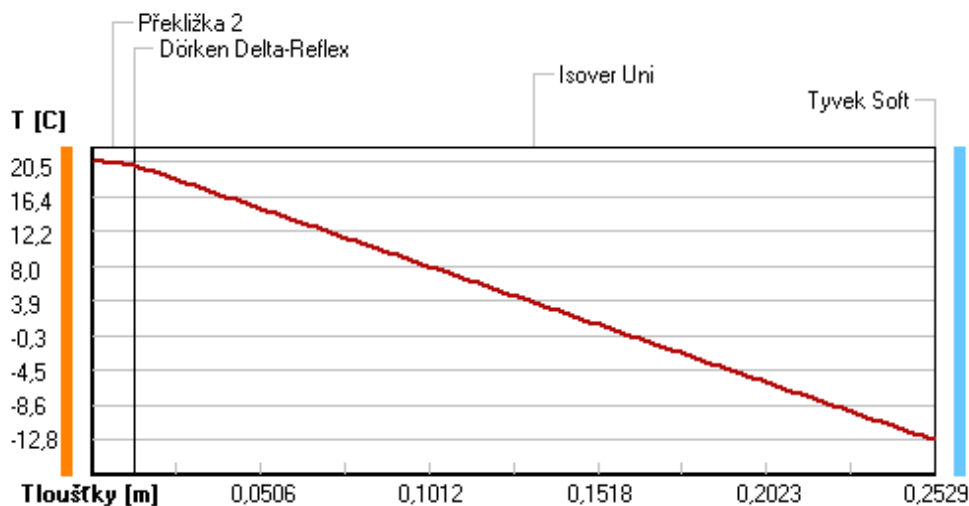
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
theta [C]:	20.5	20.1	20.1	-12.8	-12.8
p [Pa]:	830	814	168	166	166
p,sat [Pa]:	2413	2346	2345	201	201



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



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

Množství difundující vodní páry Gd : 1.292E-0009 kg/(m2.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	Překližka 2	212	153	---	---	---
2	Dörken Delta-R	212	153	---	---	---
3	Isover Uni	---	---	334	31	---
4	Tyvek Soft	---	---	334	31	---

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



## 1.6 Tepelně technické posouzení – skladba podlahy na zemině

### 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 : **Skladba podlahy na zemině**

Zpracovatel : Valentyna Demerza  
Zakázka : BP  
Datum : 30.04.2018

#### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině  
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	Plastbeton	0,0100	0,7400	1200,0	1400,0	40000,0	0.0000
2	Železobeton 2	0,1500	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	PE folie	0,0001	0,3500	1470,0	900,0	144000,0	0.0000
4	BASF Styrodur	0,1200	0,0330	2060,0	35,0	80,0	0.0000
5 †	Fatrafol 804	0,0030	0,3500	1470,0	1310,0	19300,0	0.0000
6 †	Beton hutný 2	0,1500	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
7 †	Půda písčítá v	2,0000	2,3000	920,0	2000,0	2,0	0.0000

† vrstva se neuvažuje při výpočtu tep. odporu, součinitele prostupu tepla a teplotního faktoru

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Plastbeton	---
2	Železobeton 2	---
3	PE folie	---
4	BASF Styrodur 4000 CS tl.100-120 mm	---
5	Fatrafol 804	---
6	Beton hutný 2	---
7	Půda písčítá vlhká	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

#### 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 : 0.00 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.00 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 7.9 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 16.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 100.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH<sub>i</sub> : 83.7 %



Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]	
1	31	744	16.0	57.1	1037.7	3.6	100.0	790.2
2	28	672	16.0	59.9	1088.6	2.7	100.0	741.4
3	31	744	16.0	64.2	1166.7	3.5	100.0	784.7
4	30	720	17.0	66.2	1282.1	5.4	100.0	896.5
5	31	744	19.0	66.7	1464.8	7.8	100.0	1057.7
6	30	720	20.0	68.8	1607.8	10.3	100.0	1252.2
7	31	744	21.0	67.9	1687.7	11.9	100.0	1392.6
8	31	744	21.0	66.9	1662.9	12.7	100.0	1467.8
9	30	720	20.0	64.0	1495.6	12.4	100.0	1439.2
10	31	744	19.0	59.7	1311.1	10.6	100.0	1277.5
11	30	720	17.0	60.5	1171.7	8.1	100.0	1079.5
12	31	744	16.0	60.5	1099.5	5.4	100.0	896.5

