

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



**Diplomová práce**

Část A - Zadání BP, čestné prohlášení, poděkování,

anotace

Autor: Bc. Bedřich Kučera

Vedoucí práce: Ing. Robert Jára



## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení:	KUČERA	Jméno:	BEDŘICH	Osobní číslo:	395666
Zadávací katedra:	KATEDRA OBLOUVŮCH A DŘEVĚNÝCH KONSTRUKCÍ				
Studijní program:	STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ				
Studijní obor:	KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB				

### II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:	ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA				
Název diplomové práce anglicky:	ADMINISTRATIVE BUILDING				
Pokyny pro vypracování:	Návrh hlavních nosných prvků; technická zpráva a výkresová dokumentace				
Seznam doporučené literatury:					
Jméno vedoucího diplomové práce:	Ing. Robert Jela				
Datum zadání diplomové práce:	4.10.2016	Termín odevzdání diplomové práce:	8.1.2016	Údaj uveďte v souladu s datem a časem příjmu příslušného akademického roku	
	<input type="text"/>		<input type="text"/>		

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v diplomové 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“.

<u>4.10.2016</u>	<input type="text"/>
Datum převzetí zadání	Podpis studenta(ky)

# SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Bedřich Kucera

Název diplomové práce: Administrativum budov

Základní část: \_\_\_\_\_ podíl: 90 %

Formulace úkolů: Návrh hlavních nosných prvků  
Technická zpráva a výzvosové dokumentace


Podpis vedoucího DP:  Datum: 4.10.2016

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: \_\_\_\_\_ podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): doc. Ing. František Kulhánek, CSc

Formulace úkolů: Teplotně technické posouzení skladů

Podpis konzultanta:  Datum: 4.10.2016

3. Část: \_\_\_\_\_ podíl: \_\_\_\_\_ %

Konzultant (jméno, katedra): \_\_\_\_\_

Formulace úkolů: \_\_\_\_\_

Podpis konzultanta: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

4. Část: \_\_\_\_\_ podíl: \_\_\_\_\_ %

Konzultant (jméno, katedra): \_\_\_\_\_

Formulace úkolů: \_\_\_\_\_

Podpis konzultanta: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

Poznámka: Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci (vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1. stranou zadání již ve 2. týdnu semestru)

### **Čestné prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně za odborného vedení vedoucího diplomové práce Ing. Robert Járy a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o etické přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

.....

*podpis studenta*

V Praze dne .....

## **Poděkování:**

Děkuji vedoucímu diplomové práce panu inženýru Robertu Járovi za cenné rady, věcná doporučení a vstřícnost při vedení diplomové práce. Dále děkuji panu docentu Františkovi Kulhánkovi za rady jako odborný konzultant části konstrukcí pozemních staveb. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat své rodině za podporu při studiu. Diplomová práce byla podpořena projektem Evropské unie OP VaVpl č. CZ.1.05/2.1.00/03.0091 – Univerzitní centrum energeticky efektivních budov.

## **Anotace**

Cílem diplomové práce je návrh hlavních nosných prvků administrativní budovy a statický výpočet spolu s technickou zprávou, technické výkresy, tepelně technické posouzení obvodových konstrukcí a předběžný výkaz objemu dřeva.

Objekt administrativní budovy je navržen jako masivní dřevěný skelet se ztužujícími železobetonovými jádry okolo schodišť. Budova je nepodsklepená celkem se čtyřmi poschodími. Požární výška objektu je 11,22 m. Stropní konstrukce je tvořena CLT stropními panely. Většina styčnicků masivního skeletu je řešena kloubově. Objekt je založen na základových patkách. Zastřešení je tvořeno nepochozí střechou s CLT panely a vaznicemi se záklopem.

Veškeré výpočty jsou provedeny podle platných evropských norem zavedených do systému českých norem ČSN EN.

## **Klíčová slova**

Dřevostavba, masivní dřevěný skelet, LLD, CLT panely, sloup, nosník, přírodní materiály

## **Annotation**

The aim of this thesis is to design the main supporting elements of an office building and structural calculation, along with the technical report, technical drawings, thermal technical assessment of cladding and statement of wood volume.

Administrative building is designed as a solid wood frame with reinforcing concrete cores around stairs. The building is without basement and has four floors. Fire height of the object is 11.22 meters. The ceiling structure is made of CLT panels. The joints of massive skeleton are designed articulated. The building is based on the footings. The roofing is made up of non-trafficable roof with CLT panels.

All calculations are made according to the valid European standards introduced in the Czech system of standards EN.

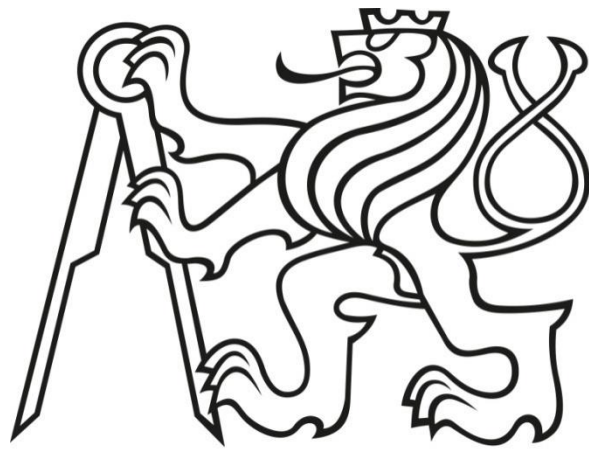
## **Keywords**

Wooden structure, solid wooden frame, glued laminated timber, cross laminated timber, column, beam, natural materials

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



**Diplomová práce**

Část B – Statika

Autor: Bc. Bedřich Kučera

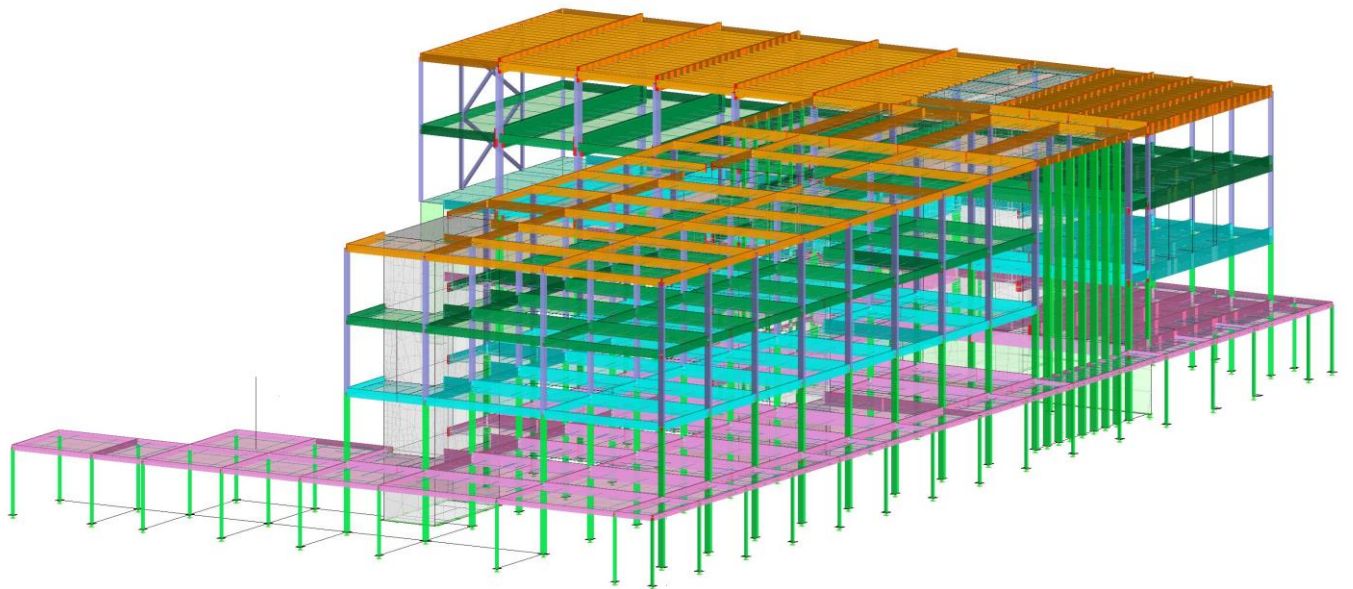
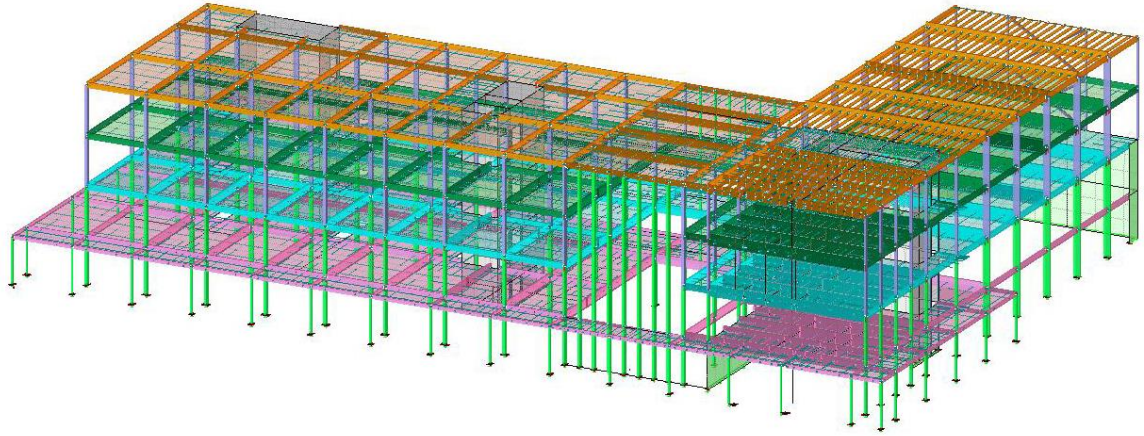
Vedoucí práce: Ing. Robert Jára

## Obsah

1. Výpočet zatížení .....	5
1.1. Stálé zatížení .....	5
1.1.1. Zatížení střechy .....	5
1.1.2. Zatížení stropů v 2.NP-4.NP .....	5
1.1.3. Zatížení fasády.....	6
1.1.4. Příčky.....	6
1.2. Proměnné zatížení.....	6
1.2.1. Užitná zatížení .....	6
1.2.2. Klimatická zatížení – sníh .....	7
1.2.3. Klimatická zatížení – vítr .....	8
2. Statické výpočty .....	14
2.1. Střešní panel CLT BBS XL C24 – střecha 2 .....	14
2.2. Stopní panel CLT BBS XL C24 .....	17
2.3. Střešní vaznice 1.1 – střecha 1 .....	20
2.4. Vazník 1.4 - střecha .....	23
2.5. Vazník 1.2 – strop 3.NP .....	27
2.6. Sloup 1–1.NP .....	30
2.7. Přípoj 1 - vaznice 1.4 k vazníku 1.4 – střecha 1.....	35
2.8. Přípoj 2 - vazníku 1.2 a vazníku 5.2 ke sloupu 1.1.....	36
2.8.1. Přípoj vazníku 5.2 ke sloupu 1.1 pomocí vrutů SFS intec WS-T-7 a svorníků M20.....	36
2.8.2. Přípoj vazníku 1.2 ke sloupu 1.1 pomocí svorníků M20 .....	41
2.9. Přípoj 3 - vazníku 4.2 a vazníku 5.2 ke sloupu 4.1.....	45



2.9.1. Přípoj vazníku 4.2 ke sloupu 4.1.....	45
2.9.2. Přípoj vazníku 5.2 ke sloupu 4.1.....	51
2.10. Přípoj 4 – Kotvení sloupu 1.1 k základové patce.....	54
2.10.1. Přípoj ocelové patky ke sloupu 1.1 .....	54
2.10.2. Únosnost ocelové patky .....	57
2.10.3. Kotvení ocelové desky k základové patce chemickou kotvou: .....	57
2.11. Posudek sloup 1.1 na účinky požáru .....	59
2.12. Stěna z CLT .....	64
2.12.1. Rozdělení zatížení od větru do CLT stěny .....	64
2.12.2. Kotvení CLT stěny k betonové desce kotevním úhelníkem zesíleným ..	67
2.13. Návrh a posouzení základové patky pod sloupem 1.1.....	71
3. Seznam podkladů, použitých norem a programů .....	75
3.1. Normy.....	75
3.2. Literatura.....	76
3.3. Internetové zdroje.....	77
3.4. Programy .....	78



# 1. Výpočet zatížení

## 1.1. Stálé zatížení

### 1.1.1. Zatížení střechy

Skladba střešního pláště 1 varianta 1	tl. [mm]	[kN/m <sup>3</sup> ]	g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>g</sub>	g <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Hydroizolace FATRAFOL 810/V (810)	2	13,00	0,026	1,35	0,040
Separáční textilie	0,5	2,00	0,001	1,35	0,001
Minerální izolace DDP Plus	200	0,30	0,060	1,35	0,081
Spádové klíny SmartRoof Base	20-120	0,30	0,036	1,35	0,050
Minerální izolace SmartRoof TOP	200	0,30	0,060	1,35	0,080
OSB 20 mm	20	8,50	0,170	1,35	
Nosná konstrukce BSH vazníky	vl.hmotnost započítaná ve statickém programu				
Parozábrana Jutafof N 110	0,2	5,83	0,001	1,35	0,002
SDK tl. 12,5 mm + nosný rošt podhledu	50	-	0,140	1,35	0,189
Ostatní (spojovák, tzb atd.)	-	-	0,100	1,35	0,135
<b>Stálé celkem</b>			<b>0,59</b>		<b>0,58</b>

Skladba střešního pláště 2	tl. [mm]	[kN/m <sup>3</sup> ]	g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>g</sub>	g <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Hydroizolace FATRAFOL 810/V (810)	2	13,00	0,026	1,35	0,040
Separáční textilie	0,5	2,00	0,001	1,35	0,001
Minerální izolace DDP Plus	200	0,30	0,060	1,35	0,081
Spádové klíny SmartRoof Base	20-120	0,30	0,036	1,35	0,050
Parozábrana Jutafof N 110	0,2	5,83	0,001	1,35	0,002
Nosná konstrukce CLT panely	vl. hmotnost započítaná ve statickém programu				
Ostatní (spojovák, tzb atd.)	-	-	0,200	1,35	0,270
<b>Stálé celkem</b>			<b>0,32</b>		<b>0,44</b>

### 1.1.2. Zatížení stropů v 2.NP-4.NP

Skladba stropní konstrukce v 2.NP-4.NP	tl. [mm]	[kN/m <sup>3</sup> ]	g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>g</sub>	g <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Nášlapná vrstva	20	12,67	0,25	1,35	0,34
2 x OSB 15 mm	30	6,22	0,19	1,35	0,25
Separáční fólie	0,5	2,00	0,00	1,35	0,00
STEPROCK HD tl. 50	50	0,48	0,02	1,35	0,03
Nosná konstrukce CLT panely	vl. hmotnost započítaná ve statickém programu				
Ostatní	-	-	0,10	1,35	0,14
<b>Stálé celkem</b>			<b>0,56</b>		<b>0,76</b>

### 1.1.3. Zatížení fasády

Skladba obvodového pláště	tl. [mm]	[kN/m <sup>3</sup> ]	g <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>g</sub>	g <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
Strukturální modulová fasáda	-	-	0,90	1,35	1,22
Stálé celkem			<b>0,90</b>		<b>1,22</b>

### 1.1.4. Příčky

SDK příčky	v [m]	tl. [mm]	[kN/m <sup>2</sup> ]	g <sub>k</sub> [kN/m]	γ <sub>g</sub>	g <sub>d</sub> [kN/m]
SDK příčka Knauf Insulation	3	255	0,48	1,44	1,35	1,94
Stálé celkem				<b>1,44</b>		<b>1,94</b>

## 1.2. Proměnné zatížení

### 1.2.1. Užitná zatížení

Střecha nepřístupná s výjimkou běžné údržby a oprav – kategorie H.

(doporučené hodnoty dle tab. 6.10(CZ))	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>q</sub>	q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
kategorie H osamělé břemeno	<b>0,75</b>	1,50	<b>1,13</b>

Q<sub>k</sub> = **1,00** kN

Plochy, kde může docházet ke shromažďování lidí – kategorie C2.

Přednáškové sály

(doporučené hodnoty dle tab. 6.1 - Užitné kategorie (CZ))	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>q</sub>	q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
kategorie C2 osamělé břemeno	<b>3,00</b>	1,50	<b>4,50</b>

Q<sub>k</sub> = **4,00** kN

Plochy, kde může docházet ke shromažďování lidí – kategorie C3.

Přístupové cesty v administrativní budově.

(doporučené hodnoty dle tab. 6.1 - Užitné kategorie (CZ))	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>q</sub>	q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
kategorie C3 osamělé břemeno	<b>3,00</b>	1,50	<b>4,50</b>

Q<sub>k</sub> = **4,00** kN

Přemístitelné příčky s vlastní tíhou ≤1,0 kN/m délky příčky	q <sub>k</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	γ <sub>q</sub>	q <sub>d</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]
	<b>0,50</b>	1,50	<b>0,75</b>

### 1.2.2. Klimatická zatížení – sníh

Výška objektu přibližně 14,0 m. Plochá střecha.

Umístění objektu Praha

sněhová oblast (dle mapy sněhových oblastí ČSN EN 1991-1-3)

Zatížení sněhem:	$s_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$s$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\gamma_q$	$s_d$ [kN/m <sup>2</sup> ]
I. sněhová oblast	0,7	<b>0,56</b>	1,50	<b>0,84</b>

$\mu_1 = 0,8$  tvarový součinitel (plochá střecha se sklonem 5%)

$C_e = 1,0$  součinitel expozice – normální

$C_t = 1,0$  tepelný součinitel

#### **Střecha sousedící a přiléhající k vyšším stavbám:**

$\mu_1 = 0,8$  tvarový součinitel

$\mu_2 = \mu_s + \mu_w = 3,4$  tvarový součinitel

$\mu_s = 0,0$  součinitel zohledňující sesuv sněhu  $\alpha = 5\%$

$\mu_w = 3,4 \leq 65,7$  součinitel zohledňující působení větru. Doporučený rozsah hodnot  $0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$

$$\mu_w = \frac{b_1 + b_2}{2h} \leq \gamma h/s$$

$b_1 = 61,0$  m šířka 1 objektu

$b_2 = 16,8$  m šířka 2 objektu

$h = 11,5$  m výška objektu

$\gamma = 2,0$  kN/m<sup>3</sup> objemová tíha sněhu

$l_s = 23,0$  m délka návěje

### 1.2.3. Klimatická zatížení – vítr

II. Větrová oblast – dle mapy větrných oblastí české republiky (r.2006)

Terén II – kategorie terénu

$z = 14,0$  m výška objektu

$z_0 = 0,05$  m

$z_{\min} = 2,0$  m

$z_{0,II} = 0,05$  m

$P = 1,25$  kg/m<sup>3</sup> hustota vzduchu

$v_{b,0} = 25,0$  m/s výchozí základní rychlost větru

$C_{dir} = 1,0$  součinitel větru

$C_{season} = 1,0$  součinitel ročního období

$v_b = 25$  m/s základní rychlost větru

$C_0 = 1,0$  součinitel ortografie

$$k_r = 0,19 * \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 * \left(\frac{0,5}{0,5}\right)^{0,07} = 0,19 \text{ součinitel terénu}$$

$$C_{r(z)} = k_r * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) = 0,19 * \ln\left(\frac{14}{0,05}\right) = 1,07 \text{ součinitel drsnosti}$$

$$I_{v(z)} = \frac{k_I}{C_{0(z)} * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1,0}{1,0 * \ln\left(\frac{14,0}{0,05}\right)} = 0,18 \text{ turbulence větru}$$

$$v_{m(z)} = C_{r(z)} * C_0 * v_b = 1,07 * 1,0 * 25,0 = 25 \text{ m/s rychlost větru}$$

$$q_{p(z)} = [1 + 7 * I_{v(z)}] * 0,5 * \rho * v_{m(z)}^2 = [1 + 7 * 0,18] * 0,5 * 1,25 * 25^2 \\ = 1,00 \text{ kN/m}^2 \text{ maximální dynamický tlak větru}$$

$$q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2 = \frac{1}{2} * 1,25 * 25^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2 \text{ základní dynamický tlak větru}$$

Zatížení od větru:  $W_e = g_b * C_{e(ze)} * C_{pe}$

$\alpha =$	0 °		$90^\circ$
b =	44,25 m	b =	63,25 m
d =	63,25 m	d =	44,25 m
h =	14 m	h =	14 m
h/d =	0,22	h/d =	0,32
e =	28 m	e =	28 m
e/5 =	5,6 m	e/5 =	5,6 m
4/5e =	22,4 m	4/5e =	22,4 m
d-e/5 =	57,65 m	d-e/5 =	38,65 m
d-e =	35,25 m	d-e =	16,25 m
e/4 =	7 m	e/4 =	7 m

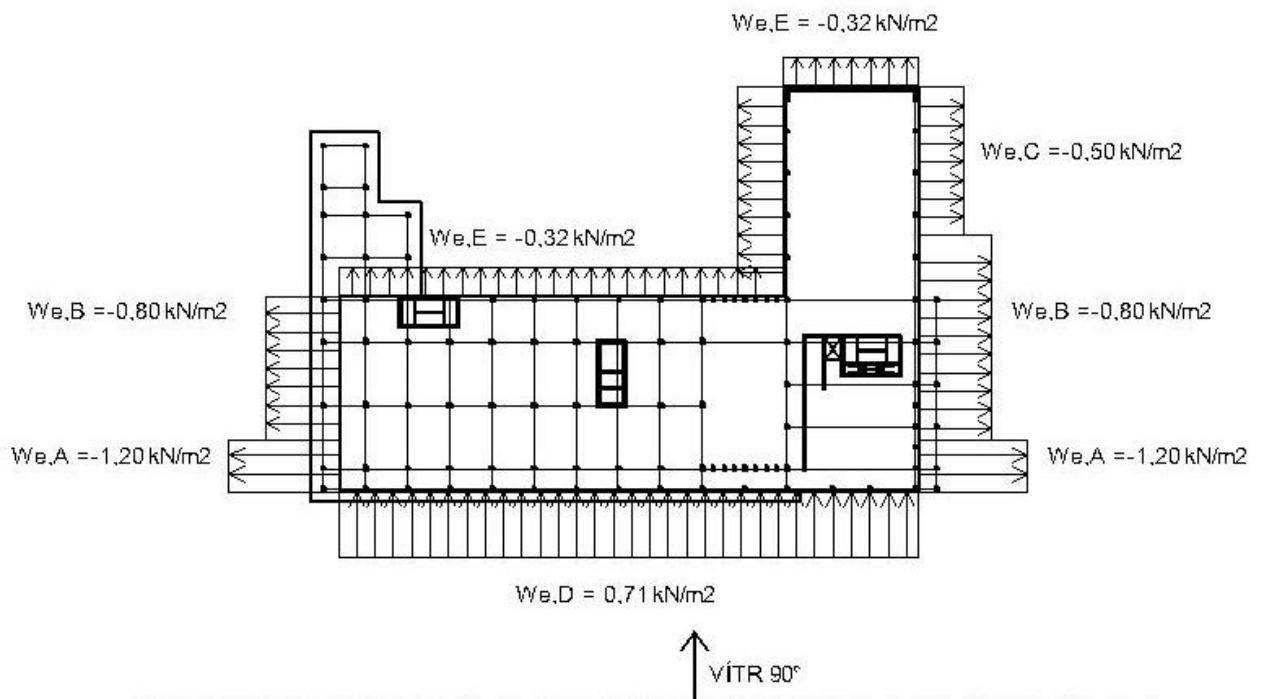
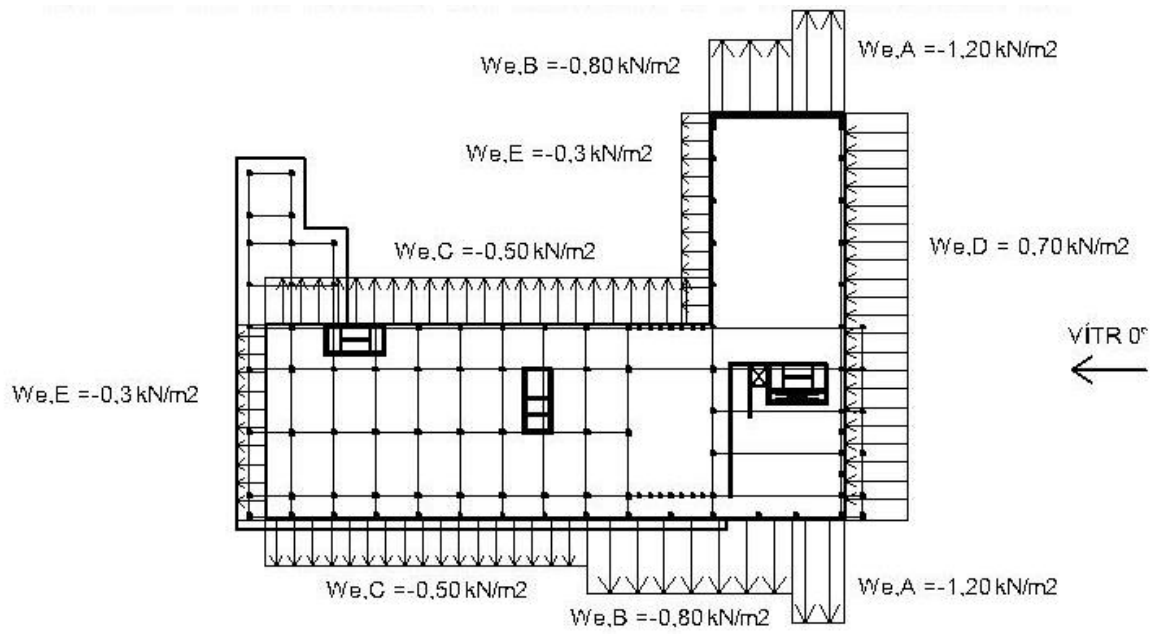
0°- 180°	$C_{pe}$	$W_e$	90°-270°	$C_{pe}$	$W_e$
A	-1,2	-1,20	A	-1,2	-1,20
B	-0,8	-0,80	B	-0,8	-0,80
C	-0,5	-0,50	C	-0,5	-0,50
D	0,7	0,70	D	0,71	0,71
E	0,3	0,30	E	-0,32	-0,32