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

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 : 3.745 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.255 W/m<sup>2</sup>K**  
 Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.28 / 0.31 / 0.36 / 0.46 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> : 2.6E+0012 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 140.3  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 8.4 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> : 15.49 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : **0.937**  
 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% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m				
1	10.8	0.583	7.5	0.316	15.2	0.937	60.0
2	11.5	0.665	8.2	0.415	15.2	0.937	63.2
3	12.6	0.728	9.2	0.460	15.2	0.937	67.5
4	14.0	0.745	10.7	0.453	16.3	0.937	69.3
5	16.1	0.743	12.7	0.435	18.3	0.937	69.7
6	17.6	0.751	14.1	0.391	19.4	0.937	71.4
7	18.4	0.710	14.8	0.324	20.4	0.937	70.3
8	18.1	0.653	14.6	0.231	20.5	0.937	69.1
9	16.4	0.532	13.0	0.077	19.5	0.937	65.9
10	14.4	0.451	11.0	0.046	18.5	0.937	61.7
11	12.7	0.513	9.3	0.136	16.4	0.937	62.7
12	11.7	0.594	8.4	0.280	15.3	0.937	63.1



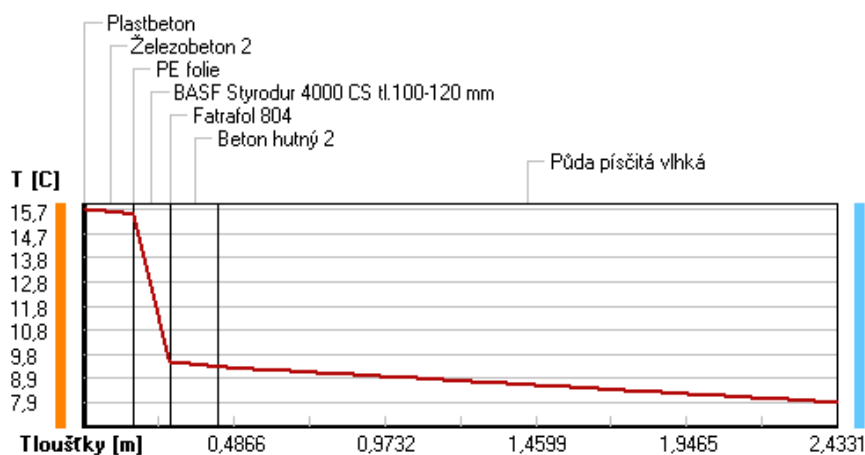
### Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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]:	15.7	15.7	15.5	15.5	9.5	9.5	9.3	7.9
p [Pa]:	1521	1149	1145	1132	1123	1069	1066	1063
p,sat [Pa]:	1785	1782	1764	1764	1188	1187	1172	1063

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.

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



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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 1.858E-0010 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	Plastbeton	31	304	30	---	---
2	Železobeton 2	242	123	---	---	---
3	PE folie	242	123	---	---	---
4	BASF Styrodur	---	---	---	212	153
5	Fatrafol 804	---	---	---	212	153
6	Beton hutný 2	---	---	---	242	123
7	Půda písčítá v	---	---	---	---	365

Poznámka: S pomocí této tabulky lze zjednodušeně odhadnout, jaké je riziko dosažení nepřijatelné 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



## 2. Výpočet kročejové neprůzvučnosti – strop nad garáží

### TEORETICKÝ VÝPOČET VZDUCHOVÉ A KROČEJOVÉ NEPRŮZVUČNOSTI STAVEBNÍCH KONSTRUKCÍ

dle J. Čechura: Stavební fyzika 10, ČVUT 1997  
a ČSN EN ISO 717-1 a ČSN EN ISO 717-2 (1998)

NEPrůzvučnost 2010

Název úlohy : strop nad garáží  
Zpracovatel : K124 FSv CVUT  
Zakázka : BP  
Datum : 2.5.2018

#### KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT:

##### Základní parametry úlohy:

Typ konstrukce : strop s plovoucí podlahou  
Typ výpočtu : vážená norm. hladina kroč. zvuku (index kročej. hluku)  
Korekce k : 1,0 dB

##### Zadané vrstvy konstrukce (od chráněné místnosti):

číslo	Název	D[m]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	c[m/s]	eta[-]	Ed[MPa]/alfa[-]
1	Beton hutný 3	0,0500	2500,0	3286	0,080	----
2	Orsil N	0,0400	114,7	----	0,140	0,44
3	Železobeton 2	0,1800	2400,0	3228	0,080	----

#### TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ:

Kmitočet f[Hz]	Kroč.útlum podlahou DL[dB]	Norm. hladina kročej. zvuku:			Ref. křivka Ln,r[dB]	Rozdíl dL[dB]
		stropu Ln2[dB]	r.desky Ln1[dB]	VÝSLEDNÁ Ln[dB]		
100	8,2	69,4	62,5	51,1	39	12,1
125	13,2	69,8	65,2	48,0	39	9,0
160	17,5	71,8	65,7	44,7	39	5,7
200	21,7	73,8	65,4	40,9	39	1,9
250	25,3	75,8	65,1	37,6	39	----
315	28,5	77,8	65,7	35,2	39	----
400	31,2	79,9	66,7	33,8	38	----
500	32,7	82,2	67,7	33,5	37	----
630	32,7	81,8	68,7	34,3	36	----
800	34,0	81,5	69,7	33,8	35	----
1000	40,5	81,5	70,7	28,0	34	----
1250	44,7	82,5	71,7	24,8	31	----
1600	47,8	83,5	72,7	22,7	28	----
2000	53,7	84,5	73,7	17,8	25	----
2500	59,2	85,5	74,7	13,3	22	----
3150	66,0	86,5	75,7	7,5	19	----
<b>Součet:</b>						<b>28,7</b>

Pro frekvenci 100 Hz je nepříznivá odchylka větší než 8 dB.  
Pro frekvenci 125 Hz je nepříznivá odchylka větší než 8 dB.

Vážená normalizovaná hladina kročejového zvuku L<sub>nw</sub> : 37 dB  
Faktor přizpůsobení spektru CI : 2 dB

Předpokládaná (stavební) vážená norm. hladina kroč. zvuku L' <sub>nw</sub> : 38 dB

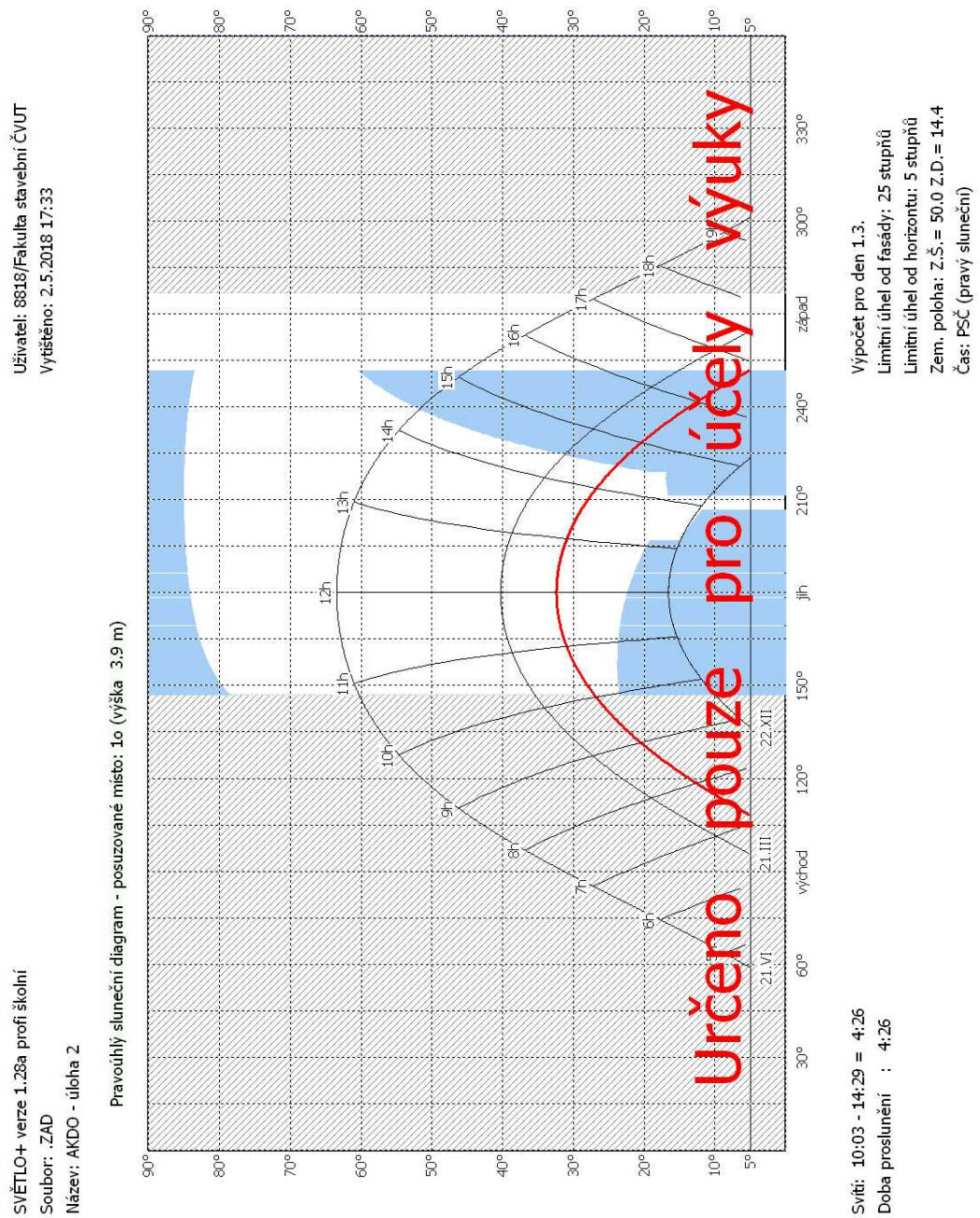
STOP, NEPrůzvučnost 2010





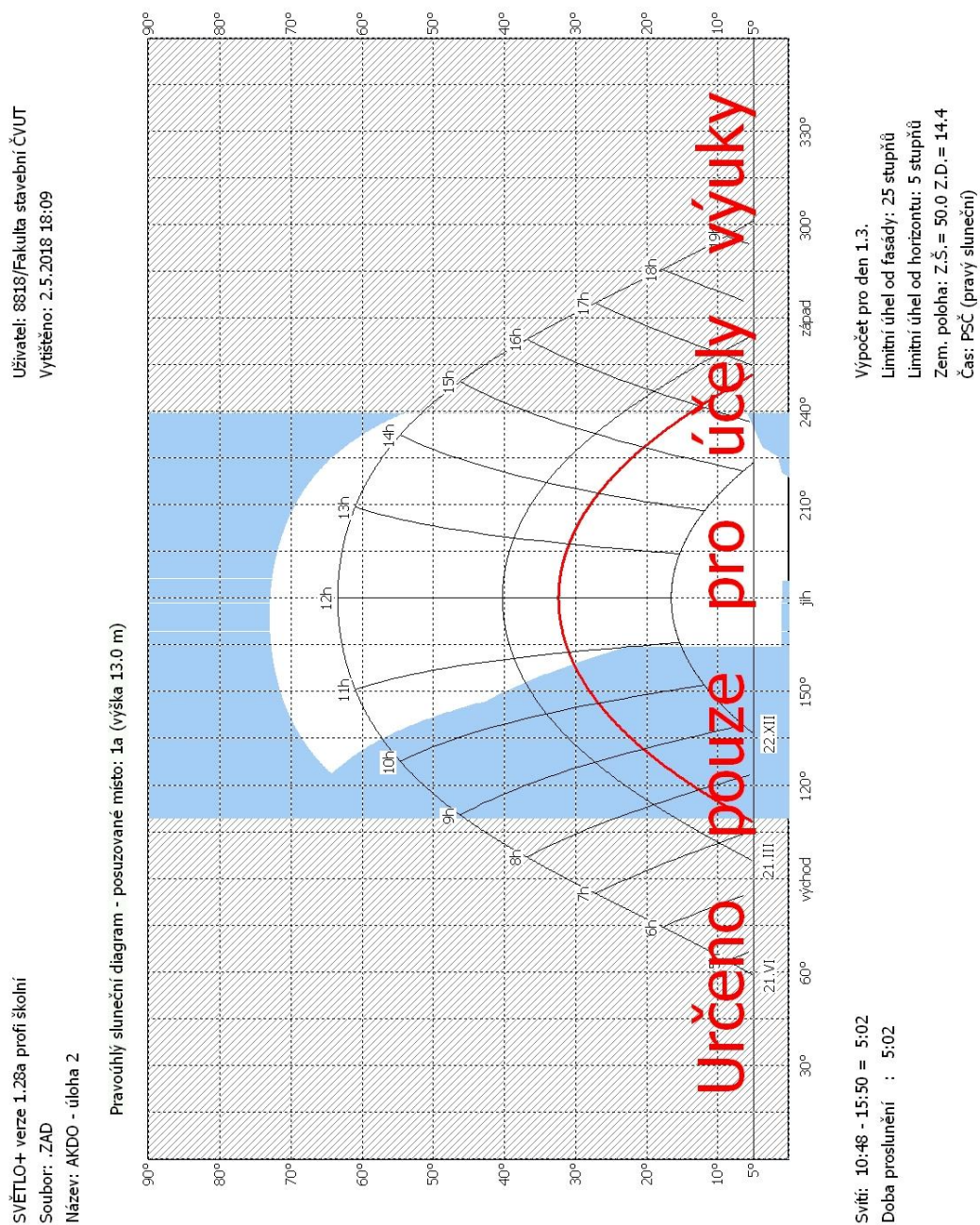
### 3. Proslunění – výstupy z programu Světlo+