h = 14,0 m výška objektu

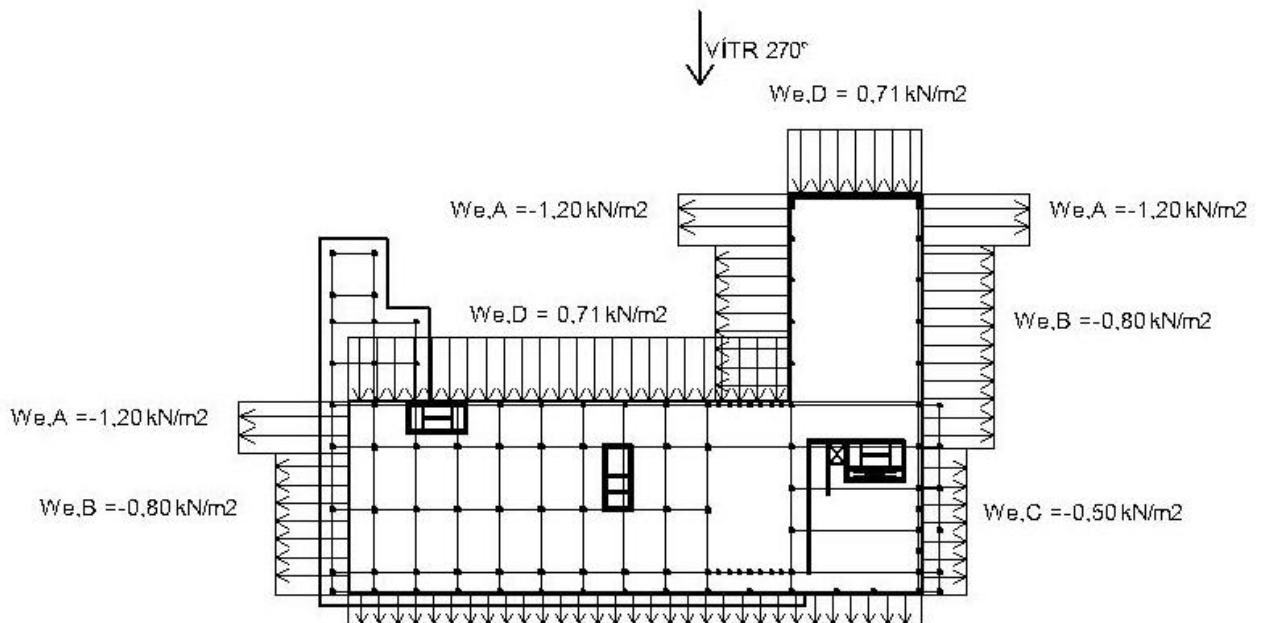
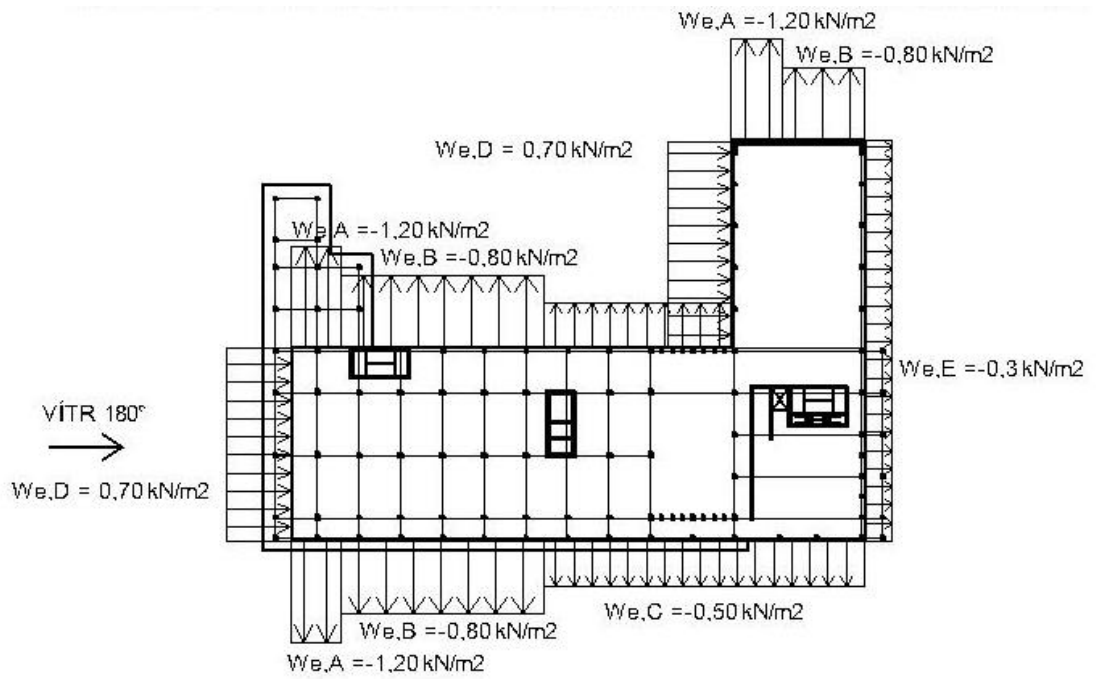
$h_p = 0,3$  m výška atiky

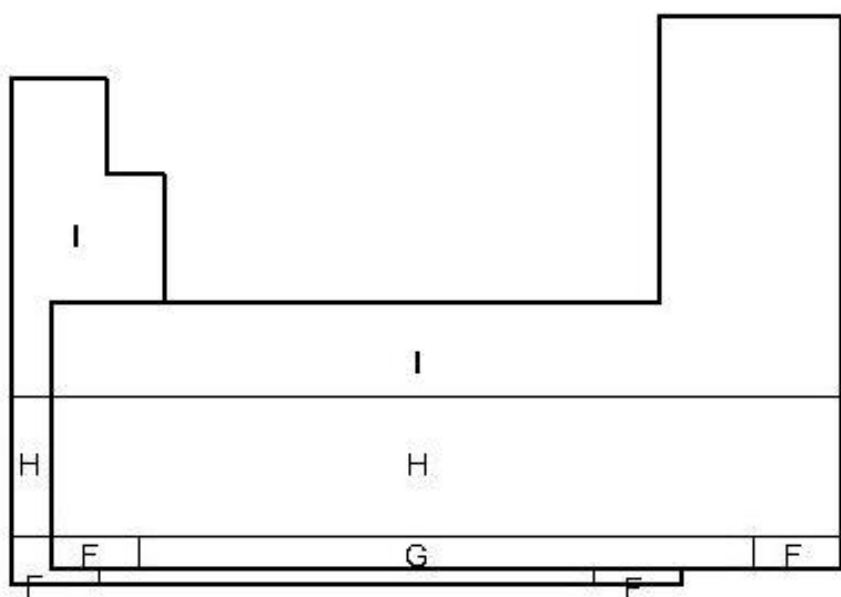
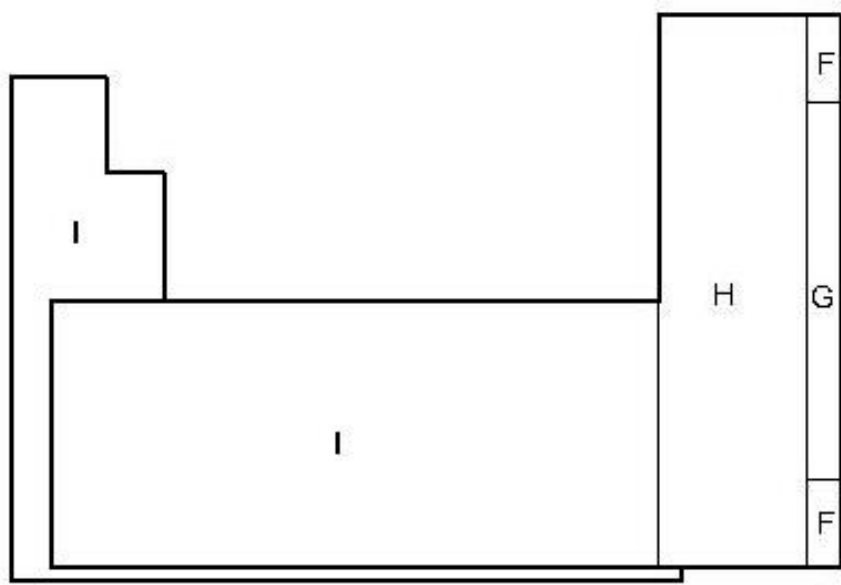
$h_p/h = 0,02$

	$C_{pe}$	$W_e$		$C_{pe}$	$W_e$
F	-1,6	-1,61	F	-1,6	-1,61
G	-1,1	-1,10	G	-1,1	-1,10
H	-0,7	-0,70	H	-0,7	-0,70
I	-0,2	-0,20	I	-0,2	-0,20
	0,2	0,20		0,2	0,20

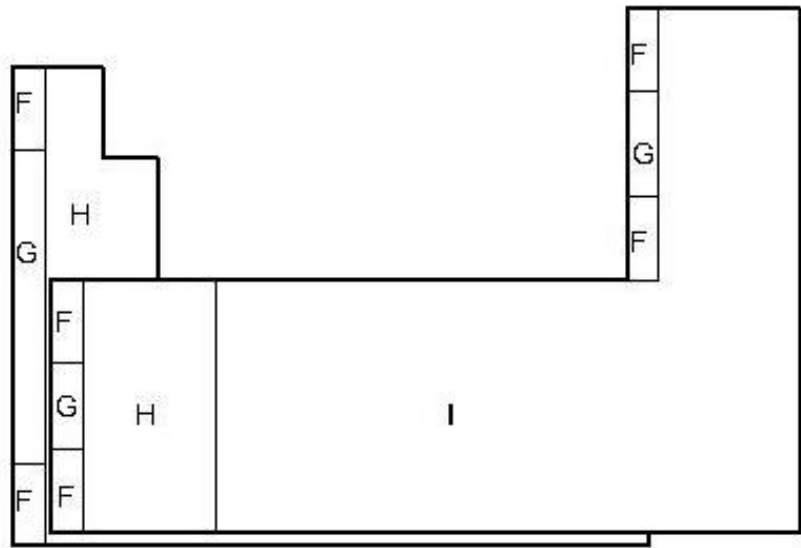




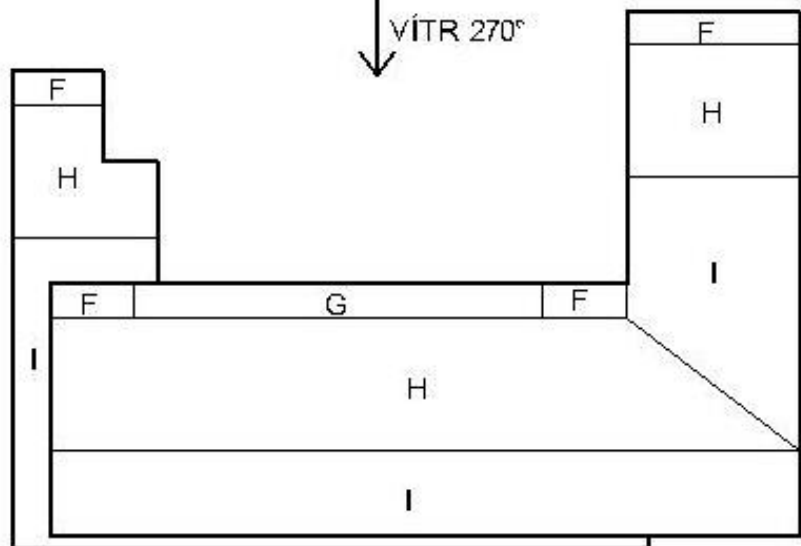




VÍTR 180°  
→



↓ VÍTR 270°



## 2. Statické výpočty

### 2.1. Střešní panel CLT BBS XL C24 – střecha 2

#### Zatížení:

$$g_{k,ost} = 0,46 \text{ kN/m}^2 \text{ ostatní stálé střecha}$$

$$g_{k,0} = 2,024 \text{ kN/m} \text{ vlastní tíha panelu}$$

$$q_{k,střechat} = 0,75 \text{ kN/m}^2 \text{ užité zatížení střechy}$$

$$s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2 \text{ sněh}$$

$$W_{k,f} = -1,60 \text{ kN/m}^2 \text{ vítr sání}$$

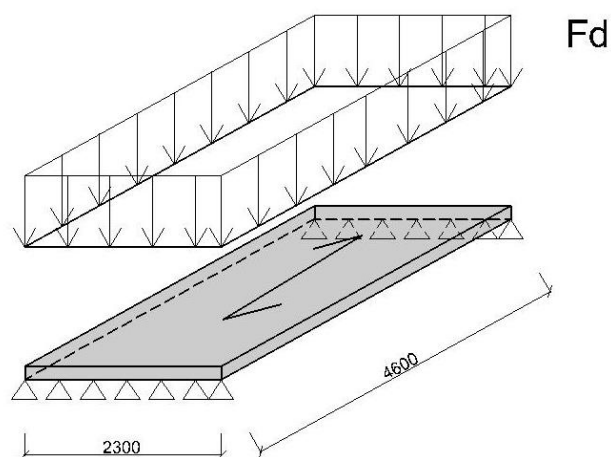
$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_Q = 1,5$$

$$b_{zat} = 2,3 \text{ m} \text{ zatěžovací šířka panelu}$$

$$g_{k,celk} = 3,08 \text{ kN/m}$$

$$q_{k,celk} = 1,73 \text{ kN/m}$$



Užitné zatížení se se zatížením sněhem nekombinuje a užité zatížení střech pro kategorie H je v našem případě rozhodující. Zatížení působí max. na ploše 10 m<sup>2</sup>.

Zatížení větrem působí sáním, tedy v opačném směru než ostatní zatížení, takže se ve výpočtu s ním neuvažuje.

#### Průřez:

$$l = 4,600 \text{ m}$$

$$b = 2,300 \text{ m}$$

$$h = 160 \text{ mm}$$

$$A = 0,368 \text{ m}^2$$

$$e = 80 \text{ mm}$$

C24(SI)

$$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$$

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$$

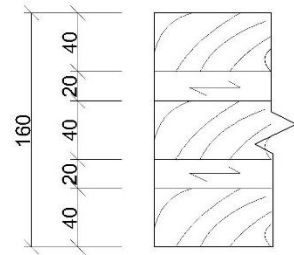
$$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{24,0}{1,30} = 16,61 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{4,0}{1,30} = 2,77 \text{ MPa}$$



Lamely:

$S_{1,x} = 40 \text{ mm}$  podélný směr

$S_{2,y} = 20 \text{ mm}$  příčný směr

$S_{3,x} = 40 \text{ mm}$  podélný směr

$S_{4,y} = 20 \text{ mm}$  příčný směr

$S_{5,x} = 40 \text{ mm}$  podélný směr

$$I_{ef} = \Sigma(I_i + \gamma * A_i * a_i^2) = 3 * \frac{1}{12} * 2300 * 40^3 + 2 * 2300 * 40 * \left(\frac{160}{2} - 20\right)^2$$

$$= 6,992 * 10^8 \text{ mm}^4$$

$$EI_{ef} = \Sigma(E_i * I_i + \gamma * E_i * A_i * a_i^2)$$

$$= 11000 * \left(3 * \frac{1}{12} * 2300 * 40^3 + 2 * 2300 * 40 * \left(\frac{160}{2} - 20\right)^2\right)$$

$$= 7,6912 * 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

**Posudek ohyb:**

Statické působení prostý nosník

$$f_d = g_k * \gamma_G + q_k * \gamma_Q = 3,08 * 1,35 + 1,73 * 1,5 = 6,756 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} * f_d * l^2 = \frac{1}{8} * 6,756 * 4,6^2 = 17,87 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{I_{ef}} * e = \frac{17,87 * 10^6}{6,992 * 10^8} * 80 = 2,045 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Ed} \leq f_{m,d}$$

$$2,045 \text{ MPa} \leq 16,61 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

**Posudek smyk:**

$$k_{cr} = 0,67$$

$$b_{ef} = k_{cr} * b = 0,67 * 2,3 = 1,541 \text{ m}$$

$$A_{ef} = b_{ef} * \Sigma h_i = 1541 * 120 = 184\,920 \text{ mm}^2$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} * f_d * l = \frac{1}{2} * 6,756 * 4,6 = 15,54 \text{ kN}$$

$$\tau_{Ed} = \frac{3}{2} * \frac{V_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{3}{2} * \frac{15,54}{0,184920} = 0,126 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Ed} \leq f_{v,d}$$

$$0,126 \text{ MPa} \leq 2,77 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

**Průhyb:**

Třída provozu = 1

$$k_{1,def} = 0,6$$

$$\psi_{2,1} = 0$$

$$W_{ref} = \frac{5}{384} * \frac{l^4}{EI_{ef}} = \frac{5}{384} * \frac{4,6^4}{7,6912 * 10^3} = 0,803$$

$$W_{1,inst,g} = W_{ref} * g_k = 0,803 * 3,08 = 2,5 \text{ mm}$$

$$W_{2,inst,g} = W_{ref} * q_k = 0,803 * 1,73 = 1,4 \text{ mm}$$

1) Součet průhybů od stálého a proměnného zatížení:

$$W_{inst} = W_{1,inst} + W_{2,inst} = 2,5 + 1,4 = 3,9 \text{ mm}$$

$$W_{inst} \leq W_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4600}{300} = 15,33 \text{ mm VYHOVUJE}$$

2) Konečný průhyb

$$\begin{aligned} W_{net,fin} &= W_{1,inst}(1 + k_{def}) + W_{2,inst}(1 + \psi_{2,1} * k_{def}) \\ &= 2,5 * (1 + 0,6) + 1,4 * (1 + 0,0 * 0,6) = 5,4 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$W_{net,fin} \leq W_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4600}{250} = 18,4 \text{ mm VYHOVUJE}$$

## 2.2. Stopní panel CLT BBS XL C24

### Zatížení:

$g_{k,ost} = 0,56 \text{ kN/m}^2$  ostatní stálé strop

$g_{k,0} = 2,77 \text{ kN/m}$  vlastní tíha panelu

$q_{k,strop} = 3,0 \text{ kN/m}^2$  užité zatížení strop

$q_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$  přemístitelné přičky

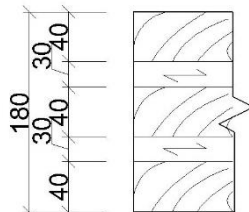
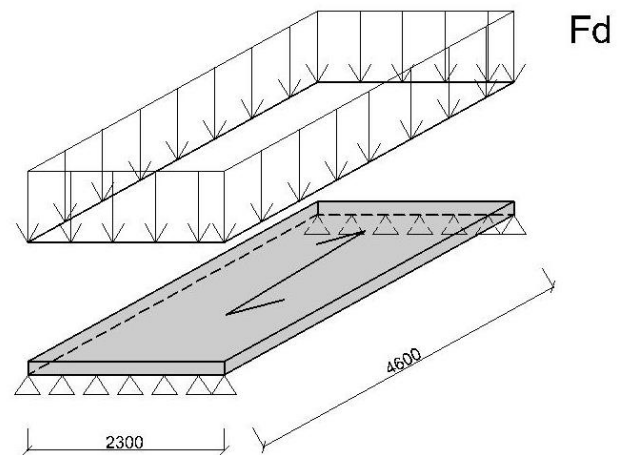
$\gamma_G = 1,35$

$\gamma_Q = 1,5$

$b_{zat} = 2,3 \text{ m}$  zatěžovací šířka panelu

$g_{k,celk} = 4,058 \text{ kN/m}$

$q_{k,celk} = 8,05 \text{ kN/m}$



### Průřez:

$l = 4,600 \text{ m}$

$b = 2,300 \text{ m}$

$h = 180 \text{ mm}$

$A = 0,368 \text{ m}^2$

$e = 90 \text{ mm}$

C24(SI)

$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$

$f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$

$\gamma_M = 1,3$

$k_{mod} = 0,8$

$$f_{m,d} = k_{mod} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{24,0}{1,30} = 14,769 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{mod} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{4,0}{1,30} = 2,462 \text{ MPa}$$

Lamely:

$S_{1,x} = 40$  mm podélný směr

$S_{2,y} = 30$  mm příčný směr

$S_{3,x} = 40$  mm podélný směr

$S_{4,y} = 30$  mm příčný směr

$S_{5,x} = 40$  mm podélný směr

$$I_{ef} = \Sigma(I_i + \gamma * A_i * a_i^2) = 3 * \frac{1}{12} * 2300 * 40^3 + 2 * 2300 + 40 * \left(\frac{180}{2} - 20\right)^2$$
$$= 9,384 * 10^8 \text{ mm}^4$$

$$EI_{ef} = \Sigma(E_i * I_i + \gamma * E_i * A_i * a_i^2)$$
$$= 11000 * \left(3 * \frac{1}{12} * 2300 * 40^3 + 2 * 2300 + 40 * \left(\frac{180}{2} - 20\right)^2\right)$$
$$= 10,3224 * 10^{12} \text{ Nmm}^2$$

**Posudek ohyb:**

Statické působení prostý nosník

$$f_d = g_k * \gamma_G + q_k * \gamma_Q = 4,058 * 1,35 + 8,05 * 1,5 = 17,553 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} * f_d * l^2 = \frac{1}{8} * 17,553 * 4,6^2 = 46,43 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_{Ed} = \frac{M_{Ed}}{I_{ef}} * e = \frac{46,43 * 10^6}{9,384 * 10^8} * 90 = 4,453 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Ed} \leq f_{m,d}$$

$$4,453 \text{ MPa} \leq 14,769 \text{ MPa VYHOVUJE}$$



**Posudek smyk:**

$$k_{cr} = 0,67$$

$$b_{ef} = k_{cr} * b = 0,67 * 2,3 = 1,541 \text{ m}$$

$$A_{ef} = b_{ef} * \Sigma h_i = 1541 * 120 = 184\,920 \text{ mm}^2$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} * f_d * l = \frac{1}{2} * 17,553 * 4,6 = 40,372 \text{ kN}$$

$$\tau_{Ed} = \frac{3}{2} * \frac{V_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{3}{2} * \frac{40,732}{0,184920} = 0,330 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Ed} \leq f_{v,d}$$

$$0,330 \text{ MPa} \leq 2,46 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

**Průhyb:**

Třída provozu = 1

$$k_{1,def} = 0,6$$

$$\psi_{2,1} = 0,7$$

$$W_{ref} = \frac{5}{384} * \frac{l^4}{EI_{ef}} = \frac{5}{384} * \frac{4,6^4}{10,322 * 10^3} = 0,564$$

$$W_{1,inst,g} = W_{ref} * g_k = 0,564 * 4,06 = 2,3 \text{ mm}$$

$$W_{2,inst,g} = W_{ref} * q_k = 0,564 * 8,05 = 4,5 \text{ mm}$$

1) Součet průhybů od stálého a proměnného zatížení:

$$W_{inst} = W_{1,inst} + W_{2,inst} = 2,3 + 4,5 = 6,8 \text{ mm}$$

$$W_{inst} \leq W_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4600}{300} = 15,33 \text{ mm VYHOVUJE}$$

2) Konečný průhyb

$$\begin{aligned} W_{net,fin} &= W_{1,inst}(1 + k_{def}) + W_{2,inst}(1 + \psi_{2,1} * k_{def}) \\ &= 2,3 * (1 + 0,6) + 4,5 * (1 + 0,7 * 0,6) = 8,7 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$W_{net,fin} \leq W_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4600}{250} = 18,4 \text{ mm VYHOVUJE}$$

## 2.3. Střešní vaznice 1.1 – střecha 1

### Zatížení:

$g_{k,ost} = 0,59 \text{ kN/m}^2$  ostatní stálé střecha

$g_{k,0} = 0,12 \text{ kN/m}$  vlastní tíha panelu

$q_{k,střechat} = 0,75 \text{ kN/m}^2$  užité zatížení střechy

$s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$  sněh

$W_{k,f} = -1,60 \text{ kN/m}^2$  vítr sání

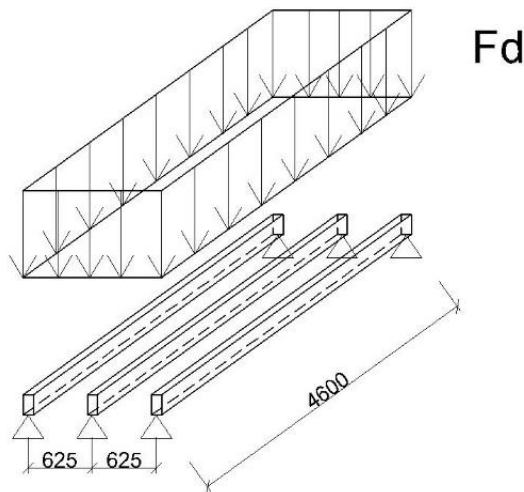
$\gamma_G = 1,35$

$\gamma_Q = 1,5$

$b_{zat} = 0,625 \text{ m}$  zatěžovací šířka panelu

$g_{k,celk} = 0,49 \text{ kN/m}$

$q_{k,celk} = 0,47 \text{ kN/m}$



Užitné zatížení se se zatížením sněhem nekombinuje a užité zatížení střech pro kategorie H je v našem případě rozhodující. Zatížení působí max. na ploše 10 m<sup>2</sup>. Zatížení větrem působí sáním, tedy v opačném směru než ostatní zatížení, takže se ve výpočtu s ním neuvažuje.

### Průřez:

$l = 4,600 \text{ m}$

$b = 100 \text{ mm}$

$h = 200 \text{ mm}$

$A = 0,02 \text{ m}^2$

$W_z = 666\,667 \text{ mm}^3$

$I_z = 66\,666\,667 \text{ mm}^4$

C24(SI)

$E_{0,mean} = 11000 \text{ MPa}$

$f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 4,0 \text{ MPa}$

$\gamma_M = 1,3$

$k_{mod} = 0,9$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{24,0}{1,30} = 16,61 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{4,0}{1,30} = 2,77 \text{ MPa}$$

### Posudek ohyb:

Statické působení prostý nosník

$$f_d = g_k * \gamma_G + q_k * \gamma_Q = 0,49 * 1,35 + 0,47 * 1,5 = 1,37 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} * f_d * l^2 = \frac{1}{8} * 1,37 * 4,6^2 = 3,62 \text{ kN/m}$$

$$\sigma_{m,Ed} = \frac{M_{Ed}}{I_z} * e = \frac{3,62 * 10^6}{66,666 * 10^6} * 50 = 5,43 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Ed} \leq f_{m,d}$$

$$5,43 \text{ MPa} \leq 16,61 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

### Posudek smyk:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$b_{ef} = k_{cr} * b = 0,67 * 0,1 = 0,067 \text{ m}$$

$$A_{ef} = b_{ef} * h = 67 * 200 = 13\,400 \text{ mm}^2$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} * f_d * l = \frac{1}{2} * 1,37 * 4,6 = 3,15 \text{ kN}$$

$$\tau_{Ed} = \frac{3}{2} * \frac{V_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{3}{2} * \frac{3,15}{0,0134} = 0,352 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Ed} \leq f_{v,d}$$

$$0,352 \text{ MPa} \leq 2,77 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

**Průhyb:**

Třída provozu = 1

$$k_{1,def} = 0,6$$

$$\psi_{2,1} = 0$$

$$W_{ref} = \frac{5}{384} * \frac{l^4}{EI} = \frac{5}{384} * \frac{1,060 * 4,6^4}{11000 * 66 * 10^{-3}} = 8,0$$

$$W_{1,inst,g} = W_{ref} * g_k = 8,0 * 0,49 = 3,9 \text{ mm}$$

$$W_{2,inst,g} = W_{ref} * q_k = 8,0 * 0,47 = 3,8 \text{ mm}$$

1) Součet průhybů od stálého a proměnného zatížení:

$$W_{inst} = W_{1,inst} + W_{2,inst} = 3,9 + 3,8 = 7,7 \text{ mm}$$

$$W_{inst} \leq W_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{4600}{300} = 15,33 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}$$

2) Konečný průhyb

$$\begin{aligned} W_{net,fin} &= W_{1,inst}(1 + k_{def}) + W_{2,inst}(1 + \psi_{2,1} * k_{def}) \\ &= 3,9 * (1 + 0,6) + 3,8 * (1 + 0,0 * 0,6) = 10,04 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$W_{net,fin} \leq W_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{4600}{250} = 18,4 \text{ mm} \text{ VYHOVUJE}$$

## 2.4. Vazník 1.4 - střecha

### Zatížení:

Průběh vnitřních sil převzatý ze statického programu Dlubal – RFEM

Kombinace zatížení KZ:

Vlastní tíha

Ostatní stálé – střešní plášť 1

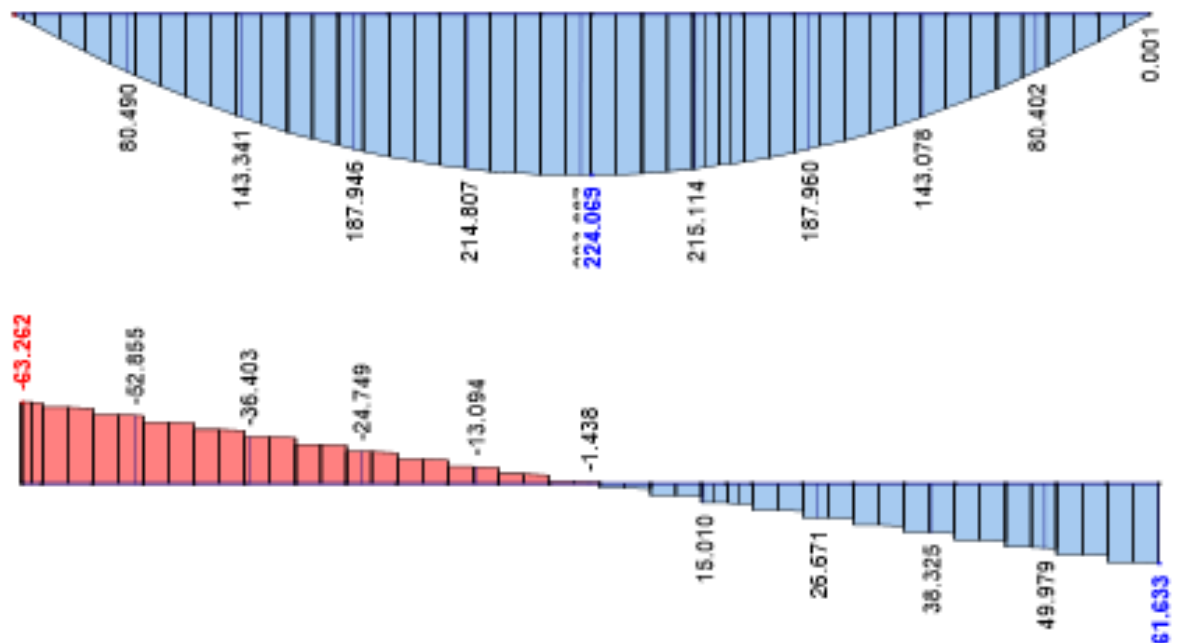
Sníh

Užitné zatížení střech kategorie H se se zatížením sněhem nekombinuje a v našem případě je rozhodující zatížení sněhem. Zatížení větrem působí sáním, tedy v opačném směru než ostatní zatížení, takže se ve výpočtu s ním neuvažuje.

### Vnitřní síly:

$M_{Ed} = 224,0 \text{ kNm}$

$V_{Ed} = 63,262 \text{ kN}$



Průřez:

$$l = 14,0 \text{ m}$$

$$b = 180 \text{ mm}$$

$$h = 800 \text{ mm}$$

$$A = 0,144 \text{ m}^2$$

$$W_y = 19\,200\,000 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 4\,320\,000 \text{ mm}^3$$

$$I_y = 7\,680\,000\,000 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 388\,800\,000 \text{ mm}^4$$

GL 24h

$$E_{0,\text{mean}} = 11\,600 \text{ MPa}$$

$$E_{0,05} = 9\,400 \text{ MPa}$$

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$$

$$f_{c,0,k} = 24,0 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,25$$

$$k_{\text{mod}} = 0,9$$

$$i_y = 230,9 \text{ mm}$$

$$i_z = 52,0 \text{ mm}$$

$$\beta_c = 0,1 \text{ pro LLD}$$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{24,0}{1,25} = 17,28 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{3,5}{1,25} = 2,52 \text{ MPa}$$

### Stabilita prvku klopení:

$L = 0,625 \text{ m}$  délka nosníku bez zajištění kde by mohl klopat

$l_{ef}/l = 0,9$  tab. 6.1. – účinná délka jako poměr rozpětí

$l = 0,9 * 0,625 + 2 * h = 0,9 * 0,625 + 2 * 0,8 = 2,163 \text{ m}$  zatížení působí na tlačném okraji nosníku

$$G_{m,crit} = \frac{0,78 * b^2}{l_{ef} * h} * E_{0,05} = \frac{0,78 * 0,18^2}{2,163 * 0,8} * 9\,400 = 137,316 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{yrel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{G_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,0}{137,316}} = 0,418$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1,56 - 0,75 * \lambda_{rel,m} & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ & \text{pro } 1,4 \leq \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

$$k_{crit} = 1,0$$

### Posudek klopení:

$$\sigma_{m,Ed} \leq k_{crit} * f_{m,d}$$

$$\sigma_{m,Ed} = \frac{M_{Ed}}{I_z} * e = \frac{224,0 * 10^6}{7680 * 10^6} * 400 = 11,667 \text{ MPa}$$

$$11,667 \text{ MPa} \leq 1,0 * 17,28 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

### Posudek smyk:

$$k_{cr} = 0,67$$

$$b_{ef} = k_{cr} * b = 0,67 * 0,180 = 0,121 \text{ m}$$

$$A_{ef} = b_{ef} * h = 121 * 800 = 96 \text{ 800 mm}^2$$

$$\tau_{Ed} = \frac{3}{2} * \frac{V_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{3}{2} * \frac{61,63}{0,968} = 0,955 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Ed} \leq f_{v,d}$$

$$0,955 \text{ MPa} \leq 2,52 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

### Průhyb:

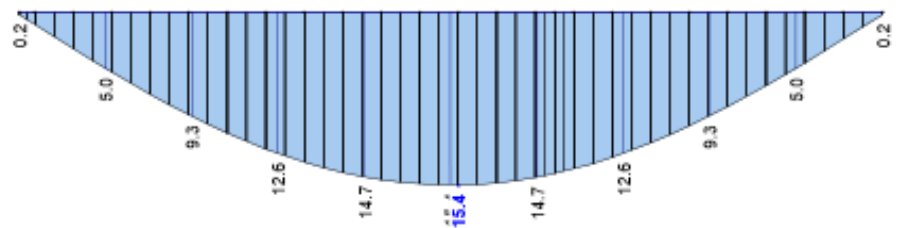
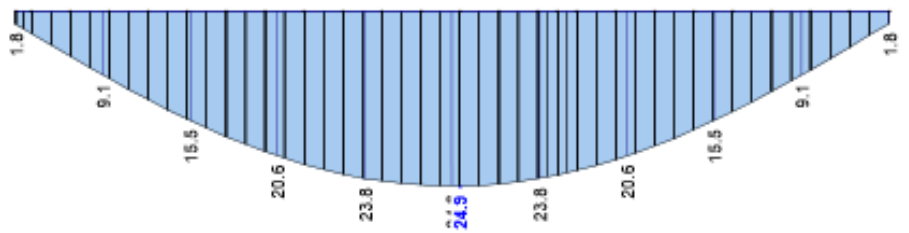
Třída provozu = 1

$$k_{1,def} = 0,6$$

$$\psi_{2,1} = 0$$

$$W_{1,inst,g} = 24,9 \text{ mm}$$

$$W_{2,inst,g} = 15,4 \text{ mm}$$



1) Součet průhybů od stálého a proměnného zatížení:

$$W_{\text{inst}} = W_{1,\text{inst}} + W_{2,\text{inst}} = 24,9 + 15,4 = 40,3 \text{ mm}$$

$$W_{\text{inst}} \leq W_{\text{inst,lim}} = \frac{l}{300} = \frac{14000}{300} = 46,66 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

2) Konečný průhyb:

$$\begin{aligned} W_{\text{net,fin}} &= W_{1,\text{inst}}(1 + k_{\text{def}}) + W_{2,\text{inst}}(1 + \psi_{2,1} * k_{\text{def}}) \\ &= 24,9 * (1 + 0,6) + 15,4 * (1 + 0,0 * 0,6) = 55,24 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$W_{\text{net,fin}} \leq W_{\text{net,fin,lim}} = \frac{l}{250} = \frac{14000}{250} = 56 \text{ mm} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posudek ostatních vazníků je v příloze, jedná se o vazníky:

Vazník 2.1

Vazník 3.1

Vazník 4.1

Vazník 5.1

Vazník 6.1



## 2.5. Vazník 1.2 – strop 3.NP

### Zatížení:

Kombinace zatížení KZ:

- Vlastní tíha
- Ostatní stálé – strop
- Užitné zatížení kategorie C
- Přemístitelné přičky

$g_{k,ost} = 0,56 \text{ kN/m}^2$  ostatní stálé strop

$g_{k,0} = 2,11 \text{ kN/m}$  vlastní tíha

$q_k = 3,00 \text{ kN/m}^2$  užitné zatížení kategorie C

$q_k = 0,50 \text{ kN/m}^2$  užitné přemístitelné přičky

$\gamma_G = 1,35$

$\gamma_Q = 1,5$

$b_{zat} = 4,6 \text{ m}$  zatěžovací šířka

$g_{k,celk} = 12,31 \text{ kN/m}$

$q_{k,celk} = 15,30 \text{ kN/m}$

### Průřez:

$l = 14,0 \text{ m}$

$b = 440 \text{ mm}$

$h = 960 \text{ mm}$

$A = 0,4224 \text{ m}^2$

$W_z = 67\,584\,000 \text{ mm}^3$

$I_z = 32\,440\,320\,000 \text{ mm}^4$

GL 24h

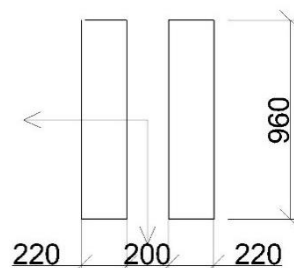
$E_{0,mean} = 11500 \text{ MPa}$

$f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$

$f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa}$

$\gamma_M = 1,25$

$k_{mod} = 0,8$



$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{24,0}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{3,5}{1,25} = 2,24 \text{ MPa}$$

**Posudek ohyb:**

$$f_d = g_k * \gamma_G + q_k * \gamma_Q = 12,31 * 1,35 + 15,3 * 1,5 = 39,57 \text{ kN/m}$$

$$M_{Ed} = \frac{1}{8} * f_d * l^2 = \frac{1}{8} * 39,57 * 14,0^2 = 969,56 \text{ kNm}$$

$$\sigma_{m,Ed} = \frac{M_{Ed}}{I_z} * e = \frac{969,56 * 10^6}{22\,440,32 * 10^6} * 480 = 14,346 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{Ed} \leq f_{m,d}$$

$$14,346 \text{ MPa} \leq 15,36 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

**Posudek smyk:**

$$k_{cr} = 0,67$$

$$b_{ef} = k_{cr} * b = 0,67 * 0,44 = 0,295 \text{ m}$$

$$A_{ef} = b_{ef} * h = 295 * 960 = 283\,200 \text{ mm}^2$$

$$V_{Ed} = \frac{1}{2} * f_d * l = \frac{1}{2} * 39,57 * 14,0 = 277,02 \text{ kN}$$

$$\tau_{Ed} = \frac{3}{2} * \frac{V_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{3}{2} * \frac{277,02}{0,283\,2} = 1,467 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Ed} \leq f_{v,d}$$

$$1,467 \text{ MPa} \leq 2,24 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

**Průhyb:**

Třída provozu = 1

 $k_{1,def} = 0,6$  $\psi_{2,1} = 0,7$  – kategorie C shromažďovací plochy

$$W_{ref} = \frac{5}{384} * \frac{l^4}{EI} = \frac{5}{384} * \frac{14,0^4}{11000 * 32\,440} = 1,3$$

$$W_{1,inst,g} = W_{ref} * g_k = 1,3 * 12,31 = 16,0 \text{ mm}$$

$$W_{2,inst,g} = W_{ref} * q_k = 1,3 * 15,30 = 19,9 \text{ mm}$$

1) Součet průhybů od stálého a proměnného zatížení:

$$W_{inst} = W_{1,inst} + W_{2,inst} = 16,0 + 19,9 = 35,9 \text{ mm}$$

$$W_{inst} \leq W_{inst,lim} = \frac{l}{300} = \frac{14000}{300} = 46,66 \text{ mm } \textit{VYHOVUJE}$$

2) Konečný průhyb

$$\begin{aligned} W_{net,fin} &= W_{1,inst}(1 + k_{def}) + W_{2,inst}(1 + \psi_{2,1} * k_{def}) \\ &= 16,0 * (1 + 0,6) + 19,9 * (1 + 0,7 * 0,6) = 53,9 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$W_{net,fin} \leq W_{net,fin,lim} = \frac{l}{250} = \frac{14000}{250} = 56,0 \text{ mm } \textit{VYHOVUJE}$$

Posudek vazníků je v příloze v tabulce statické části, jedná se o vazníky:

Vazník 2.2

Vazník 3.3

Vazník 4.2

Vazník 5.2

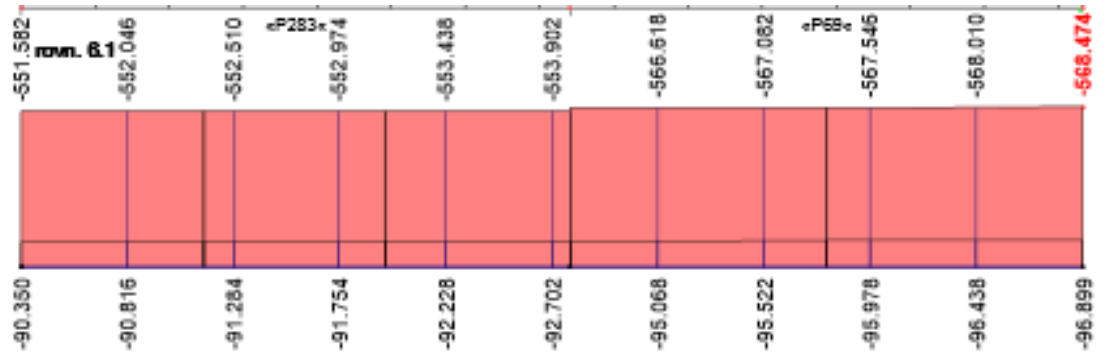
Vazník 6.2

## 2.6. Sloup 1–1.NP

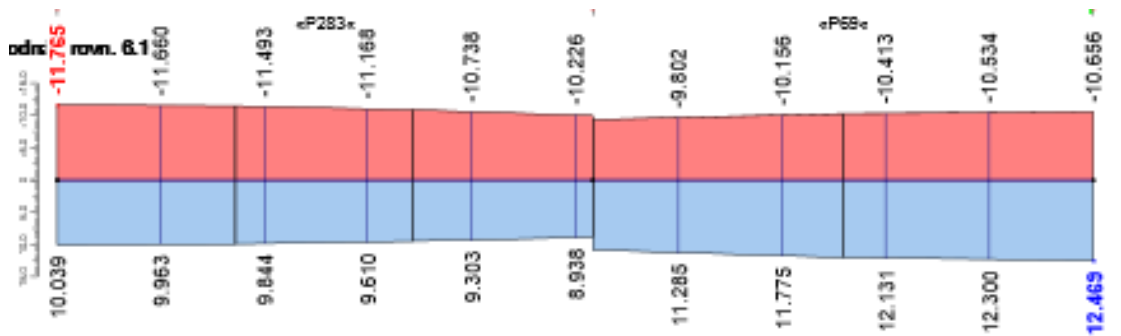
Zatížení:

Zatížení převzaté ze statického programu RFEM – Dlubal.

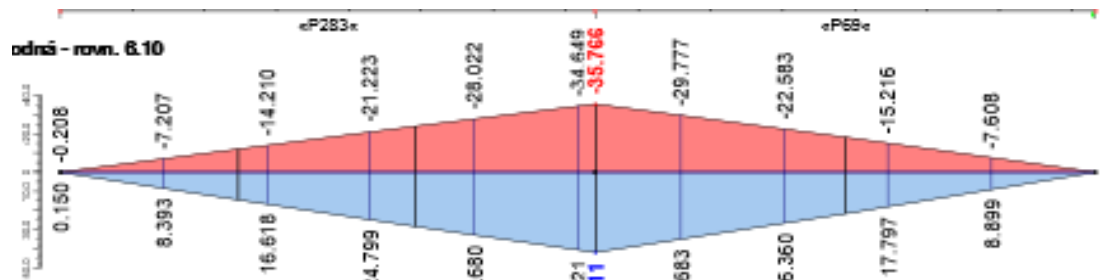
N [kN]



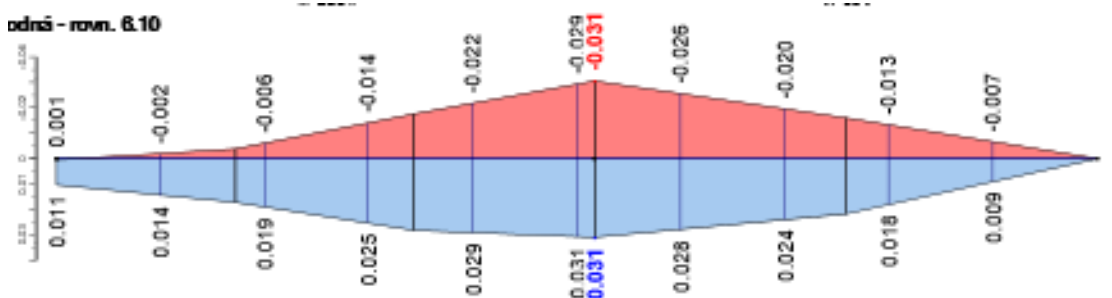
V [kN]



My [kNm]



Mz [kNm]



Průřez:

$$l = 7,16 \text{ m}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$h = 480 \text{ mm}$$

$$A = 0,096 \text{ m}^2$$

$$I_y = 1\,843\,200\,200 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 320\,000\,000 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 7\,680\,000 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 3\,200\,000 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 138,6 \text{ mm}$$

$$i_z = 57,7 \text{ mm}$$

$$k_m = 0,7 \text{ pro obdélníkové průřezy}$$

GL 24 h

$$E_{0,05} = 9\,600 \text{ MPa}$$

$$E_{0,\text{mean}} = 11\,500 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{0,\text{mean}} = 650 \text{ MPa}$$

$$f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$$

$$f_{c,o,k} = 24 \text{ MPa}$$

$$f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa}$$

$$\gamma_M = 1,25$$

$$k_{\text{mod}} = 0,8$$

$$f_{c,0,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{c,0,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{24,0}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

$$f_{m,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{m,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{24,0}{1,25} = 15,36 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = k_{\text{mod}} * \frac{f_{v,k}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{3,5}{1,25} = 2,24 \text{ MPa}$$

Vnitřní síly:

$$N_{Ed} = 568,474 \text{ kN}$$

$$M_{y,Ed} = 35,51 \text{ kNm}$$

$$M_{z,Ed} = 0,031 \text{ kNm}$$

$$V_{Ed} = 12,469 \text{ kN}$$

**Posudek stabilita sloupu:**

Vybočení ve směru „z“:

$$l_{cr,y} = 3,7 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{3,700}{0,1386} = 26,702$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{26,702}{\pi} * \sqrt{\frac{24,0}{9600}} = 0,429$$

$$k_y = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = \\ = 0,5 * (1 + 0,1 * (0,429 - 0,3) + 0,429^2) = 0,598$$

$\beta_c=0,1$  pro LLD

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,598 + \sqrt{0,598^2 - 0,429^2}} = 0,986$$