#### 3.1 Pravoúhlý sluneční diagram pro jídelnu







### 3.2 Pravoúhlý sluneční diagram pro obývací pokoj





## 4. Charakteristiky oken – technický list od výrobce

		Dřevěná okna a balkónové dveře s hliníkovým opláštěním, systém IV96 - profil DH78 <b>EN 14351-1:2006 + A1:2010</b> Použití: otvorové výplně do obvodových stěn bez vlastností požární odolnosti a/nebo kourčotěsnosti		 12	
Výrobce: Window Holding a.s., Hlavní 456, 250 89 Lázně Toušeň, IČO: 284 36 024, Česká republika					
<b>Dřevěná okna a balkónové dveře s hliníkovým opláštěním, systém IV96 - profil DH78</b>					
Vlastnost	jednokřídlové okno		dvojkřídlové okno		balkónové dveře
Zatížení větrem	C4/B4		CE <sub>2400</sub> /BE <sub>2400</sub>		CE <sub>2400</sub> /BE <sub>2400</sub>
Vodotěsnost	E <sub>1200</sub>		E <sub>1200</sub>		E <sub>1200</sub>
Nebezpečné látky	neobsahují				
Unosnost bezp.zař.	spínáno bez poškození				
Vzduchová neprůzvučnost	R <sub>w</sub> = 36 (-2,-5) dB TZ13 se zasklením 6-14Ar-4				
	R <sub>w</sub> = 41 (-1,-4) dB TZ14 se zasklením Stratophone44.1 - 20Ar - PTN8				
	U <sub>w</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> .K se zasklením U <sub>g</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> .K, TGI, ChromatecPlus				
	U <sub>w</sub> = 1,1 W/m <sup>2</sup> .K se zasklením U <sub>g</sub> = 1,0 W/m <sup>2</sup> .K, TGI, ChromatecPlus				
	U <sub>w</sub> = 0,79 W/m <sup>2</sup> .K se zasklením U <sub>g</sub> = 0,6 W/m <sup>2</sup> .K, TGI				
	U <sub>w</sub> = 0,82 W/m <sup>2</sup> .K se zasklením U <sub>g</sub> = 0,6 W/m <sup>2</sup> .K, ChromatecPlus				
	U <sub>w</sub> = 0,72 W/m <sup>2</sup> .K se zasklením U <sub>g</sub> = 0,5 W/m <sup>2</sup> .K, TGI				
	U <sub>w</sub> = 0,75 W/m <sup>2</sup> .K se zasklením U <sub>g</sub> = 0,5 W/m <sup>2</sup> .K, ChromatecPlus				
	0,78 se zasklením 4-16-4 U <sub>g</sub> =1,1 W/m2.K				
	0,70 se zasklením 4-16-4 U <sub>g</sub> =1,0 W/m2.K				
	0,69 se zasklením 4-16-4-16-4 U <sub>g</sub> =0,6 W/m2.K				
	0,55 se zasklením 4-16-4-16-4 U <sub>g</sub> =0,5 W/m2.K				
	0,61 se zasklením 4-16-4 U <sub>g</sub> =1,1 W/m2.K				
	0,50 se zasklením 4-16-4 U <sub>g</sub> =1,0 W/m2.K				
	0,47 se zasklením 4-16-4-16-4 U <sub>g</sub> =0,6 W/m2.K				
	0,35 se zasklením 4-16-4-16-4 U <sub>g</sub> =0,5 W/m2.K				
Průvzdůšnost	4		4		4
Radiální vlastnosti speciálních skel jsou uvedeny na <a href="http://www.yourglass.com/configurator">http://www.yourglass.com/configurator</a>					

*Tomáš*  
Ing. Milena Tomčíková  
produktový manažér

V Praze dne 18.5.2012