Vybočení ve směru „y“:

$$l_{cr,z} = 3,7 \text{ m}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{3,700}{0,0577} = 64,086$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{64,086}{\pi} * \sqrt{\frac{24,0}{9600}} = 1,031$$

$$k_z = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,z} - 0,3) + \lambda_{rel,z}^2) = \\ = 0,5 * (1 + 0,1 * (1,031 - 0,3) + 1,031^2) = 1,068$$

$\beta_c=0,1$  pro LLD

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,068 + \sqrt{1,068^2 - 1,031^2}} = 0,743$$

### Stabilita prvku klopení:

$l = 3,7$  m délka sloupu bez zajištění kde by mohl klopat

$l_{ef}/l = 0,8$  tab. 6.1. – účinná délka jako poměr rozpětí

$l = 0,8 * l + 2 * h = 0,8 * 3,7 + 2 * 0,48 = 3,92$  m zatížení působí na tlačném okraji nosníku

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 * b^2}{l_{ef} * h} * E_{0,05} = \frac{0,78 * 0,2^2}{3,92 * 0,48} * 9\,400 = 155,867 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,0}{155,867}} = 0,392$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 * \lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 \leq \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

$$k_{crit} = 1,0$$

### Posudek:

$$\sigma_{m,y,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{I_y} * e_z = \frac{35,51 * 10^6}{1\,843,2 * 10^6} * 240 = 4,624 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,Ed} = \frac{M_{z,Ed}}{I_z} * e_y = \frac{0,031 * 10^6}{320 * 10^6} * 100 = 0,010 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{568,474}{0,096} = 5,922 \text{ MPa}$$

V případě existence pouze momentu:

$$\sigma_{m,Ed} \leq k_{crit} * f_{m,d}$$

$$4,624 \text{ MPa} \leq 1,0 * 15,36 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

V případě kombinace momentu a tlakové síly:

$$\left( \frac{\sigma_{m,Ed}}{k_{crit} * f_m} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,Ed}}{k_{c,z} * f_{c,0,d}} \leq 1,0$$

$$\left( \frac{4,624}{1 * 15,36} \right)^2 + \frac{5,922}{0,743 * 15,36} = 0,61 \leq 1,0 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

Vzpěr k ose z:

$$\frac{\sigma_{c,0,Ed}}{k_{c,y} * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,y,Ed}}{f_{m,y,d}} + k_m * \frac{\sigma_{m,zEd}}{f_{m,z,d}} \leq 1,0$$
$$\frac{5,992}{0,986 * 15,36} + \frac{4,642}{15,36} + 0,7 * \frac{0,010}{15,36} = 0,693 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

Vzpěr k ose y:

$$\frac{\sigma_{c,0,Ed}}{k_{c,z} * f_{c,0,d}} + \frac{\sigma_{m,z,Ed}}{f_{m,z,d}} + k_m * \frac{\sigma_{m,yEd}}{f_{m,y,d}} \leq 1,0$$
$$\frac{5,992}{0,743 * 15,36} + \frac{0,010}{15,36} + 0,7 * \frac{4,624}{15,36} = 0,730 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

**Posudek smyk:**

$$k_{cr} = 0,67$$

$$b_{ef} = k_{cr} * b = 0,67 * 0,200 = 0,134 \text{ m}$$

$$A_{ef} = b_{ef} * h = 134 * 480 = 64\,320 \text{ mm}^2$$

$$\tau_{Ed} = \frac{3}{2} * \frac{V_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{3}{2} * \frac{12,469}{0,064\,320} = 0,291 \text{ MPa}$$

$$\tau_{Ed} \leq f_{v,d}$$

$$0,291 \text{ MPa} \leq 2,240 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

Posudek sloupů je v příloze v tabulce statické části, jedná se o sloupy:

Sloup 2

Sloup 3

Sloup 4

Sloup 5

Sloup 6



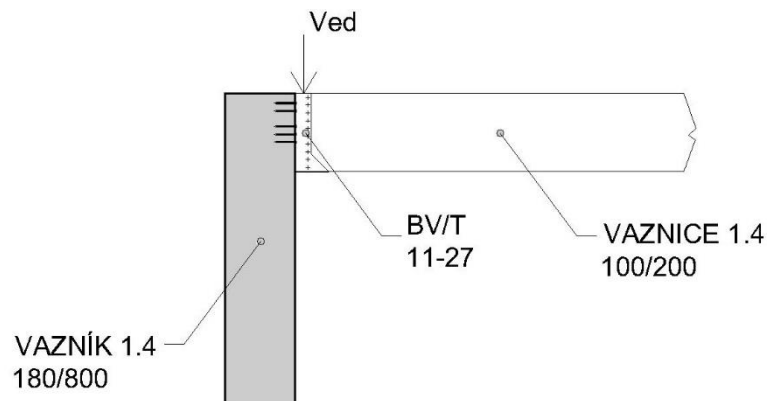
## 2.7. Přípoj 1 - vaznice 1.4 k vazníku 1.4 – střecha 1

Viz. Výkres – Detail spoje 2

Návrhové zatížení:

$$V_{Ed} = 3,15 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = -2,33 \text{ kN sání}$$



- Přípoj vaznice k vazníku pomocí třmenu: **BV/T 11-27/ 100**

- tloušťka plechu 2,0 mm

1) Stanovení únosnosti pechů oslabené otvory – připojení uší třmenu do vazníku

$$b_{osl} = 29,0 \text{ mm}$$

$$F_{us} = 0,243 * (2*29) * 2 = 28,118 \text{ kN}$$

2) stanovení únosnosti konvexní hřebík **BV/KH 15-01**

- ocel: 11 373

- rozměr hřebíku: 4,0 x 60 mm

Únosnost hřebíků udává výrobce Bova nail.

$F_{vR,k} = 0,71 \text{ kN}$  charakteristická únosnost ve stříhu

$F_{tR,k} = 0,64 \text{ kN}$  charakteristická únosnost ve vytažení

$$\gamma_M = 1,3$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$F_{vR,d} = k_{mod} * \frac{F_{vR,k}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{0,71}{1,3} = 0,491 \text{ kN návrhová únosnost 1 hřebíku}$$

$$n * \frac{V_{Ed}}{F_{vR,d}} = \frac{3,15}{0,491} = 6,415 \text{ ks navrhuji ve spoji 10 konvexních hřebíků}$$

## 2.8. Přípoj 2 - vazníku 1.2 a vazníku 5.2 ke sloupu 1.1

Viz. Výkres – Detail spoje 2

### 2.8.1. Přípoj vazníku 5.2 ke sloupu 1.1 pomocí vrutů SFS intec WS-T-7 a svorníků M20

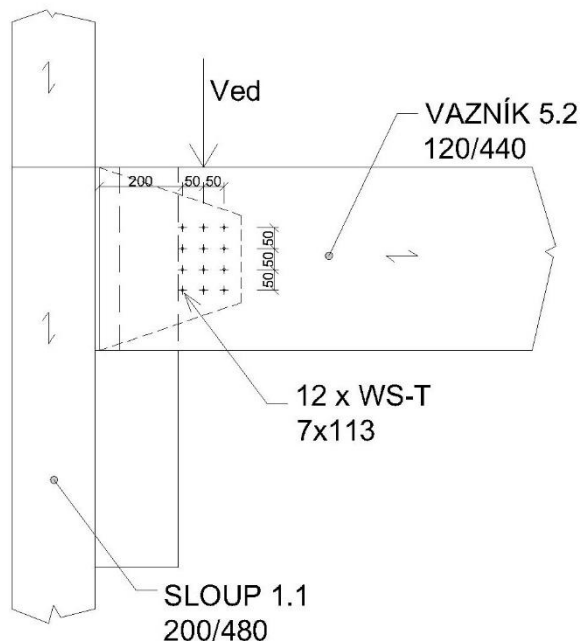
Návrhové zatížení:

$$V_{Ed} = 30,15 \text{ kN}$$

$t_1 = 120 \text{ mm}$  vaznice 5.1

$d = 7 \text{ mm}$  průměr kolíku prostředku

Pro vrtnou špici a neprovrtaný zbytek dřeva se z celkové tloušťky dřeva  $b = 120 \text{ mm}$  ve výpočtu odečítá z jedné strany  $19 \text{ mm}$ .



Ocelový plech:

Jakosti S235

$t_{b,plech} = 10 \text{ mm}$  tlouška jednoho plechu

Ve spoji je použit **jeden plech**, tedy  $1 \times t_{b,plech} = 10 \text{ mm}$

Kolík WS-T 7x113:

$t_1 = 54 \text{ mm}$

Únosnost kolíku převzata od výrobce SFS intec, která je stanovena pro LLD GL 24h a při dodržení doporučených roztečí

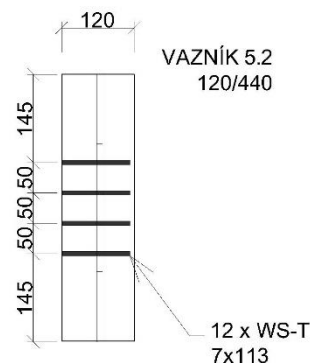
$R_{k,kolík} = 7,13 \text{ kN}$  charakteristická únosnost pro jeden kolík vrtaný jedním plechem

$\gamma_M = 1,30$

$k_{mod} = 0,8$

$$R_{d,kolík} = k_{mod} * \frac{R_{k,kolík}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{7,13}{1,3} = 4,39 \text{ kN}$$

$$p = \frac{V_{Ed}}{R_{d,kolík}} = \frac{30,15}{4,39} = 6,9 \text{ navrhuji } 12 \text{ kolíků WS - T } 7 \times 113$$



$n_{ef,3} = 2,31$  efektivní počet kolíku za sebou ve směru vláken pro 3 kolíky za sebou

$s = 4,0$  počet řad

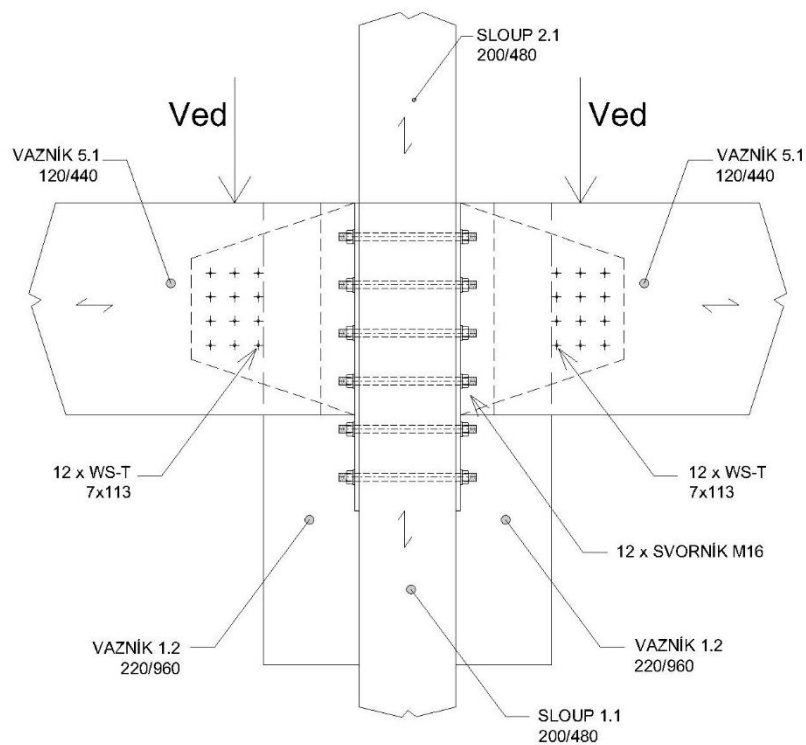
### 2.8.1.1. Posudek spoj vaznice 5.2 k ocelovému plechu $t_b = 10$ mm

$$R_{d,spoj} = R_{d,kolík} * n_{ef,3} * s = 4,39 * 2,31 * 4,0 = 40,56 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq R_{d,spoj}$$

$$30,15 \text{ kN} \leq 40,56 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}$$

### 2.8.1.2. Posudek spoj ocelové desky ke sloupu 1.1 svorníky M16



#### Svorníky M16:

$\alpha = 0^\circ$  úhel zatížení vzhledem k vláknům

$f_{u,k} = 360$  MPa charakteristická pevnost v tahu

$t_1 = 10$  mm tloušťka ocelové desky

$t_2 = 200$  mm tloušťka sloupu

$$M_{y,Rk} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360 * 16^{2,6} = 145\,927 \text{ Nmm}$$

$$k_{90} = 1,3 + 0,015d = 1,3 + 0,015 * 16 = 1,54$$

$f_{h,0,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu

$$f_{h,0,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k = 0,082 * (1 - 0,01 * 16) * 380 \\ = 26,174 \text{ MPa}$$

$f_{h,\alpha,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu pod úhlem k vláknům

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{26,174}{1,54 * \sin^2 90 + \cos^2 90} = 16,996 \text{ MPa}$$

Jendostřížně namáhané spojovací prostředky:

$$f_{h,0,k} = 26,996 \text{ MPa} \text{ sloup 1.1}$$

**Tenká ocelová deska:**

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} * f_{h,0,k} * t_2 * d \\ 1,15 * \sqrt{2 * M_{y,Rk} * f_{h,0,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \end{array} \right.$$

$$F_{ax,Rk} = 0,0 \text{ kN}$$

$$f_{h,0,k} * t_2 * d = 26,174 * 200 * 16 = 83,756 \text{ kN}$$

$$1,15 * \sqrt{2 * M_{y,Rk} * f_{h,0,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} = 1,15 * \sqrt{2 * 145\,927 * 26,174 * 16} \\ = 12,713 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk,1} = 12,713 \text{ kN}$$

$$k_{mod} = 0,8$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{12,713}{1,3}$$

$$= 7,824 \text{ kN návrhová únosnost na jednu stříhovou plochu}$$

$$n = \frac{V_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{60,23}{7,824} = 7,698 \text{ navrhuji 12 svorníků M20}$$

Účinná únosnost spojovacích prostředků pro jednu řadu rovnoběžnou s vlákny sloupu:

$n = 8$  počet svorníku rovnoběžně se směrem vláken

$r = 2$  počet řad

$a_1 = 100 \text{ mm}$

d=16 mm

$$n_{ef} = \min \left\{ n^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{a_1}{3 * d}} \right.$$

$$n^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{a_1}{3 * d}} = 6^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{100}{13 * 16}} = 4,176$$

$$n_{ef} = 5,81$$

$$F_{v,Rd,ef} = n_{ef} * F_{v,Rd} * r = 4,176 * 7,824 * 2 = 65,34 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} \leq F_{v,Rd,ef}$$

$$60,73 \text{ kN} \leq 65,34 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}$$

**Tabulka 8.4 - Minimální hodnoty roztečí a vzdálenosti od okrajů a konců pro svorníky**

Rozteče a vzdálenosti od konců/okrajů (viz obrázek 8.7)	Úhel	Minimální rozteče nebo vzdálenosti od konců/okrajů
$a_1$ (rovnoběžně s vlákny)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (kolmo k vláknům)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,t}$ (zatížený konec)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (nezatížený konec)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
$a_{4,t}$ (zatížený okraj)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (nezatížený okraj)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

Sloup 1.1

$$\alpha = 0^\circ$$

$$d = 16 \text{ mm}$$

$$a_1 = 80 \text{ mm}$$

$$a_2 = 64 \text{ mm}$$

$$a_{3,c} = 64 \text{ mm}$$

$$a_{4,t} = 48 \text{ mm}$$

### 2.8.1.3. Únosnost ocelové desky

Ocel: S235

$f_y = 235 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} = 1,0$

$t = 10 \text{ mm}$  tloušťka plechu

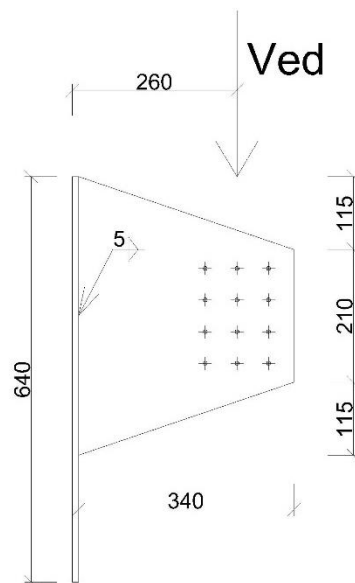
$A_{vz} = 0,21 * 0,01 - 0,01 * 4 * 0,007 = 1,82 * 10^{-3} \text{ m}^2$

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{1,82 * 10^{-3} * 235 * 10^6}{\sqrt{3} * 1,0} = 246,0 \text{ kN}$$

$V_{Ed} = 30,15 \text{ kN}$

$$V_{Ed} \leq V_{pl,Rd}$$

$30,15 \text{ kN} \leq 246,0 \text{ kN}$  VYHOVUJE



### 2.8.1.4. Únosnost svaru ocelové desky:

Ocel: S235

$\beta_w = 0,8$  pro ocel S235

$f_u = 360 \text{ MPa}$

$\gamma_{Mw} = 1,5$  součinitel materiálu pro svarové spoje

$a = 5 \text{ mm}$  šířka svaru

$l = 440 \text{ mm}$  délka svaru

#### Účinek posouvající síly:

$V_{Ed} = 30,15 \text{ kN}$

$$T_{II} = \frac{V_{Ed}}{2h * a} = \frac{30,15}{2 * 0,44 * 0,005} = 6,852 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{Mw} * \sqrt{3}} = \frac{360}{0,8 * 1,5 * \sqrt{3}} = 173,2 \text{ MPa}$$

#### Posudek:

$$T_{II} = \frac{V_{Ed}}{2h * a} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{Mw} * \sqrt{3}}$$

$6,852 \text{ MPa} \leq 173,2 \text{ MPa}$  VYHOVUJE

### Účinek momentu:

$$e = 260 \text{ mm}$$

$$M_{Ed} = V_{Ed} * e = 30,15 * 0,26 = 7,84 \text{ kNm}$$

$$W_{we} = 2 * \frac{1}{6} * a * l^2 = 2 * \frac{1}{6} * 0,005 * 0,440^2 = 3,227 * 10^{-4} \text{ m}^3$$

### Posudek:

$$\begin{aligned} \sigma_{\perp} = T_{\perp} &= \frac{M_{Ed}}{\sqrt{2} * W_{we}} = \frac{7,84 * 10^3}{\sqrt{2} * 3,227 * 10^{-4}} = 17,18 \text{ MPa} \leq \frac{f_u}{\beta_w * \gamma_{Mw}} \\ &= 300 \text{ MPa VYHOVUJE} \end{aligned}$$

## 2.8.2. Přípoj vazníku 1.2 ke sloupu 1.1 pomocí svorníků M20

### Návrhové zatížení:

$$V_{Ed} = 277,02 \text{ kN}$$

### Dvojitřizný spoj dřevo-dřevo:

$$t_1 = 200 \text{ mm}$$

$$t_2 = 200 \text{ mm}$$

d = 20 mm průměr spojovacího prostředku

$$\rho_{k,1} = 380 \text{ kg/m}^3 \text{ GL 24h}$$

$$\rho_{k,2} = 380 \text{ kg/m}^3 \text{ GL 24h}$$

### Svorníky M20:

$\alpha = 90^\circ$  úhel zatížení vzhledem k vláknům vazníku 1.1

$f_{u,k} = 360 \text{ MPa}$  charakteristická pevnost v tahu

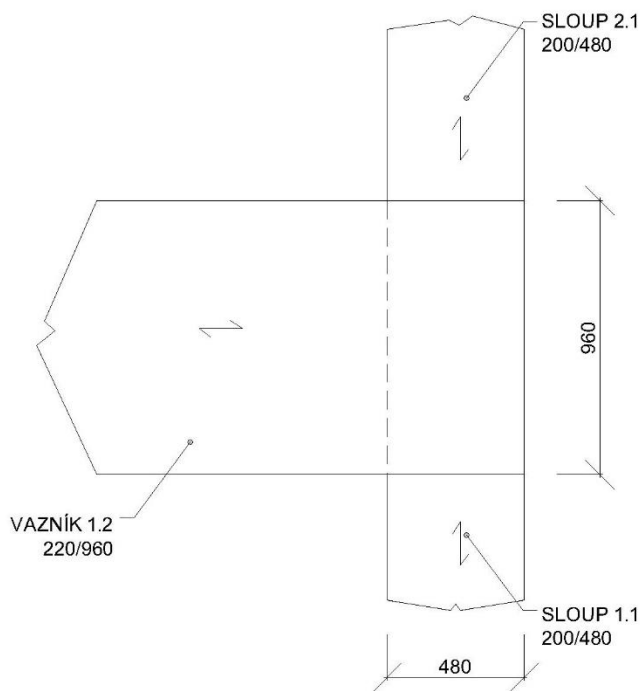
$$M_{y,Rk} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360 * 20^{2,6} = 260\,676 \text{ Nmm}$$

$$k_{90} = 1,3 + 0,015d = 1,3 + 0,015 * 20 = 1,6$$

$f_{h,0,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu

$$\begin{aligned} f_{h,0,k} &= 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k = 0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 380 \\ &= 24,928 \text{ MPa (sloup 1.1)} \end{aligned}$$

$f_{h,90,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu pod úhlem k vláknům



$$f_{h,90,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2\alpha + \cos^2\alpha} = \frac{24,928}{1,6 * \sin^2 90 + \cos^2 90}$$

$$= 15,58 \text{ MPa (vazník 1.2)}$$

Dvojstrážně namáhané spojovací prostředky:

$$f_{h,1,90,k} = 15,58 \text{ MPa vazník 1.2}$$

$$f_{h,2,0,k} = 24,928 \text{ MPa sloup 1.1}$$

$$\beta = \frac{f_{h,2,k}}{f_{h,1,\alpha,k}} = \frac{24,928}{15,58} = 1,6$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} * t_1 * d \\ 0,5 * f_{h,2,k} * t_2 * d \\ 1,05 * \frac{f_{h,1,\alpha,k} * t_1 * d}{2 + \beta} * \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,\alpha,k} * d * t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 1,15 * \sqrt{\frac{2\beta}{1 + \beta}} * \sqrt{2M_{y,Rk} * f_{h,1,\alpha,k} * d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$F_{ax,Rk} = 0,0 \text{ kN}$  protlačení podložek nezapočítáno do únosnosti

$$f_{h,1,\alpha,k} * t_1 * d = 15,58 * 200 * 20 = 62,320 \text{ kN}$$

$$0,5 * f_{h,2,k} * t_2 * d = 0,5 * 24,928 * 200 * 20 = 49,850 \text{ kN}$$

$$1,05 * \frac{f_{h,1,\alpha,k} * t_1 * d}{2 + \beta} * \left[ \sqrt{2\beta(1 + \beta) + \frac{4\beta(2 + \beta)M_{y,Rk}}{f_{h,1,\alpha,k} * d * t_1^2}} - \beta \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$= 1,05 * \frac{15,58 * 200 * 20}{2 + 1,6}$$

$$* \left[ \sqrt{2 * 1,6 * (1 + 0,625) + \frac{4 * 1,6 * (2 + 1,6) * 260\,676}{15,580 * 200 * 20^2}} - 1,6 \right]$$

$$= 24,844 \text{ kN}$$



$$1,15 * \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}} * \sqrt{2M_{y,Rk} * f_{h,1,\alpha,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}}$$

$$= 1,15 * \sqrt{\frac{2 * 1,6}{1 + 1,6}} * \sqrt{2 * 260\,676 * 15,58 * 20} = 16,261 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk} = 16,261 \text{ kN}$$

$$k_{mod} = 0,8$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{16,261}{1,3} = 10,007 \text{ kN}$$

návrhová únosnost jednoho spojovacího prostředku na jednu střížnou plochu

$$n = \frac{V_{Ed}}{2 * F_{v,Rd}} = \frac{277,02}{2 * 10,007}$$

$$= 13,85 \text{ navrhuji ve spoji 21 svorníku M20 ve 3 řadách}$$

$$n_{ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} n = 7 \\ n^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 * d}} = 7^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{140}{13 * 20}} = 4,93 \end{array} \right.$$

$$n_{ef} = 5,12$$

$s = 2$  počet stříhů

$r = 3$  počet řad svorníků

$$F_{v,Rd,ef} = n_{ef} * F_{v,Rd} * s * r = 4,93 * 10,007 * 2 * 3 = 294 \text{ kN}$$

**Posudek:**

$$V_{Ed} \leq F_{v,Rd,ef}$$

$$277,02 \text{ kN} \leq 294,0 \text{ kN VYHOVUJE}$$

**Tabulka 8.4 - Minimální hodnoty roztečí a vzdálenosti od okrajů a konců pro svorníky**

<b>Rozteče a vzdálenosti od konců/okrajů (viz obrázek 8.7)</b>	<b>Úhel</b>	<b>Minimální rozteče nebo vzdálenosti od konců/okrajů</b>
$a_1$ (rovnoběžně s vlákny)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (kolmo k vláknům)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,t}$ (zatížený konec)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (nezatížený konec)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
$a_{4,t}$ (zatížený okraj)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (nezatížený okraj)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

Vazník 1.2

$$\alpha = 90^\circ$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$a_1 = 80 \text{ mm}$$

$$a_2 = 140 \text{ mm}$$

$$a_{3,c} = 80 \text{ mm}$$

$$a_{4,t} = 80 \text{ mm}$$

Sloup 1.1

$$\alpha = 0^\circ$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$a_1 = 100 \text{ mm}$$

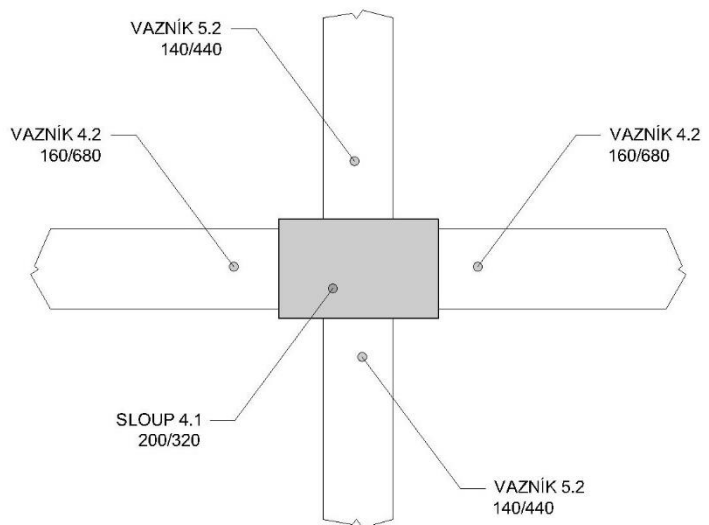
$$a_2 = 80 \text{ mm}$$

$$a_{3,c} = 80 \text{ mm}$$

$$a_{4,c} = 60 \text{ mm}$$

## 2.9. Přípoj 3 - vazníku 4.2 a vazníku 5.2 ke sloupu 4.1

Viz. Výkres – Detail spoje 3



### 2.9.1. Přípoj vazníku 4.2 ke sloupu 4.1

#### 2.9.1.1. Spoj ocelové desky libovolné tloušťky k vazníku 4.2 jako střední prvek

Návrhové zatížení:

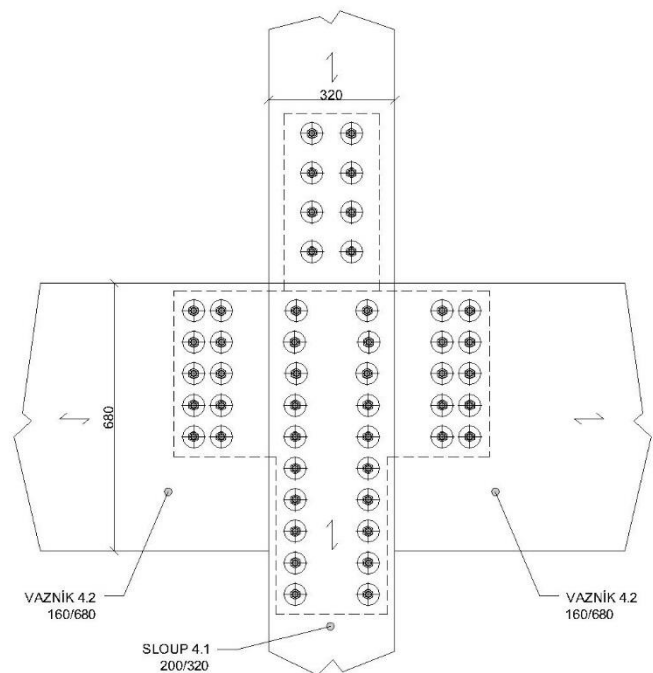
$V_{Ed} = 107,1 \text{ kN}$  z vazníku 4.2

$t_1 = 70 \text{ mm}$

$t_{\text{plech}} = 15 \text{ mm}$

$d = 16 \text{ mm}$

$\rho_{k,1} = 380 \text{ kg/m}^3$  GL 24h



**Svorníky M16:**

$\alpha = 90^\circ$  úhel zatížení vzhledem k vláknům vazníku 4.2

$f_{u,k} = 360 \text{ MPa}$  charakteristická pevnost v tahu

$$M_{y,Rk} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360 * 16^{2,6} = 145\,927 \text{ Nmm}$$

$$k_{90} = 1,3 + 0,015d = 1,3 + 0,015 * 20 = 1,6$$

$f_{h,0,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu

$$f_{h,0,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k = 0,082 * (1 - 0,01 * 16) * 380$$

$$= 26,174 \text{ MPa}$$

$f_{h,\alpha,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu pod úhlem k vláknům

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{26,174}{1,6 * \sin^2 90 + \cos^2 90} = 16,359 \text{ MPa}$$

Dvojstřížně namáhané spojovací prostředky:

$$f_{h,1,\alpha,k} = 16,359 \text{ MPa} \text{ vazník 4.2}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} * t_1 * d * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * f_{h,1,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \end{array} \right.$$

$F_{ax,Rk} = 0,0 \text{ kN}$  protlačení podložek nezapočítáno do únosnosti

$$f_{h,1,k} * t_1 * d = 16,359 * 70 * 16 = 18,322 \text{ kN}$$

$$f_{h,1,k} * t_1 * d * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$= 16,359 * 70 * 16 * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * 145\,927}{16,359 * 16 * 70^2}} - 1 \right] = 10,386 \text{ kN}$$

$$2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * f_{h,1,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} = 2,3 * \sqrt{145\,927 * 16,359 * 16} = 14,214 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk} = 10,386 \text{ kN}$$

$$k_{mod} = 0,8$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{10,386}{1,3} = 6,391 \text{ kN}$$

návrhová únosnost jednoho spojovacího prostředku na jednu stříhovou plochu

$$n = \frac{V_{Ed}}{2 * F_{v,Rd}} = \frac{107,1}{2 * 6,391} = 8,37 \text{ navrhuji ve spoji 10 svorníku M16}$$

**Tabulka 8.4 - Minimální hodnoty roztečí a vzdálenosti od okrajů a konců pro svorníky**

<b>Rozteče a vzdálenosti od konců/okrajů (viz obrázek 8.7)</b>	<b>Úhel</b>	<b>Minimální rozteče nebo vzdálenosti od konců/okrajů</b>
$a_1$ (rovnoběžně s vlákny)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (kolmo k vláknům)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,t}$ (zatížený konec)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (nezatížený konec)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
$a_{4,t}$ (zatížený okraj)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (nezatížený okraj)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

Vazník 4.2

$\alpha = 90^\circ$

$d = 16 \text{ mm}$

$a_1 = 64 \text{ mm}$

$a_2 = 64 \text{ mm}$

$a_{3,c} = 112 \text{ mm}$

$a_{4,t} = 64 \text{ mm}$

### 2.9.1.2. Spoj ocelové desky libovolné tloušťky ke sloupu 4.1 jako střední prvek

#### Návrhové zatížení:

$$2 \times V_{Ed} = 107,1 \text{ kN z vazníku 4.2}$$

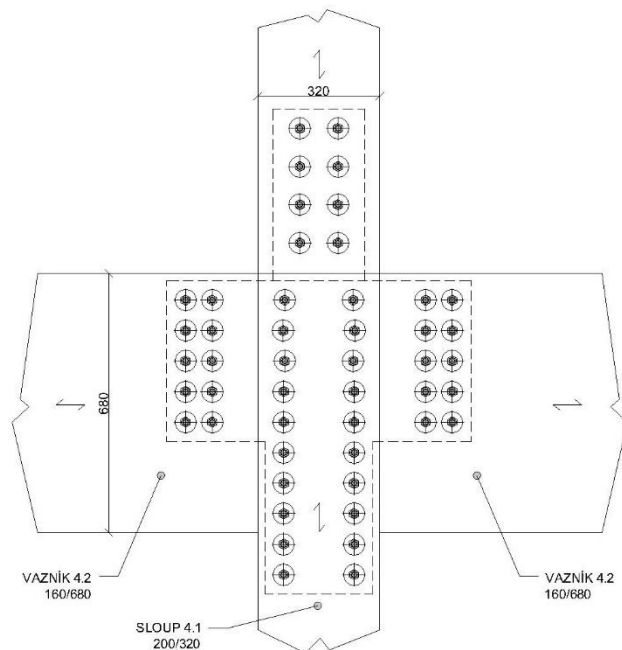
$$2 \times V_{Ed} = 30,15 \text{ kN z vazníku 5.2}$$

$$t_1 = 90 \text{ mm}$$

$$t_{\text{plech}} = 15 \text{ mm}$$

$$d = 16 \text{ mm průměr spojovacího prostředku}$$

$$\rho_{k,1} = 380 \text{ kg/m}^3 \text{ GL 24h}$$



#### Svorníky M16:

$$\alpha = 90^\circ \text{ úhel zatížení vzhledem k vláknům vazníku 4.2}$$

$$f_{u,k} = 360 \text{ MPa charakteristická pevnost v tahu}$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360 * 16^{2,6} = 145\,927 \text{ Nmm}$$

$$k_{90} = 1,3 + 0,015d = 1,3 + 0,015 * 20 = 1,6$$

$$f_{h,0,k} \text{ charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k = 0,082 * (1 - 0,01 * 16) * 380 \\ = 26,174 \text{ MPa}$$

#### Dvojitřizně namáhané spojovací prostředky:

$$f_{h,1,0,k} = 26,174 \text{ MPa sloup 4.1}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} * t_1 * d * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * f_{h,1,k} * d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$$F_{ax,Rk} = 0,0 \text{ kN protlačení podložek nezapočítáno do únosnosti}$$

$$f_{h,1,k} * t_1 * d = 26,174 * 90 * 16 = 37,690 \text{ kN}$$

$$f_{h,1,k} * t_1 * d * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$

$$= 26,174 * 90 * 16 * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * 145\,927}{26,174 * 16 * 90^2}} - 1 \right] = 17,857 \text{ kN}$$

$$2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * f_{h,1,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} = 2,3 * \sqrt{145\,927 * 26,174 * 16} = 17,980 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk} = 17,857 \text{ kN}$$

$$k_{mod} = 0,8$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{17,857}{1,3} = 10,988 \text{ kN}$$

*návrhová únosnost jednoho spojovacího prostředku na jednu stříhovou plochu*

$$n = \frac{2 * V_{Ed,4.2} + 2 * V_{Ed,5.2}}{2 * F_{v,Rd}} = \frac{2 * 107,1 + 2 * 30,15}{2 * 10,988}$$

*= 9,7 navrhuji ve spoji 20 svorníku M16 ve 2 řadách*

$$n_{ef} = \min \left\{ \begin{array}{l} n = 10 \\ n^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 * d}} = 10^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{80}{13 * 16}} = 6,26 \end{array} \right.$$

$$n_{ef} = 5,12$$

*s = 2 počet stříhů*

*r = 2 počet řad svorníků*

$$V_{Rd} = n_{ef} * F_{v,Rd} * s * r = 6,26 * 10,988 * 2 * 2 = 275,14 \text{ kN}$$

**Posudek:**

$$2 * V_{Ed,4.2} + 2 * V_{Ed,5.2} \leq V_{Rd}$$

$$274,5 \text{ kN} \leq 275,14 \text{ kN VYHOVUJE}$$

**Tabulka 8.4 - Minimální hodnoty roztečí a vzdálenosti od okrajů a konců pro svorníky**

<b>Rozteče a vzdálenosti od konců/okrajů (viz obrázek 8.7)</b>	<b>Úhel</b>	<b>Minimální rozteče nebo vzdálenosti od konců/okrajů</b>
$a_1$ (rovnoběžně s vlákny)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (kolmo k vláknům)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,t}$ (zatížený konec)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (nezatížený konec)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
$a_{4,t}$ (zatížený okraj)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (nezatížený okraj)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

Sloup 4.2

$\alpha = 0^\circ$

$d = 16 \text{ mm}$

$a_1 = 80 \text{ mm}$

$a_2 = 64 \text{ mm}$

$a_{3,c} = 64 \text{ mm}$

$a_{4,t} = 64 \text{ mm}$



## 2.9.2. Přípoj vazníku 5.2 ke sloupu 4.1

### 2.9.1.3. Spoj ocelové desky libovolné tloušťky jako střední prvek se dřevem ke sloupu 4.1

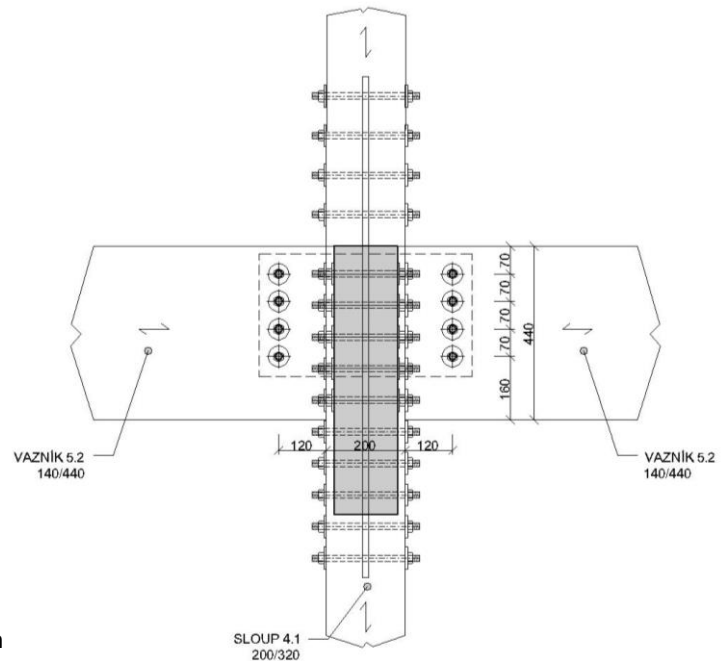
$$V_{Ed} = 30,15 \text{ kN}$$

$$t_1 = 60 \text{ mm}$$

$$t_{plech} = 15 \text{ mm}$$

$$d = 16 \text{ mm pr\u016fm\u011br spojovacího prost\u0159edku}$$

$$\rho_{k,1} = 380 \text{ kg/m}^3 \text{ GL 24h}$$



#### Svorn\u00edky M16:

$$\alpha = 90^\circ \text{ \u00fahel zat\u00ed\u017een\u00ed vzhledem k vl\u00e1kn\u016fm vazn}$$

$$f_{u,k} = 360 \text{ MPa charakteristick\u00e1 pevnost v tahu}$$

$$M_{y,Rk} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360 * 16^{2,6} = 145\,927 \text{ Nmm}$$

$$k_{90} = 1,3 + 0,015d = 1,3 + 0,015 * 20 = 1,6$$

$$f_{h,0,k} \text{ charakteristick\u00e1 pevnost v otl\u00e1\u010den\u00ed ve d\u011bv\u016fu}$$

$$f_{h,0,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k = 0,082 * (1 - 0,01 * 16) * 380 \\ = 26,174 \text{ MPa}$$

$$f_{h,\alpha,k} \text{ charakteristick\u00e1 pevnost v otl\u00e1\u010den\u00ed ve d\u011bv\u016fu pod \u00fahlem k vl\u00e1kn\u016fm}$$

$$f_{h,\alpha,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{26,174}{1,6 * \sin^2 90 + \cos^2 90} = 16,359 \text{ MPa}$$

#### Dvojstr\u00ed\u017en\u011b nam\u00e1han\u00e9 spojovací prost\u0159edky:

$$f_{h,1,\alpha,k} = 16,359 \text{ MPa vazn\u00edk 5.2}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,1,k} * t_1 * d * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * f_{h,1,k} * d} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \end{array} \right.$$

$F_{ax,Rk} = 0,0 \text{ kN}$  protlačení podložek nezapočítáno do únosnosti

$$f_{h,1,k} * t_1 * d = 16,359 * 60 * 16 = 15,704 \text{ kN}$$

$$f_{h,1,k} * t_1 * d * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{h,1,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4}$$
$$= 16,359 * 60 * 16 * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * 145\,927}{16,359 * 16 * 60^2}} - 1 \right] = 9,712 \text{ kN}$$

$$2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * f_{h,1,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} = 2,3 * \sqrt{145\,927 * 16,359 * 16} = 14,214 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk} = 9,712 \text{ kN}$$

$$k_{mod} = 0,8$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{9,712}{1,3} = 6,474 \text{ kN}$$

*návrhová únosnost jednoho spojovacího prostředku na jednu stříhovou plochu*

$$n = \frac{V_{Ed}}{2 * F_{v,Rd}} = \frac{30,15}{2 * 6,474} = 2,3 \text{ navrhuji ve spoji 4 svorníku M16}$$

**Posudek:**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd}$$

$$30,15 \text{ kN} \leq 25,9 \text{ kN VYHOVUJE}$$

**Tabulka 8.4 - Minimální hodnoty roztečí a vzdálenosti od okrajů a konců pro svorníky**

<b>Rozteče a vzdálenosti od konců/okrajů (viz obrázek 8.7)</b>	<b>Úhel</b>	<b>Minimální rozteče nebo vzdálenosti od konců/okrajů</b>
$a_1$ (rovnoběžně s vlákny)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$(4 +  \cos \alpha ) d$
$a_2$ (kolmo k vláknům)	$0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$4 d$
$a_{3,t}$ (zatížený konec)	$-90^\circ \leq \alpha \leq 90^\circ$	$\max(7 d; 80 \text{ mm})$
$a_{3,c}$ (nezatížený konec)	$90^\circ \leq \alpha \leq 150^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
	$150^\circ \leq \alpha \leq 210^\circ$	$4 d$
	$210^\circ \leq \alpha \leq 270^\circ$	$\max[(1 + 6 \sin \alpha) d; 4d]$
$a_{4,t}$ (zatížený okraj)	$0^\circ \leq \alpha \leq 180^\circ$	$\max[(2 + 2 \sin \alpha) d; 3d]$
$a_{4,c}$ (nezatížený okraj)	$180^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$	$3 d$

Vazník 5.2

$\alpha = 90^\circ$

$d = 16 \text{ mm}$

$a_1 = 64 \text{ mm}$

$a_2 = 64 \text{ mm}$

$a_{3,c} = 112 \text{ mm}$

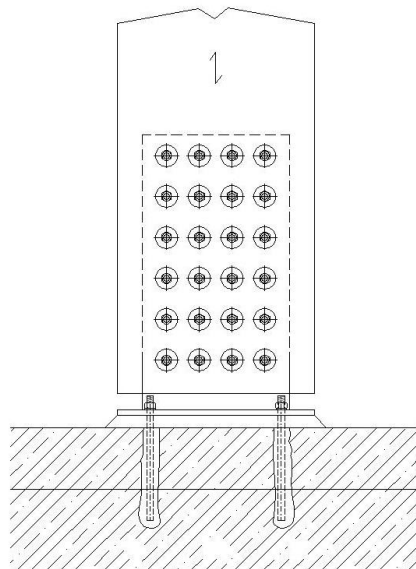
$a_{4,t} = 64 \text{ mm}$

## 2.10. Přípoj 4 – Kotvení sloupu 1.1 k základové patce

Viz. Výkres – Detail spoje 4

Návrhové zatížení:

$$N_{Ed} = 568,51 \text{ kN}$$



### 2.10.1. Přípoj ocelové patky ke sloupu 1.1

**Spoj ocelové desky libovolné tloušťky jako střední prvek se dřevem:**

$$t_1 = 57,5 \text{ mm}$$

$$2 \times t_{\text{plech}} = 10 \text{ mm}$$

$d = 16 \text{ mm}$  průměr spojovacího prostředku

$$\rho_{k,1} = 380 \text{ kg/m}^3 \text{ GL 24h}$$

**Svorníky M20:**

$\alpha = 90^\circ$  úhel zatížení vzhledem k vláknům sloupu 1.1

$f_{u,k} = 360 \text{ MPa}$  charakteristická pevnost v tahu

$$M_{y,Rk} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360 * 20^{2,6} = 260\,676 \text{ Nmm}$$

$$k_{90} = 1,3 + 0,015d = 1,3 * 0,015 * 20 = 1,6$$

$f_{h,0,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu

$$\begin{aligned} f_{h,0,k} &= 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k = 0,082 * (1 - 0,01 * 20) * 380 \\ &= 24,928 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$f_{h,90,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu pod úhlem k vláknům

$$f_{h,90,k} = \frac{f_{h,0,k}}{k_{90} * \sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha} = \frac{24,928}{1,6 * \sin^2 90 + \cos^2 90} = 15,58 \text{ MPa}$$

**Dvojitřížně namáhané spojovací prostředky:**

$$f_{h,1,0,k} = 24,928 \text{ MPa} \text{ sloup 1.1 N}_{Ed}$$

$$f_{h,1,\alpha,k} = 15,58 \text{ MPa} \text{ sloup 1.1 V}_{Ed}$$

$$F_{v,Rk} = \min \left\{ \begin{array}{l} f_{h,0,k} * t_1 * d * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{h,0,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ 2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * f_{h,0,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} \end{array} \right.$$

$F_{ax,Rk} = 0,0 \text{ kN}$  protlačení podložek nezapočítáno do únosnosti

$$f_{h,0,k} * t_1 * d = 24,928 * 57,5 * 20 = 28,667 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} f_{h,0,k} * t_1 * d * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * M_{y,Rk}}{f_{h,0,k} * d * t_1^2}} - 1 \right] + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \\ = 24,928 * 57,5 * 20 * \left[ \sqrt{2 + \frac{4 * 260\,676}{24,928 * 20 * 57,5^2}} - 1 \right] \\ = 17,845 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$2,3 * \sqrt{M_{y,Rk} * f_{h,0,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}}{4}} = 2,3 * \sqrt{260\,676 * 24,928 * 20} = 26,220 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk} = 17,845 \text{ kN}$$

$$k_{mod} = 0,8$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$F_{v,Rd} = k_{mod} * \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,8 * \frac{17,845}{1,3} = 10,981 \text{ kN}$$

*návrhová únosnost jednoho spojovacího prostředku na jednu stříhovou plochu*

$$n = \frac{N_{Ed}}{4 * F_{v,Rd}} = \frac{568,51}{4 * 10,981}$$

= 12,94 navrhuji ve spoji 24 svorníků M20 ve 4 řadách

$$n_{ef} = \min \left\{ n^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{a_1}{13 * d}} = 6^{0,9} * \sqrt[4]{\frac{70}{13 * 20}} = 3,61 \right.$$

$$n_{ef} = 3,61$$

$s = 4$  počet stříhů

$r = 4$  počet řad svorníků

$$V_{Rd} = n_{ef} * F_{v,Rd} * s * r = 3,61 * 10,988 * 4 * 4 = 634,6 \text{ kN}$$

**Posudek:**

$$N_{Ed} \leq V_{Rd}$$

$$568,51 \text{ kN} \leq 634,6 \text{ kN VYHOVUJE}$$

Sloup 1.1

$$\alpha = 0^\circ$$

$$d = 20 \text{ mm}$$

$$a_1 = 100 \text{ mm}$$

$$a_2 = 80 \text{ mm}$$

$$a_{3,c} = 80 \text{ mm}$$

$$a_{4,c} = 60 \text{ mm}$$

### 2.10.2. Únosnost ocelové patky

Ocel: S235

$f_y = 235 \text{ MPa}$

$\gamma_{M0} = 1,0$

$t = 10 \text{ mm}$  tloušťka plechu

$A_{vz} = 10 \cdot 360 - 4 \cdot 22 = 3,512 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

$N_{pl,Rd} = f_y \cdot A_{vz} = 235 \cdot 3,512 \cdot 10^{-3} = 825,32 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 568,51 \text{ kN}$

**Posudek:**

$$N_{Ed} \leq 2 \cdot V_{pl,Rd}$$

$$568,51 \text{ kN} \leq 2 \cdot 825,32 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}$$

### 2.10.3. Kotvení ocelové desky k základové patce chemickou kotvou:

Návrhové zatížení:

$V_{Ed} = 12,47 \text{ kN}$

Chemická malta KEM UP 945 – bezstyrenový epoxyakrylát

Více informací viz. Technický list výrobce Friulsider

BFK svorník s metrickým závitem M16 třídy 5.8:

Závitová tyč s vnějším šestihranem z bílé zinkované oceli třídy 5.8 s maticí M16 dle

DIN 934 a podložkou P17(3/30) dle DIN 125.

$h_{nom} = 125 \text{ mm}$  nominální hloubka kotvení

$d_0 = 18 \text{ mm}$  průměr vrtaného otvoru

$C_{min} = 125 \text{ mm}$  minimální vzdálenost od kraje betonové patky

$S_{min} = 250 \text{ mm}$  minimální vzdálenost mezi kotvami

$h_{min} = 160 \text{ mm}$  minimální tloušťka nosného materiálu

Informace převzaté z technického listu výrobce Friulsider.

Únosnost kotvy:

$N_{rd} = 28,0$  kN návrhová únosnost kotvy v tahu

$V_{rd} = 31,0$  kN návrhová stříhová únosnost kotvy

Ve spoji jsou navrženy 4 chemické kotvy.

Únosnost spoje:

$$N_{Rd,celkem} = 4 * N_{rd} = 4 * 28,0 = 112,0 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,celkem} = 4 * V_{rd} = 4 * 31,0 = 124,0 \text{ kN}$$

**Posudek:**

$$V_{Ed} \leq V_{Rd,celkem}$$

$$12,47 \text{ kN} \leq 124,0 \text{ kN VYHOVUJE}$$



## 2.11. Posudek sloup 1.1 na účinky požáru

Posudek dle ČSN EN 1995-1-2 posouzení požární odolnosti podle metody redukovaného průřezu, nechráněný průřez, vystaven požáru ze tří stran

Průřez za normální teploty:

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$h = 480 \text{ mm}$$

GL 24h

$$\gamma_{M,fi} = 1,0$$

$$k_{mod,fi} = 1,0$$

$$\beta_n = 0,7 \text{ mm/min nominální návrhová rychlost zuhelnatění}$$

$$t = 60 \text{ min doba vystavení účinkům požáru}$$

$$\beta_c = 0,1$$

$$k_0 = 1,0$$

$$d_0 = 7 \text{ mm}$$

$$d_{char,n} = \beta_n * t = 0,7 * 60 = 42 \text{ mm}$$

$$d_{ef} = d_{char,n} + k_0 * d_0 = 42 + 1,0 * 7 = 49,0 \text{ mm}$$

Profil po 60 minutách požáru:

$$b_{fi} = b - 2 * d_{ef} = 220 - 2 * 49 = 122 \text{ mm}$$

$$h_{fi} = h - d_{ef} = 480 - 49 = 431 \text{ mm}$$

$$A = 52\,582 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 813\,973\,742 \text{ mm}^4$$

$$I_z = 65\,219\,207 \text{ mm}^4$$

$$W_y = 3\,777\,140 \text{ mm}^3$$

$$W_z = 1\,069\,167 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 124,4 \text{ mm}$$

$$i_z = 35,2 \text{ mm}$$

$$k_{fi} = 1,15 \text{ pro LLD}$$

$$f_{20} = k_{fi} * f_k$$

Původní charakteristiky dřeva:	20 % kvantil charakteristik dřeva:
$E_{0,05} = 9\,600 \text{ MPa}$	$E_{0,20} = 11\,040 \text{ MPa}$
$E_{0,\text{mean}} = 11\,500 \text{ MPa}$	$E_{0,\text{mean},20} = 13\,225 \text{ MPa}$
$G_{\text{mean}} = 650 \text{ mPa}$	$G_{\text{mean},20} = 748 \text{ MPa}$
$f_{m,k} = 24,0 \text{ MPa}$	$f_{m,20} = 27,6 \text{ MPa}$
$f_{c,0,k} = 24,0 \text{ MPa}$	$f_{c0c20} = 27,6 \text{ MPa}$
$f_{c,90,k} = 2,5 \text{ MPa}$	$f_{c,90,20} = 2,875 \text{ MPa}$
$f_{t,90,k} = 0,5 \text{ MPa}$	$f_{t,90,20} = 0,575 \text{ MPa}$
$f_{v,k} = 3,5 \text{ MPa}$	$f_{v,20} = 4,025 \text{ MPa}$

$$f_{fi} = k_{mod,fi} * \frac{f_{20}}{\gamma_{M,fi}}$$

Návrhové charakteristiky za požáru:

	Návrhové zatížení:
$E_{0,fi} = 11\,040 \text{ MPa}$	$M_{y,Ed} = 41,611 \text{ kNm}$
$E_{0,\text{mean},fi} = 13\,225 \text{ MPa}$	$M_{z,Ed} = 0,031 \text{ kNm}$
$G_{\text{mean},fi} = 748 \text{ MPa}$	$N_{Ed} = 568,474 \text{ kN}$
$f_{m,d,fi} = 27,600 \text{ MPa}$	$V_{z,Ed} = 12,469 \text{ kN}$
$f_{c,0,d,fi} = 27,600 \text{ MPa}$	
$f_{c,90,d,fi} = 2,875 \text{ MPa}$	
$f_{t,90,d,fi} = 0,575 \text{ MPa}$	
$f_{v,d,fi} = 4,025 \text{ MPa}$	

$n_{fi} = 0,6$  jako zjednodušení lze brát hodnotu 0,6

$$M_{y,fi} = n_{fi} * M_{y,Ed} = 0,6 * 41,611 = 24,966 \text{ kNm}$$

$$M_{z,fi} = n_{fi} * M_{z,Ed} = 0,6 * 0,031 = 0,0186 \text{ kNm}$$

$$N_{fi} = n_{fi} * N_{Ed} = 0,6 * 568,474 = 341,084 \text{ kNm}$$

$$V_{z,fi} = n_{fi} * V_{z,Ed} = 0,6 * 12,469 = 7,481 \text{ kNm}$$

Napětí od zatížení:

$$\sigma_{m,y,fi} = \frac{M_{y,fi}}{W_y} = \frac{24,966}{3\,777\,140 * 10^{-9}} = 6,610 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{m,z,fi} = \frac{M_{z,fi}}{W_z} = \frac{0,0186}{1\,069\,167 * 10^{-9}} = 0,017 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{c,0,fi} = \frac{N_{fi}}{A} = \frac{341,084}{52\,582 * 10^{-6}} = 6,487 \text{ MPa}$$

$$k_{cr} = 0,67$$

$$b_{ef} = 82 \text{ mm}$$

$$\tau_{z,fi} = \frac{V_{z,fi}}{A_{ef}} = \frac{3 * 7,481}{2 * 82 * 431} = 0,318 \text{ MPa}$$

**Posudek stabilita sloupu:**

Vybočení ve směru „z“:

$$l_{cr,y} = 3,7 \text{ m}$$

$$\lambda_y = \frac{l_{cr,y}}{i_y} = \frac{3,700}{0,1244} = 29,738$$

$$\lambda_{rel,y} = \frac{\lambda_y}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,fi}}} = \frac{29,738}{\pi} * \sqrt{\frac{24,0}{11\,040}} = 0,441$$

$$k_y = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = \\ = 0,5 * (1 + 0,1 * (0,4441 - 0,3) + 0,4441^2) = 0,604$$

$\beta_c=0,1$  pro LLD

$$k_{c,y} = \frac{1}{k_y + \sqrt{k_y^2 - \lambda_{rel,y}^2}} = \frac{1}{0,604 + \sqrt{0,604^2 - 0,4441^2}} = 0,984$$

Vybočení ve směru „y“:

$$l_{cr,y} = 3,7 \text{ m}$$

$$\lambda_z = \frac{l_{cr,z}}{i_z} = \frac{3,700}{0,0352} = 105,059$$

$$\lambda_{rel,z} = \frac{\lambda_z}{\pi} * \sqrt{\frac{f_{c,0,k}}{E_{0,05}}} = \frac{105,059}{\pi} * \sqrt{\frac{24,0}{11\,040}} = 1,559$$

$$k_z = 0,5 * (1 + \beta_c * (\lambda_{rel,y} - 0,3) + \lambda_{rel,y}^2) = \\ = 0,5 * (1 + 0,1 * (1,559 - 0,3) + 1,559^2) = 1,778$$

$\beta_c=0,1$  pro LLD

$$k_{c,z} = \frac{1}{k_z + \sqrt{k_z^2 - \lambda_{rel,z}^2}} = \frac{1}{1,778 + \sqrt{1,778^2 - 1,559^2}} = 0,380$$

### Stabilita prvku klopení:

$l = 3,7$  m délka sloupu bez zajištění kde by mohl klopat

$l_{ef}/l = 0,8$  tab. 6.1. – účinná délka jako poměr rozpětí

$l = 0,8 * l + 2 * h = 0,8 * 3,7 + 2 * 0,48 = 3,92$  m zatížení působí na tlačném okraji nosníku

$$\sigma_{m,crit} = \frac{0,78 * b^2}{l_{ef} * h} * E_{0,05} = \frac{0,78 * 0,122^2}{3,92 * 0,431} * 11\,040 = 75,861 \text{ MPa}$$

$$\lambda_{rel,m} = \sqrt{\frac{f_{m,k}}{\sigma_{m,crit}}} = \sqrt{\frac{24,0}{75,861}} = 0,562$$

$$k_{crit} = \begin{cases} 1 & \text{pro } \lambda_{rel,m} \leq 0,75 \\ 1,56 - 0,75 * \lambda_{rel,m} & \text{pro } 0,75 \leq \lambda_{rel,m} \leq 1,4 \\ \frac{1}{\lambda_{rel,m}^2} & \text{pro } 1,4 \leq \lambda_{rel,m} \end{cases}$$

$$k_{crit} = 1,0$$

### Posudek:

V případě existence pouze momentu:

$$\sigma_{m,fi} \leq k_{crit} * f_{m,d,fi}$$

$$6,610 \text{ MPa} \leq 1,0 * 27,600 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

V případě kombinace momentu a tlakové síly:

$$\left( \frac{\sigma_{m,fi}}{k_{crit} * f_{m,d,fi}} \right)^2 + \frac{\sigma_{c,0,fi}}{k_{c,z} * f_{c,0,d,fi}} \leq 1,0 \\ \left( \frac{6,610}{1 * 27,600} \right)^2 + \frac{6,487}{0,380 * 27,600} = 0,676 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

Vzpěr k ose z:

$$\frac{\sigma_{c,0,fi}}{k_{c,y} * f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,y,fi}}{f_{m,y,d,fi}} + k_m * \frac{\sigma_{m,z,fi}}{f_{m,z,d,fi}} \leq 1,0$$
$$\frac{6,487}{0,984 * 27,600} + \frac{6,610}{27,600} + 0,7 * \frac{0,017}{27,600} = 0,479 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

Vzpěr k ose y:

$$\frac{\sigma_{c,0,fi}}{k_{c,z} * f_{c,0,d,fi}} + \frac{\sigma_{m,z,fi}}{f_{m,z,d,fi}} + k_m * \frac{\sigma_{m,y,fi}}{f_{m,y,d,fi}} \leq 1,0$$
$$\frac{6,487}{0,380 * 27,600} + \frac{0,017}{27,600} + 0,7 * \frac{6,610}{27,600} = 0,787 \leq 1,0 \text{ VYHOVUJE}$$

**Posudek smyk:**

$$\tau_{z,fi} \leq f_{v,d,fi}$$
$$0,381 \text{ MPa} \leq 4,025 \text{ MPa VYHOVUJE}$$

## 2.12. Stěna z CLT

Předpoklad dokonale tuhé smykové spojení stropních panelů CLT

### 2.12.1. Rozdělení zatížení od větru do CLT stěny

Návrhové zatížení od větru:

$$\text{Vítr (0°)} \quad F_{W,d} = (W_D * b_1 * h + W_E * b_2 * h) * \gamma_Q = (0,7 * 44,25 * 14,56 + 0,3 * 44,25 * 14,56) * 1,5 = 966,42 \text{ kN}$$

$$\text{Vítr (90°)} \quad F_{W,d} = (W_D * b_3 * h + W_E * b_4 * h) * \gamma_Q = (0,71 * 63,25 * 14,56 + 0,32 * 63,25 * 14,56) * 1,5 = 1422,82 \text{ kN}$$

$$\text{Vítr (180°)} \quad F_{W,d} = (W_D * b_2 * h + W_E * b_1 * h) * \gamma_Q = (0,7 * 44,25 * 14,56 + 0,3 * 21,3 * 14,56) * 1,5 = 966,42 \text{ kN}$$

$$\text{Vítr (360°)} \quad F_{W,d} = (W_D * b_4 * h + W_E * b_3 * h) * \gamma_Q = (0,7 * 63,25 * 14,56 + 0,3 * 63,25 * 14,56) * 1,5 = 1422,82 \text{ kN}$$

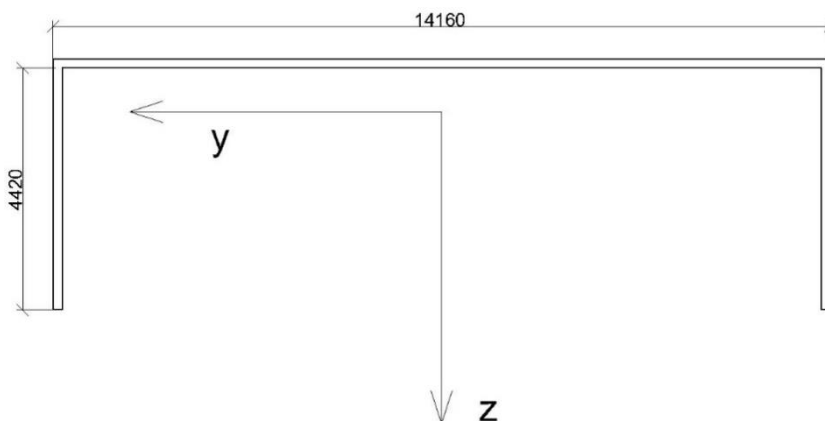
Moment setrvačnosti smykových stěn:

CLT stěna

$t = 160 \text{ mm}$

$A = 3\,680\,000 \text{ mm}^2$

$E_{\text{CLT}} = 11\,000 \text{ MPa}$



$$y_T = \frac{4420 * 160 * \left(160 + \frac{4420}{2}\right) * 2 + 14160 * 160 * \frac{160}{2}}{4420 * 160 * 2 + 14160 * 160} = 960,156 \text{ mm}$$

$$I_{y,1} = \frac{1}{12} * 160 * 4420^3 * 2 + 4420 * 160 * (1409,845)^2 * 2 + \frac{1}{12} * 14160 * 160^3 + 14160 * 160 * (880,156)^2 = 6,874 * 10^{12} mm^4$$

$$I_{z,1} = \frac{1}{12} * 4420 * 160^3 * 2 + 4420 * 160 * (7000)^2 * 2 + \frac{1}{12} * 160 * 14160^3 + 14160 * 160 * (7080)^2 = 2,207 * 10^{14} mm^4$$

### Schodiště 1

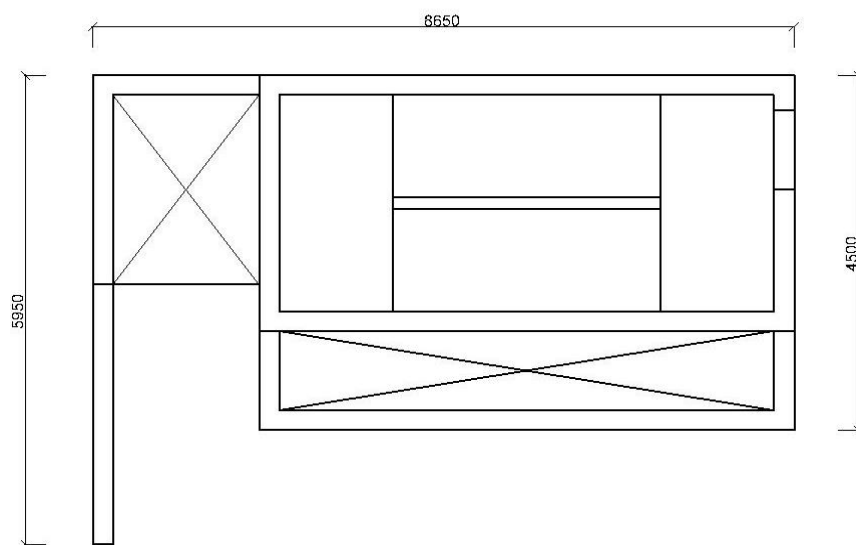
$$A = 8\,762\,500 \text{ mm}^2$$

$$I_{y,2} = 8,863 * 10^{13} mm^4$$

$$I_{z,2} = 2,257 * 10^{14} mm^4$$

C35/45

$$E_{\text{beton},1} = 33\,500 \text{ MPa}$$



### Výtahová šachta

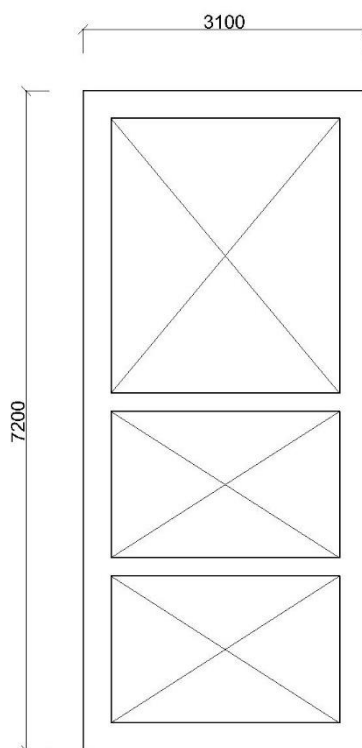
$$A = 6\,820\,000 \text{ mm}^2$$

$$I_{y,3} = 1,550 * 10^{14} mm^4$$

$$I_{z,3} = 2,595 * 10^{13} mm^4$$

C35/45

$$E_{\text{beton},2} = 33\,500 \text{ MPa}$$



Schodiště 2

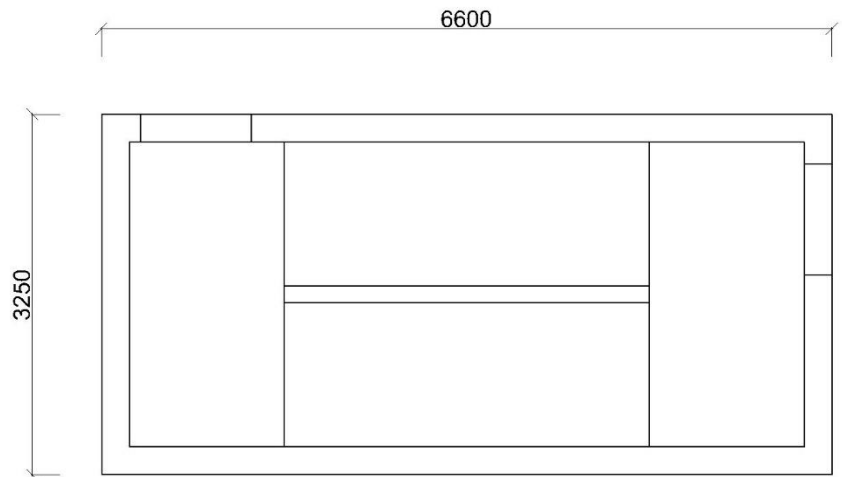
$$A = 4\,800\,000 \text{ mm}^2$$

$$I_{y,4} = 2,945 \cdot 10^{13} \text{ mm}^4$$

$$I_{z,4} = 1,299 \cdot 10^{14} \text{ mm}^4$$

C35/45

$$E_{\text{beton},3} = 33\,500 \text{ MPa}$$



$$F_{W,i} = F_W \frac{E_i \cdot I_i}{\Sigma(E_i I_i)}$$

Vítr (0°)

$$F_{W,Ed,1} = F_{W,d} \frac{E_i \cdot I_{z,1}}{\Sigma(E_i I_z)}$$

$$= 966,42$$

$$* \frac{11\,000 \cdot 2,204 \cdot 10^{14}}{(2,204 \cdot 11\,000 + 2,257 \cdot 33\,500 + 2,595 \cdot 33\,500 + 1,299 \cdot 33\,500) \cdot 10^{14}}$$

$$= 101,74 \text{ kN}$$

Vítr (90°)

$$F_{W,Ed,2} = F_{W,d} \frac{E_i I_{y,1}}{\Sigma(E_i I_y)}$$

$$= 1422,82$$

$$* \frac{11\,000 \cdot 6,784 \cdot 10^{12}}{(0,6784 \cdot 11\,000 + 8,863 \cdot 33\,500 + 15,50 \cdot 33\,500 + 2,945 \cdot 33\,500) \cdot 10^{13}}$$

$$= 11,51 \text{ kN}$$



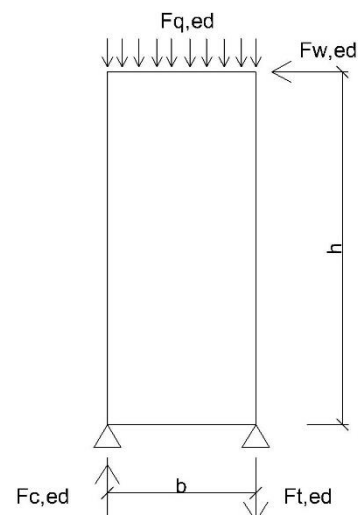
## Stěna CLT

Zatížení na CLT stěnu:

Skladba střešního pláště  $g_{k,střecha} = 0,59 \text{ kN/m}^2$

Skladba stropu  $g_{k,strop} = 0,59 \text{ kN/m}^2$

Skladba obvodového pláště  $g_{k,plášť} = 0,90 \text{ kN/m}^2$



$$F_{G,Ed} = (g_{k,střecha} + 2 * g_{k,strop}) * b_{zat} * \gamma_{G,inf} + g_{k,plášť} * h_{zat} * \gamma_{G,inf} =$$
$$(0,59 + 2 * 0,59) * 2,3 * 1,0 + 0,9 * 7,2 * 1,0 = 10,551 \text{ kN}$$

Počet částí stěny  $6 \times 2\,360 \text{ mm} = 14\,160 \text{ mm}$

$$F_{w,Ed,1} = 101,74 \text{ kN}$$

$h = 3,7 \text{ m}$  výška stěny

$n = 6$  počet částí stěn

$$F_{t,Ed} = \frac{F_{w,Ed,1} * h - F_{G,Ed} * \frac{b}{2}}{b * n} = \frac{101,74 * 3,7 - 10,551 * \frac{2,36}{2}}{2,36 * 6} = 25,705$$

### 2.12.2. Kotvení CLT stěny k betonové desce kotevním úhelníkem zesíleným

Kotevní úhelník zesílený

- tloušťka plechu 4,0 mm

#### 2.12.2.1. Stanovení únosnosti konvexní hřebík BV/KH 15-01

- ocel: 11 373

- rozměr hřebíku: 4,0 x 60 mm

Únosnost hřebíků udává výrobce Bova nail.

$F_{vR,k} = 0,71 \text{ kN}$  charakteristická únosnost ve stříhu

$F_{tR,k} = 0,64 \text{ kN}$  charakteristická únosnost ve vytažení

$$\gamma_M = 1,3$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$F_{vR,d,HR} = k_{mod} * \frac{F_{vR,k}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{0,71}{1,3} = 0,491 \text{ kN návrhová únosnost 1 hřebíku}$$

Navrhuji ve spoji 10 konvexních hřebíků pro jeden kotevní úhelník

### 2.12.2.2. Stanovení únosnosti vrutu do dřeva se šestihrannou hlavou 12 x 100

$d = 12$  mm průměr vrutu

$d_{ef} = 10$  mm průměr závitové části

Průměr vrutu větší jak 6 mm, proto postup výpočtu jako pro svorníky

#### Vrut $\phi$ 12:

$\alpha = 0^\circ$  úhel zatížení vzhledem k vláknům

$f_{u,k} = 360$  MPa charakteristická pevnost v tahu

$t_1 = 4$  mm tloušťka kotevního úhelníku

$t_2 = 120$  mm tloušťka stěny

$$M_{y,Rk} = 0,3 * f_{u,k} * d^{2,6} = 0,3 * 360 * 10^{2,6} = 42\,995 \text{ Nmm}$$

$$k_{90} = 1,3 + 0,015d = 1,3 + 0,015 * 10 = 1,45$$

$f_{h,0,k}$  charakteristická pevnost v otláčení ve dřevu

$$f_{h,0,k} = 0,082 * (1 - 0,01 * d) * \rho_k = 0,082 * (1 - 0,01 * 10) * 360 \\ = 26,568 \text{ MPa}$$

Jednostřížně namáhané spojovací prostředky:

$$f_{h,0,k} = 26,568 \text{ MPa CLT ctěna}$$

#### Tenká ocelová deska:

$$F_{v,Rk,vrut} = \min \left\{ 1,15 * \sqrt{\frac{* f_{h,0,k} * t_2 * d}{2 * M_{y,Rk} * f_{h,0,k} * d}} + \frac{F_{ax,Rk}}{4} \right.$$

$$F_{ax,Rk} = 0,0 \text{ kN}$$

$$f_{h,0,k} * t_2 * d = 26,568 * 120 * 10 = 31,881 \text{ kN}$$

$$1,15 * \sqrt{2 * M_{y,Rk} * f_{h,0,k} * d + \frac{F_{ax,Rk}^2}{4}} = 1,15 * \sqrt{2 * 42\,995 * 26,568 * 10} \\ = 5,496 \text{ kN}$$

$$F_{v,Rk,vrut} = 5,496 \text{ kN}$$

$$k_{mod} = 0,9$$

$$\gamma_M = 1,3$$

$$F_{v,Rd,vrut} = k_{mod} * \frac{F_{v,Rk}}{\gamma_M} = 0,9 * \frac{5,496}{1,3} = 3,805 \text{ kN}$$

*návrhová únosnost na jednu střižovou plochu – navrhuji 4 vruty  $\phi 12$*

### **2.12.2.3. Únosnost přípoje kotevního úhelníku zesíleného k CLT stěně**

$$F_{v,Rd,HR} = 0,491 \text{ kN} \text{ v jednom kotevním úhelníku 10 konvexních hřebíků}$$

$$F_{v,Rd,vrut} = 3,805 \text{ kN} \text{ v jednom kotevním úhelníku 2 vruty}$$

$$F_{v,Rd,celkem} = 10 * 0,491 + 3,805 * 2 = 12,52 \text{ kN}$$

Navrhuji 3 kotevní úhelníky vedle sebe pro kotvení CLT stěny k betonové desce

$$F_{v,Rd,celkem,3} = 3 * 12,52 = 37,56 \text{ kN}$$

**Posudek:**

$$F_{t,Ed} \leq F_{v,Rd,celkem,3} \\ 25,71 \text{ kN} \leq 37,56 \text{ kN} \text{ VYHOVUJE}$$

#### 2.12.2.4. Kotvení úhelníku zesíleného k betonové desce chemickou kotvou

Návrhové zatížení:

$$F_{t,Ed} = 26,58 \text{ kN}$$

Chemická malta KEM UP 945 – bezstyrenový epoxyakrylát

Více informací viz. Technický list výrobce Friulsider

BFK svorník s metrickým závitem M12 třídy 5.8:

Závitová tyč s vnějším šestihranem z bílé zinkované oceli třídy 5.8 s maticí M12 dle DIN 934 a podložkou P13(2,5/24) dle DIN 125.

$h_{nom} = 110 \text{ mm}$  nominální hloubka kotvení

$d_0 = 14 \text{ mm}$  průměr vrtaného otvoru

$c_{min} = 60 \text{ mm}$  minimální vzdálenost od kraje betonu

$s_{min} = 60 \text{ mm}$  minimální vzdálenost mezi kotvami

$h_{min} = 140 \text{ mm}$  minimální tloušťka nosného materiálu

Informace převzaté z technického listu výrobce Friulsider.

#### Únosnost kotvy:

$N_{rd} = 19,7 \text{ kN}$  návrhová únosnost kotvy v tahu

$V_{rd} = 12,5 \text{ kN}$  návrhová stříhová únosnost kotvy

Ve spoji jsou navrženy 2 chemické kotvy.

#### **Únosnost spoje:**

$$N_{Rd,celkem} = 2 * N_{rd} = 2 * 19,7 = 39,4 \text{ kN}$$

$$V_{Rd,celkem} = 2 * V_{rd} = 2 * 12,5 = 25,0 \text{ kN}$$

#### **Posudek:**

$$F_{t,Ed} \leq N_{Rd,celkem}$$

$$25,71 \text{ kN} \leq 39,4,0 \text{ kN VYHOVUJE}$$

## 2.13. Návrh a posouzení základové patky pod sloupem 1.1

Údaje o geotechnickém profilu byly zjištěny z geologické mapy od české geologické služby.

### Geotechnické hodnoty zemín pokryvných útvarů:

Charakteristické hodnoty geotechnických parametrů křídových hornin			
Litologická charakteristika	Orniční vrstva	Slabě jemně písčité jíly ("sprašová hlína")	Jíl slabě jemně písčité s úlomky pevných opuk
GT	GT1	GT2	GT3
ČS EN ISO 14688-2	Orniční vrstva musí být skryta	Si	(sa) grSi
Zatřídění zemín podle ČSN 73 6133-klasifikace v souladu se zrušenou ČSN 73 1001		F6Cl	F6 až F2
Konzistence, ulehlost		konzistence pevná	konzistence pevná
Tabulková výpočtová únosnost $R_{dt}$ [kPa]		200	250
Objemová hmotnost v přirozeném uložení [ $kg/m^3$ ]		1900	1950
Modul deformace $E_{def}$ [MPa]		5	6-9
Poissonova konstanta $\nu$ [-]		0,4	0,38
Soudržnost efektivní $C_{ef}$ [kPa]		8-10	10
Úhel vnitřního tření $\phi_{ef}$ [°]		23-25	26-30
Litologická charakteristika		Jíl slabě jemně písčité s úlomky pevných opuk	Jíl slabě jemně písčité s úlomky pevných opuk
GT	GT4	GT5	GT6
Zatřídění zemín podle ČSN 73 6133-klasifikace v souladu se zrušenou ČSN 73 1001	R4	R4-R3	R5
Vzdálenost diskontinuit dle ČSN EN ISO 14689-1	velmi malá (20-50 mm)	velmi malá až malá (40-100 mm)	velmi malá (20-60 mm)
Pevnost v prostém tlaku $\sigma_c$ [Mpa]	8-15	12-35	2-3
Tabulková výpočtová únosnost $R_{dt}$ [kPa]	250	400-500	200-250
Objemová hmotnost v přirozeném uložení [ $kg/m^3$ ]	2150-2200	2250	2150
Modul deformace $E_{def}$ [MPa]	70-100	150-200	30-40
Poissonova konstanta $\nu$ [-]	0,25	0,22	0,32
Soudržnost zdánlivá $C'$ [kPa]	35-45	60-80	28-30
Úhel pevnosti $\phi'$ [°]	30-32	35-38	25-27

0,0 - 0,3 m	GT1
0,3 – 0,8 m	GT2
0,8 – 2,5 m	GT3
2,5 – 4,8 m	GT4
4,8-6,2 m	GT5
6,2 m	GT6

Založení objektu do GT3

Tabulková únosnost  $R_{dt} = 250 \text{ kPa}$

Konzistence – pevná

Objemová hmotnost  $1950 \text{ kg/m}^3$

Modul deformace  $E_{def} = 6-9 \text{ MPa}$

Soudržnost efektivní  $C_{ef} = 10 \text{ kPa}$

Úhel vnitřního tření  $\varphi_{ef} = 26-30^\circ$

$$\varphi_d = \frac{\varphi_{ef}}{\frac{\varphi_{ef}}{\varphi_{ef}^{-4}}} = \frac{30}{\frac{30}{30^{-4}}} = 26^\circ$$

$$C_d = \frac{C_{ef}}{\gamma_{Mc}} = \frac{10}{2,0} = 5,0 \text{ kPa}$$

Návrhové zatížení:

$$N_{Ed} = 568,474 \text{ kN}$$

Návrh rozměrů patky:

Zjednodušeně:  $S_x = d_x = i_x = 1,0$

$d = 1,7$  výška základu

$$g = \gamma * d = 19,5 * 1,7 = 33,15 \text{ kN/m}^3$$

$$N_g = tg^2 \left( 45 + \frac{26}{2} \right) * e^{\pi * tg 26} = 11,854$$

$$N_c = (N_g - 1) \cot g \varphi_d = (11,854 - 1) \cot g 26^\circ = 22,254$$

$$\frac{R}{A'} = C_d * N_c + g * N_g = 5,0 * 22,254 + 33,15 * 11,854 = 504,230 \text{ kPa}$$

$$A_{eff} = \frac{N_{Ed}}{\frac{R}{A'}} = \frac{568,474}{504,230} = 1,127 \text{ m}^2$$

$$b_{eff} = \sqrt{A_{eff}} = \sqrt{1,127} = 1,062 \text{ m}$$

Návrhová šířka patky:  $b = 1,7 \text{ m}$  – patka zatížená bez excentricity

Přepočet zatížení:

$$N_{Ed} + N_{Ed,patka} = 568,474 + 1,7 * 1,7 * 1,7 * 25,0 * 1,35 = 734,290 \text{ kN}$$

Parametry pro výpočet únosnosti:

$$N_c = (N_g - 1) \cotg \varphi_d = (11,854 - 1) \cotg 26^\circ = 22,254$$

$$N_g = tg^2 \left( 45 + \frac{26}{2} \right) = * e^{\pi * tg 26} = 11,854$$

$$N_\gamma = 1,5 * (N_g - 1) tg \varphi_d = 7,940$$

Součinitele tvaru průřezu:

$$s_c = 1 + 0,2 * \frac{b_{eff}}{l} = 1 + 0,2 * \frac{1,7}{1,7} = 1,2$$

$$s_g = 1 + \frac{b_{eff}}{l} * \sin \varphi_d = 1 + \frac{1,7}{1,7} * \sin 26^\circ = 1,44$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 * \frac{b_{eff}}{l} = 1 - 0,3 * \frac{1,7}{1,7} = 0,7$$

Součinitele hloubky založení:

$$d_c = 1 + 0,1 * \sqrt{\frac{d}{b_{eff}}} = 1 + 0,1 * \sqrt{\frac{1,7}{1,7}} = 1,10$$

$$d_g = 1 + 0,1 * \sqrt{\frac{d}{b_{eff}} * \sin \varphi_d} = 1 + 0,1 * \sqrt{\frac{1,7}{1,7} * \sin 26^\circ} = 1,06$$

$$d_\gamma = 1,0$$

Součinitele šikmosti zatížení:

$$i_c = i_g = i_\gamma = (1 - \operatorname{tg} \delta)^2 = (1 - 0)^2 = 1,0$$

$$\frac{R}{A'} = c_d * N_c * s_c * d_c * i_c + g * N_g * s_g * d_g * i_g + \gamma * \frac{b_{eff}}{2} * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma * i_\gamma$$

$$\frac{R}{A'} = 5,0 * 22,254 * 1,2 * 1,1 * 1,0 + 33,15 * 11,854 * 1,44 * 1,06 * 1,0 + 19,5$$

$$* \frac{1,7}{2} * 7,94 * 0,7 * 1,0 * 1,0 = 838,8 \text{ kPa}$$

**Posudek:**

$$N_{Ed,celkem} \leq \frac{R}{A'}$$

$$754,369 \text{ kN} \leq 838,8 \text{ kN VYHOVUJE}$$



## **3. Seznam podkladů, použitých norem a programů**

### **3.1. Normy**

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 338 Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti

ČSN EN 384 Konstrukční dřevo - Stanovení charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty

ČSN EN 408 Dřevěné konstrukce - Konstrukční dřevo a lepené lamelové dřevo - Stanovení některých fyzikálních a mechanických vlastností

ČSN EN 384: Zjišťování charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty dřeva.

ČSN EN 335 Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva

ČSN EN 14358: Dřevěné konstrukce. Výpočet 5% kvantilu charakteristických hodnot a kritéria přijatelnosti pro výběr.

ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN 73 1701 Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí

ČSN EN 26891 Dřevěné konstrukce. Spoje s mechanickými spojovacími prostředky.  
Všeobecné zásady pro zjišťování charakteristik únosnosti a přetvoření

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná  
pravidla

ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty

ČSN 73 4301 - Obytné budovy

### **3.2. Literatura**

KUKLÍK, P.: *Dřevěné konstrukce*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2005, 171  
s. ISBN 80-867-6972-0.

KUKLÍK, P. - KUKLÍKOVÁ, A. - MIKEŠ, K.: *Dřevěné konstrukce 1: cvičení*. Vyd. 1. V  
Praze: České vysoké učení technické, 2008, 95 s. ISBN 9788001039809.

KOLB, J.: *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 2., aktualiz.  
vyd. v České republice. Překlad Bohumil Koželouh. Praha: Grada, 2011, 317 s. ISBN  
9788024740713

Koželouh, B.: *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5*. Vyd. 1. V Praze: Informační  
centrum ČKAIT, 2004, 401 s. ISBN 8086769135.

Kolektiv: *Vzdělávací materiály pro navrhování a zkoušení dřevěných konstrukcí*,  
Projekt TEMTIS

### 3.3. Internetové zdroje

BINDERHOLZ-CLT. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:

<http://www.binderholz.com/basisprodukte/brettsperrholz-bbs/>

BOVA - Kotevní a spojovací prostředky. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12].

Dostupné z: <http://bova-nail.cz>

FATRA - Hydroizolační pásy. [online]. 2015. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:

<http://www.fatra.cz/>

DELTA - Pojistné hydroizolace, fasádní pásy. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12].

Dostupné z: <http://www.doerken.de/bvf-cz/>

ISOVER - Tepelné, zvukové a protipožární izolace. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/>

WEBER [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z <http://www.weber-terranova.cz/uvod.html>

CEMIX [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <http://www.cemix.cz/>

HILTI [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz/>

UTECH [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:

[http://www.utech.cz/shop/#utm\\_source=firmy.cz&utm\\_medium=ppd&utm\\_campaign=firmy.cz-169583](http://www.utech.cz/shop/#utm_source=firmy.cz&utm_medium=ppd&utm_campaign=firmy.cz-169583)

DEKTRADE - Hydroizolační asfaltové pásy. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12].

Dostupné z: <https://www.dek.cz/podpora/glastek-40-special-mineral>

Rigips. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <http://www.rigips.cz/>

EGGER. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:

[http://www.egger.com/shop/cs\\_CZ/produkty/stavebni-vyrobky](http://www.egger.com/shop/cs_CZ/produkty/stavebni-vyrobky)

Geologické podklady pro návrh základů. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12].

Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/>

### **3.4. Programy**

RFEM 5.07 (studenská verze) - DLUBAL. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12].

Dostupné z: <https://www.dlubal.com/cs>

Autodesk: AutoCAD 2014 (studenská verze). [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12].

Dostupné z: <http://www.autodesk.cz/>

Microsoft Office: Sada nástrojů Microsoft Office. [online]. 2015. vyd. [cit. 2015-22-

04]. Dostupné z: <http://www.microsoftstore.com>

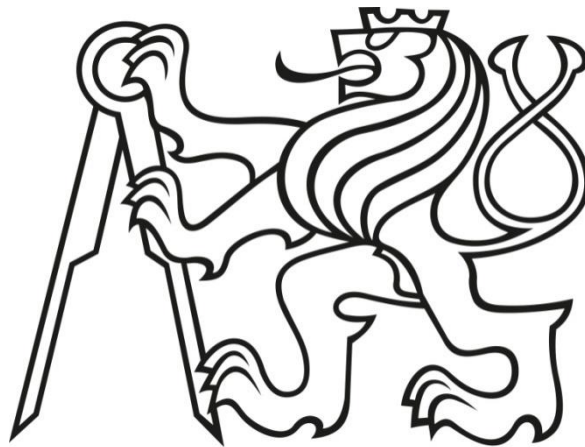
CLTDESIGNER. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:

<http://www.cltdesigner.com/>

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



**Diplomová práce**

Část C – Technická zpráva

Autor: Bc. Bedřich Kučera

Vedoucí práce: Ing. Robert Jára

## Obsah

1. Zásady architektonického, dispozičního a provozního řešení .....	4
1.1. Architektonické, výtvarné řešení a dispoziční řešení.....	4
2. Konstrukční a stavebně technické řešení stavby .....	5
2.1. Působící zatížení .....	5
2.2. Příprava území.....	5
2.2.1. Vytyčení.....	5
2.2.2. HTÚ.....	5
2.2.3. Odvodnění stavební jámy .....	5
2.3. Výkopy, násypy, zajištění stavební jámy .....	6
2.3.1. Výkopy.....	6
2.3.2. Zajištění stavební jámy.....	6
2.4. Základové konstrukce .....	7
2.5. Svislé nosné konstrukce .....	7
2.5. Vodorovné nosné konstrukce .....	8
2.6. Schodiště .....	9
2.7. Střecha .....	9
1.1. Izolace.....	10
2.8.1. Tepelné izolace.....	10
2.8.2. Hydroizolace.....	10
2.8.3. Akustické izolace .....	11
2.8.4. Izolace proti radonu .....	11
2.8.5. Protipožární izolace.....	11
2.9. Fasády.....	11
2.10. Vnitřní nenosné svislé konstrukce .....	11

2.12. Podlahy.....	12
2.13. Podhledy.....	12
2.14. Povrchové úpravy.....	12
2.15. Zámečnické, truhlářské výrobky a ostatní doplňkové výrobky.....	13
2.16. Zpevněné plochy .....	13
2.17. Vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků .....	13
2.18. Dopravní řešení .....	14
2.19. Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření.....	14
3. Seznam podkladů, použitých norem a programů .....	14
3.1. Normy.....	14
3.2. Literatura.....	16
3.3. Internetové zdroje.....	16
3.4. Programy .....	17

# **1. Zásady architektonického, dispozičního a provozního řešení**

## **1.1. Architektonické, výtvarné řešení a dispoziční řešení**

Jedná se o novostavbu administrativní budovy. Objekt se nachází na západním okraji Prahy. Pozemek je v současnosti nezastavěn a nenalézá se na něm žádná vzrostlá zeleň, pouze náletové dřeviny. V okolí se nenachází žádné výrazné objekty, na které by bylo potřeba urbanisticky či architektonicky navázat. Urbanistické řešení domu vychází z charakteru okolí, dispozičního, funkčního a technického řešení objektu a je upraveno v kontextu okolí dle podmínek regulativů platného územního plánu.

Půdorys objektu je složen ze dvou obdélníků o rozměrech cca 20x46 a 14,5x42 m. Budova má čtyři nadzemní podlaží. Nosná konstrukce budovy je řešena jako masivní dřevěný skelet. Střecha domu je plochá, lemovaná atikami. Výrazovým prvkem je prosklená fasáda Schüco, která dominuje na většině fasádní plochy. V místech obvodových stěn je fasáda z dřevěného obkladu Thermowood.

Nedílnou součástí stavby je zahradní úprava okolního přilehlého pozemku. Pozemek bude osazen okrasnými keři, stromy a zatravněn. Parcela je situována v téměř rovinném terénu.

Dispoziční řešení vychází z potřeb a požadavků investora, dále z prostorových a provozních souvislostí, orientace objektu z hlediska světových stran a v neposlední řadě z požadavků platných zákonných norem a předpisů ČSN.



## **2. Konstrukční a stavebně technické řešení stavby**

### **2.1. Působící zatížení**

Objekt se nachází v I. sněhové oblasti (0,7 kN/m<sup>2</sup>) a ve II. větrové oblasti s rychlostí větru 25 m/s.

### **2.2. Příprava území**

#### **2.2.1. Vytyčení**

Před zahájením výkopových prací bude provedeno hlavní polohopisné vytyčení stavby. O požadavcích na vytyčení os lokální soustavy a osazení výškového bodu stavby rozhoduje dodavatel stavby.

Polohopisný systém: JTSK

Výškopisný: Balt po vyrovnání

Při vytyčování stavební jámy bude také provedeno geodetické kontrolní zaměření situování stavby od stávajících budov.

#### **2.2.2. HTÚ**

Vyhroubení stavební jámy pro objekt administrativní budovy bude realizované v rámci výkopových prací.

#### **2.2.3. Odvodnění stavební jámy**

Stavební jáma bude během provádění výkopových prací odvodněna systémem drenážních per. Drenážní potrubí bude svedeno do jímky a následně bude

dešťová voda přečerpána do kanalizace. Rozsah, provádění a dimenze drenážních per pro odvodnění stavební jámy není v rámci diplomové práce řešeno.

## **2.3. Výkopy, násypy, zajištění stavební jámy**

### **2.3.1. Výkopy**

Celý pozemek bude v rámci zajištění bezpečnosti oplocen. Před začátkem výkopu stavební jámy se skryje ornice v mocnosti cca 0,3 m, která bude deponována na části pozemku a využije se k následným rekultivacím.

V rámci výkopových prací bude vyhloubena jedna základní úroveň založení objektů. Jedná se o úroveň základů pod 1.NP. Z této úrovně budou dále vyhlubovány výkopy pro základové patky. Základové patky a pasy, jsou navrženy jednostupňové. Rýha bude dočištěna těsně před betonáží. Do rýhy bude realizováno podlití min tl.50 mm, na které bude osazeno armování základových pasu a patek. V případě nesoudržnosti zemin a nemožnost realizace spodní úrovně pasu přímo do rýhy, bude výkop proveden až na spodní hranu základového pasu a pasy budou kompletně bedněny. Stavební jáma bude po stranách svahována se sklonem svahu dle IGP. Součástí zemních prací je i vytvoření rýh pro přípojky inženýrských sítí podle požadavků na jednotlivé inženýrské sítě, výkopů pro založení opěrných stěn a venkovních ramp, schodišť.

Nedílnou součástí projektu výkopových prací je inženýrsko-geologický průzkum.

### **2.3.2. Zajištění stavební jámy**

Zajištění stavebních jam jednotlivých objektů bude svahováním. Vzhledem k dané rovinatosti místního terénu je zřejmá jednotná hloubka stavební jámy. Nejvyšší výška stěn stavební jámy je 1,3 m. Základová spára objektu se nachází v GT3.

Svahování v GT:

GT2 + GT3: 1:0,75 až 1:0,50

## **2.4. Základové konstrukce**

Na základě provedeného inženýrsko-geologického průzkumu jsou podmínky pro zakládání stanovené jako nenáročné. Řešení spodní stavby nebylo v rámci diplomové práce řešeno, byla navržena a posouzena pouze patka pod sloupem 1.1.

Dále je popsáno jen teoreticky, jak by mohla spodní stavba vypadat. Založení objektu by bylo navrženo na základových patkách pod nosnými sloupy a na základových pasech pod železobetonovými stěnami schodišťových stěn a pod CLT stěnou spolu se základovou deskou. Výška základových pasů by byla 1,2 m a šířka 1,0 m. Základové patky se liší dle typu sloupu stojícím nad základovou patkou a byly by tedy různých rozměrů. Nejzatíženější základová patka je čtvercová o rozměrech 1,7 x 1,7 x 1,7 m. Základové patky a pasy by byly provedeny z betonu C30/37-XC2. Základová deska tloušťky 150 mm by byla provedena z betonu třídy C30/37-XC2. Podkladní beton pod základovou deskou pro uložení hydroizolace postačí třídy pevnosti C 20/25-Xc2. Po obvodě základové desky jsou nutné základové pasy, a to z betonu C20/25-XC2, kvůli nedostatečné nezámrazné hloubky. Základová deska by měla být z důvodu promrzání uložena na pěnové sklo o mocnosti 0,5 m. Ze základové desky pod schodišťovými stěnami by měla být vyvázána betonářská výztuž. Patky a pasy by byly navrženy vyztužené a jednostupňové a založené do rostlého terénu (GT3).

## **2.5. Svislé nosné konstrukce**

Nosná konstrukce objektu je řešena jako masivní dřevěný skelet se ztužujícími jádry okolo schodišť, které jsou železobetonové a ztužující stěnou z CLT BBS XL tloušťky 120 mm a třídy pevnosti C 24. Ztužující stěna je kotvena k základové desce chemickou kotvou přes zesílené úhelníky. Při montáži stěny se postupuje dle technologického postupu výrobce. Hlavní nosnou funkci tvoří dřevěné sloupy

z lepeného lamelového dřeva třídy pevnosti GL 24 h v pohledové jakosti, které jsou děleny na výšku jednoho podlaží.

Dimenze navržených sloupů:

Sloup 1.1	200/480	Sloup 5.1	160/400
Sloup 2.1	200/200	Sloup 6.1	140/140
Sloup 3.1	200/320	Sloup 7.1	100/200
Sloup 4.1	200/320		

Nejzatíženější sloup 1.1 byl posouzen na účinky požáru po dobu 60 min a vyhověl. Proto není nutné dřevěné prvky oplášťovat pro zvýšení požární odolnosti konstrukce.

Veškeré spoje jsou řešeny kloubově přes vložené ocelové desky a svorníky. Přesný počet svorníků a tloušťka ocelové desky viz výpočet ve statické části. Sloupy jsou kloubově kotveny a uloženy na základové patky přes chemické kotvy.

## 2.5. Vodorovné nosné konstrukce

Vodorovné nosné konstrukce zastupuje spojení vazníků se sloupy, který spolu tvoří masivní skelet budovy. Spojení sloupů s vazníky je kloubové, přes vložený ocelový plech a spojený svorníky. Vazníky jsou lepeného lamelového dřeva třídy pevnosti GL 24h v pohledové jakosti. Dimenze navržených vazníků jsou uvedeny ve statickém výpočtu a zakresleny ve výkresech.

Na vaznicích je uložený strop z CLT panelů tloušťky 180 mm a třídy pevnosti C24, který je tuze spojen s vazníky. Statické působení stropních panelů je prostý nosník přes jedno pole. Při pokládce stropních panelů BBS XL se postupuje podle technologického postupu výrobce Bindraholz. Smykové spojení jednotlivých panelů mezi sebou musí být dostatečně tuhé, aby se stropní tabule mohla považovat za tuhou a tím se staticky vycházelo v přerozdělení vodorovného zatížení budovy od větru na jednotlivé smykové stěny, případně ověření deformace budovy.

Střešní konstrukce je tvořena na části objektu střešními panely z CLT BBS XL tloušťky 160 mm pevnosti C24, které jsou opět tuze spojeny s vazníky v posledním čtvrtém nadzemním poschodí. Zbylá část objektu je zastřešena vaznicemi profilu 100/200 ze smrkového dřeva třídy pevnosti C24, které jsou uloženy na třmeny od firmy Bova. Prostor mezi vaznicemi je vyplněn minerální izolací. Z vrchu vaznic je záklop z OSB desky tl. 20 mm. Přesné rozmístění dle výkresu 4.NP.

## **2.6. Schodiště**

Vnitřní železobetonové schodiště jsou navržena dvouramenná konstrukčně kombinovaná z betonu C 35/45 (monolit) a C 35/45 (prefa). Mezipodesty jsou navrženy monolitická železobetonová tl. 240 mm. Schodišťová ramena budou prefabrikovaná s tloušťkou desky 200 mm uložena na ozuby stropních desek a mezipodest přes prvky omezující kročejový hluk.

Hlavní jednoramenné schodiště je vzhledem ke své délce a dvojitým zalomením navrženo se třemi nosnými dřevěnými schodnicemi. Dřevěné schodnice jsou z lepeného lamelového dřeva GL 24 h profilu 160/400.

Výška stupňů schodišťových ramen je 170 mm a délka 290 mm.

Výtahové šachty budou železobetonové monolitické z C 35/45-XC1 s tl. Stěny 200 mm a akusticky od dilatované od stropních konstrukcí. Tloušťka dilatace je projektována 20 mm a vyplněna pružnými deskami EPS.

## **2.7. Střecha**

Střecha je plochá s povlakovou krytinou mechanicky kotvenou se skladbou v klasickém pořadí vrstev, která bude provedena na jedné části střechy na střešní CLT panely a na zbylé části střechy na vaznice se záklopem z OSB desek. Střechy budou mít skladbu tvořenou spádovými klíny SmartRoof Base 20. Konstantní tloušťkou

tepelné minerální izolace pro nepochozí střechy DDP Plus 100 mm s povlakovou hydroizolací na bázi PVC Fatrafol 810/V mechanicky kotvenou. Odvodnění je řešeno pře 7 střešních vpustí, které jsou vedeny v instalačních šachtách. Střecha je dokola lemovaná atikou.

## **1.1. Izolace**

### **2.8.1. Tepelné izolace**

Tepelné izolace stěn, střech a podlah přilehlých k terénu jsou navrženy dle požadovaných a platných předpisů (výpočet prostupu tepla viz část F - tepelně technické posouzení). Tloušťky navržených izolací vychází z tepelně technického posouzení. V podlahách je navržena kročejová izolace z Steprock HD 50 mm. Zateplení je provedeno ve většině případu minerální tepelnou izolací Knauf Insulation, blíže specifikováno ve výkresech skladeb. Sokl základů je opatřen polystyrenem XPS tl. 200 mm.

### **2.8.2. Hydroizolace**

Objekt bude chráněn proti vodě hydroizolací spodní stavby, konstrukcí fasád a střechy. Spodní stavba bude chráněna povlakovou hydroizolací ve formě asfaltových pásů s penetrací na podkladním betonu. Bude použito pásů s výztužnou vložkou (ne kovovou), které budou tvořit současně ochranu proti pronikání radonu z podloží. Izolace není navržena proti tlakové vodě. Hydroizolace bude ukončena min. 300 mm nad úroveň přilehlého upraveného terénu.

Střechy budou chráněny povlakovou izolací ve formě PVC krytiny. Izolace bude vytažena na navazující stěny a atiky do výšky 200 mm nad úroveň horní hrany střešního souvrství.

Výplně otvorů v suterénu a v 1.NP, které jsou v přímém kontaktu s hydroizolací budou dotěsněny k hydroizolaci a spára bude těsněna hydroizolačním pásem kotveným k výplni a připojeným k hydroizolaci. Veškeré prostupy procházející hydroizolační vrstvou jsou řešeny pomocí systémových průchodek osazovaných do bednění při betonáži konstrukce.

### **2.8.3. Akustické izolace**

Jako ochrana před kročejovým hlukem bude nosná vrstva lehkých plovoucích podlah uložena na kročejové izolaci z polotuhé kamenné desky tl. 50 mm v odpovídajících parametrech.

### **2.8.4. Izolace proti radonu**

Spodní stavba bude proti radonu chráněna povlakovou hydroizolací s výztužnou vložkou (ne kovovou) navrženou podle příslušných hodnot koncentrace dle průzkumu. Prostupy hydroizolačním souvrstvím budou plynotěsné, za použití systémových prostupek.

### **2.8.5. Protipožární izolace**

Veškeré prostupy požárně dělícími konstrukcemi musí být utěsněny dle požadavků ČSN 730802. V rámci všech prostupů instalací apod. požárně dělícími konstrukcemi je nutné zajistit ucpávky s požární odolností.

## **2.9. Fasády**

Fasádu většiny objektu je tvořena prosklenými fasádními tabulemi typu Al FW 60+ od Schüco. Systém sloupko – příčkové prosklené fasády, s tepelně izolovanými profily. Bližší specifikace řešena dodavatelem.

Fasádu svislé CLT stěny a obvodové schodišťové stěny je tvořena dřevěnými palubkami Thermowood s provětrávanou vzduchovou mezerou. Bližší specifikace viz skladby konstrukcí.

## **2.10. Vnitřní nenosné svislé konstrukce**

V objektu jsou zhotoveny sádkartonové akustické příčky Knauf Insulation W115, tl. 205 mm. Montáž příček se provede dle technických specifikací výrobců. Příčky montovat s dilatační mezerou u stropu pro možné průhyby stropu. Příčky budou montovány dle technologického předpisu výrobce.

W115 – Příčka s dvojitými ocelovými profily CW – dvojitě opláštěna. Požární odolnost příčky EI 120.

## **2.12. Podlahy**

Přesné skladby podlah jsou uvedeny v řezu a v detailech. Před provedením podlah je nutno osadit navržené instalace jednotlivých profesí. Všechny podlahy v objektu jsou typu lehkých plovoucích podlah s výjimkou 1 .NP a schodišťových prostorů. V 1. NP jsou podlahy typu těžkých plovoucích podlah cementovým potěrem a epoxydovou stěrkou. Nášlapné vrstvy v hygienických prostorách tvoří keramická dlažba.

## **2.13. Podhledy**

Podhledy jsou v posledním 4 .NP pod střešou s vaznicemi se záklopem s OSB. Podhledy jsou tvořeny sádrokartonovými deskami od firmy Knauf insulation osazené na nosný rošt. Nosný rošt je přichycen ke spodnímu líci vaznic.

## **2.14. Povrchové úpravy**

Na betonové konstrukce bude použita hladká tenkovrstvá sádrová omítka WEBER s gletovaným povrchem. Sádrové omítky je možné nahradit omítkovým systémem: na ŽB stěny bude použita tenkovrstvá minerální stěrková omítka s adhezním můstkem pro přilnavost k betonové konstrukci.

Plochy omítek a sádrokartonových konstrukcí budou opatřeny bílou malbou s dostatečnou odolností proti otěru. Malby budou omyvatelné, na emulzní, akrylátové nebo minerální bázi. Veškeré styky stropů a stěn budou vytmeleny akrylem. Před malbou budou plochy na penetrovány penetrací dle vybraného nátěrového systému.



## **2.15. Zámečnické, truhlářské výrobky a ostatní doplňkové výrobky**

Vnitřní zábradlí je provedeno z pozinkované oceli s dřevěným madlem s výplní z nerezových profilů nebo se skleněnou tabulí, bude upřesněno v pozdější fázi stavby.

## **2.16. Zpevněné plochy**

Kolem budovy bude rozprostřena sejmutá ornice k okapovému chodníčku. Chodníček okolo objektu, vstupní rampa, příjezdová rampa a venkovní parkoviště budou z betonové dlažby.

## **2.17. Vliv objektu a jeho užívání na životní prostředí a řešení případných negativních účinků**

VÝSTAVBA - Znečištění ovzduší (prašnost a emise ze stavebních strojů) je způsobena zejména při dopravě a pracích ve vnějším prostoru. Problematiku řeší zákon č. 201/2012 Sb. Dále je nutné respektovat nařízení vlády č.272/2011 Sb. o hygienických limitech hluku. V průběhu stavby je nutné pravidelné čištění komunikací. Při provádění zemních prací se předpokládá čištění okolních vozovek 4x denně, po ukončení zemních prací při výstavbě nosné konstrukce, pak 1x týdně – podle aktuálních klimatických podmínek. Při dokončovacích pracích a úpravách okolí domu bude očista prováděna podle potřeby a podle klimatických podmínek - předpoklad 1x týdně.

Stavební odpad bude likvidován ve smyslu zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a změně některých dalších zákonů na povolených skládkách a jeho likvidace bude dokladována. Stavba nepředpokládá užití, nebo případně výskyt nebezpečných materiálů. Všechny použité konstrukce a materiály musí vyhovovat hygienickým požadavkům na emise škodlivin a cizorodých látek, a jejich likvidace musí probíhat v souladu se současnou legislativou.

## **2.18. Dopravní řešení**

Napojení na dopravní infrastrukturu. Požadavky na dopravu v klidu: parkoviště před budovou.

## **2.19. Ochrana objektu před škodlivými vlivy vnějšího prostředí, protiradonová opatření**

Nízký radonový index pozemku nevyžaduje zvláštní ochranná opatření proti pronikání radonu z podloží do budov. Lze použít běžné konstrukce se standardními izolacemi. Ochrana proti hluku u tohoto typu objektu je realizována neprůzvučností obvodového pláště s okny třídy zvukové izolace TZI3. Při provádění stavby budou použity standardně nasazované strojní zařízení, nedochází tak k překročení hlukových limitů v pracovní době stavby. Ani na fasádě a střeše objektu nejsou žádná technologická zařízení, která by vyvozovala nějaký hluk.

## **3. Seznam podkladů, použitých norem a programů**

### **3.1. Normy**

ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1995-1-1 Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla - Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 338 Konstrukční dřevo - Třídy pevnosti

ČSN EN 384 Konstrukční dřevo - Stanovení charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty

ČSN EN 408 Dřevěné konstrukce - Konstrukční dřevo a lepené lamelové dřevo - Stanovení některých fyzikálních a mechanických vlastností

ČSN EN 384: Zjišťování charakteristických hodnot mechanických vlastností a hustoty dřeva.

ČSN EN 335 Trvanlivost dřeva a materiálů na bázi dřeva - Třídy použití: definice, aplikace na rostlé dřevo a na výrobky na bázi dřeva

ČSN EN 14358: Dřevěné konstrukce. Výpočet 5% kvantilu charakteristických hodnot a kritéria přijatelnosti pro výběr.

ČSN 73 0035 Zatížení stavebních konstrukcí

ČSN 73 1701 Navrhování dřevěných stavebních konstrukcí

ČSN EN 26891 Dřevěné konstrukce. Spoje s mechanickými spojovacími prostředky. Všeobecné zásady pro zjišťování charakteristik únosnosti a přetvoření

ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla

ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb – nevýrobní objekty

ČSN 73 4301 - Obytné budovy

## 3.2. Literatura

KUKLÍK, P.: *Dřevěné konstrukce*. 1. vyd. Praha: Informační centrum ČKAIT, 2005, 171 s. ISBN 80-867-6972-0.

KUKLÍK, P. - KUKLÍKOVÁ, A. - MIKEŠ, K.: *Dřevěné konstrukce 1: cvičení*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2008, 95 s. ISBN 9788001039809.

KOLB, J.: *Dřevostavby: systémy nosných konstrukcí, obvodové pláště*. 2., aktualiz. vyd. v České republice. Překlad Bohumil Koželouh. Praha: Grada, 2011, 317 s. ISBN 9788024740713

Koželouh, B.: *Dřevěné konstrukce podle Eurokódu 5*. Vyd. 1. V Praze: Informační centrum ČKAIT, 2004, 401 s. ISBN 8086769135.

Kolektiv: *Vzdělávací materiály pro navrhování a zkoušení dřevěných konstrukcí*, Projekt TEMTIS

## 3.3. Internetové zdroje

BINDERHOLZ-CLT. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:

<http://www.binderholz.com/basisprodukte/brettsperrholz-bbs/>

BOVA - Kotevní a spojovací prostředky. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12].

Dostupné z: <http://bova-nail.cz>

FATRA - Hydroizolační pásy. [online]. 2015. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:

<http://www.fatra.cz/>

DELTA - Pojistné hydroizolace, fasádní pásy. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12].

Dostupné z: <http://www.doerken.de/bvf-cz/>

ISOVER - Tepelné, zvukové a protipožární izolace. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <http://www.isover.cz/>

WEBER [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z <http://www.weber-terranova.cz/uvod.html>

CEMIX [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <http://www.cemix.cz/>

HILTI [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <https://www.hilti.cz/>

UTECH [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:  
[http://www.utech.cz/shop/#utm\\_source=firmy.cz&utm\\_medium=ppd&utm\\_campaign=firmy.cz-169583](http://www.utech.cz/shop/#utm_source=firmy.cz&utm_medium=ppd&utm_campaign=firmy.cz-169583)

DEKTRADE - Hydroizolační asfaltové pásy. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <https://www.dek.cz/podpora/glastek-40-special-mineral>

Rigips. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <http://www.rigips.cz/>

EGGER. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:  
[http://www.egger.com/shop/cs\\_CZ/produkty/stavebni-vyrobky](http://www.egger.com/shop/cs_CZ/produkty/stavebni-vyrobky)

Geologické podklady pro návrh základů. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <http://www.geologicke-mapy.cz/regiony/>

### **3.4. Programy**

RFEM 5.07 (studenská verze) - DLUBAL. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <https://www.dlubal.com/cs>

Autodesk: AutoCAD 2014 (studenská verze). [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z: <http://www.autodesk.cz/>

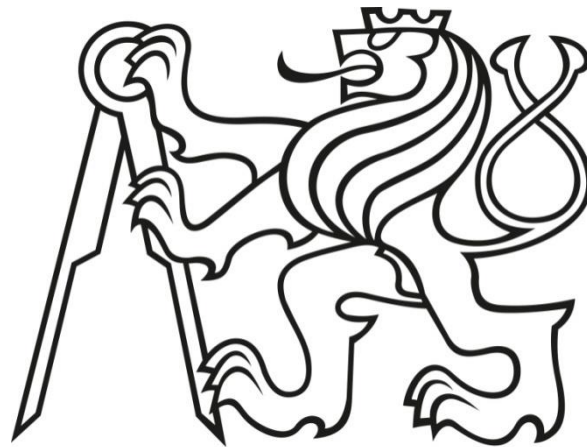
Microsoft Office: Sada nástrojů Microsoft Office. [online]. 2015. vyd. [cit. 2015-22-04]. Dostupné z: <http://www.microsoftstore.com>

CLTDESIGNER. [online]. 2016. vyd. [cit. 2016-17-12]. Dostupné z:  
<http://www.cltdesigner.com/>

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



**Diplomová práce**

Část D – Výkresy

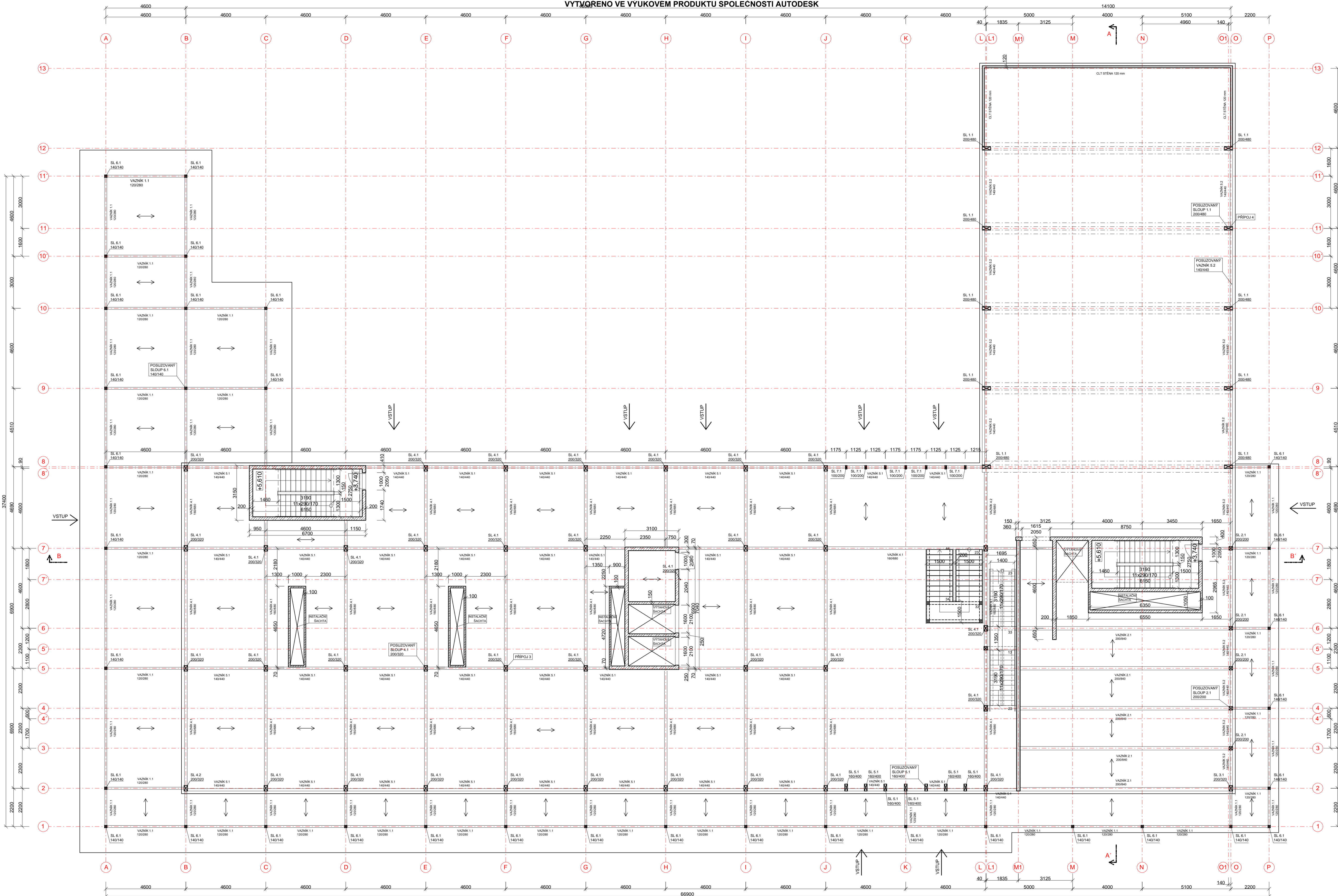
Autor: Bc. Bedřich Kučera

Vedoucí práce: Ing. Robert Jára

OBSAH:

1) STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ VÝKRES 1.NP	M 1:100	Č.V. 1
2) STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ VÝKRES 2.NP	M 1:100	Č.V. 2
3) STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ VÝKRES STŘECHA	M 1:100	Č.V. 3
4) STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ VÝKRES ŘEZ A-A´	M 1:75	Č.V. 4
5) STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ VÝKRES ŘEZ B-B´	M 1:100	Č.V. 5
6) SKLADBY VODOROVNÉ KONSTRUKCE	M 1:10	Č.V. 6
7) SKLADBY SVISLÉ KONSTRUKCE	M 1:10	Č.V. 7
8) SKLADBY VODOROVNÉ KONSTRUKCE VAR. 2	M 1:10	Č.V. 8
9) DETAIL SOKLU	M 1:10	Č.V. 9
10) DETAIL ATIKA	M 1:10	Č.V. 10
11) DETAIL SPOJE 1	M 1:10	Č.V. 11
12) DETAIL SPOJE 2	M 1:10	Č.V. 12
13) DETAIL SPOJE 3	M 1:10	Č.V. 13
14) DETAIL SPOJE 4	M 1:10	Č.V. 14





VYTVOŘENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

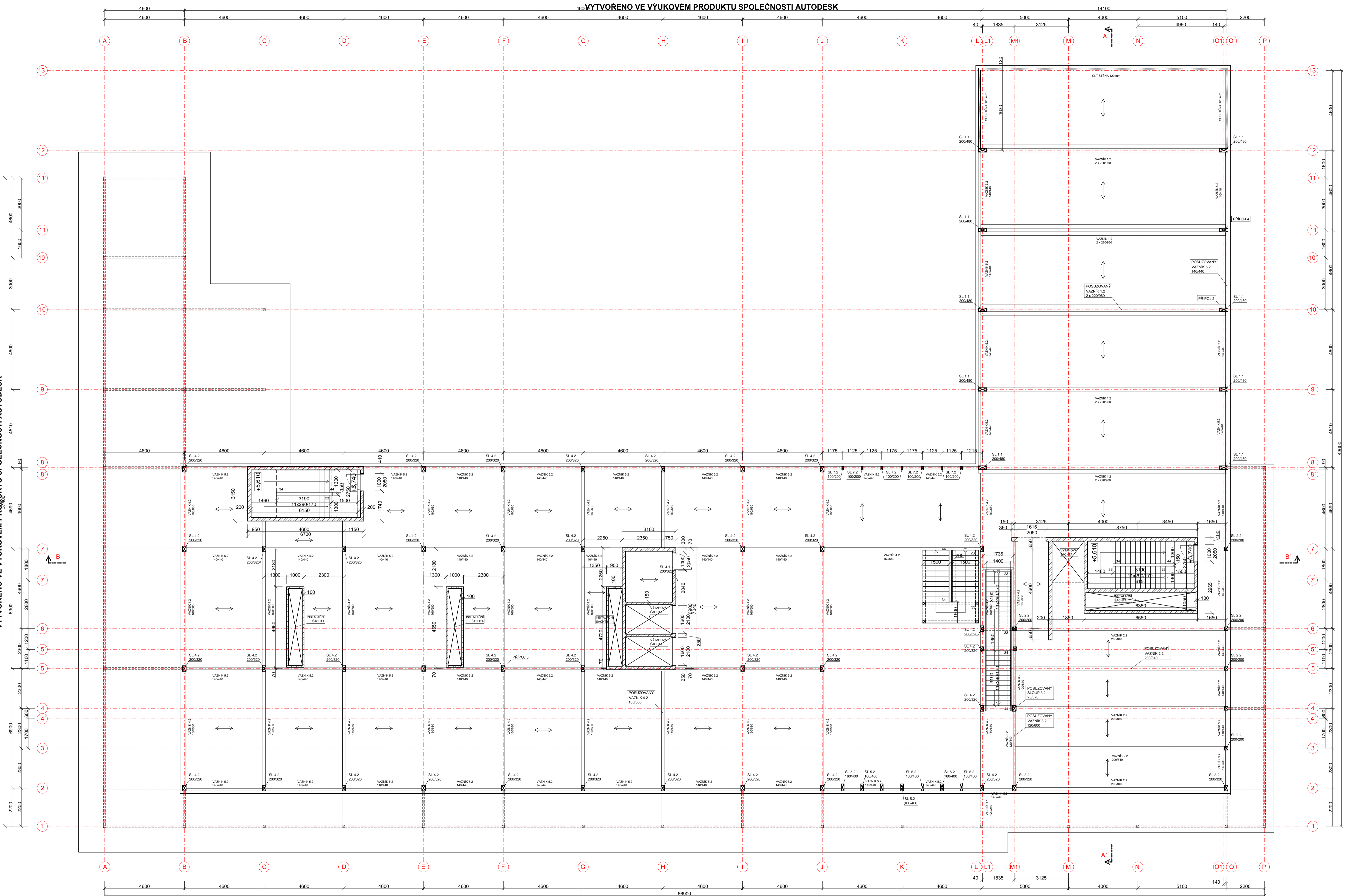
VYTVOŘENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

BINDERHÖLZ GLT STĚNOVÝ PANEĽ BBS XL 120 mm C24  
 ŽELEZOBETON C35/45  
 NAZNAČUJE SMĚR ULOŽENÍ STŘEPNÍCH CLT PANEĽŮ BINDERHÖLZ BBS XL 180 mm C24

**POZNÁMKY:**  
 - VAZNIK 1.1; 1.1.1; 2.1; 3.1; 4.1; 5.1 JSOU VYROBENY Z LEPEŇHO LAMELOVÉHO DŘEVA TRÍDY GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTÍ DŘEVOKAZNÝM HOUBÁM A HMYZU  
 - SLOUP 1.1; 2.1; 3.1; 4.1; 5.1; 6.1 JSOU VYROBENY Z LEPEŇHO LAMELOVÉHO DŘEVA TRÍDY GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTÍ DŘEVOKAZNÝM HOUBÁM A HMYZU

+0.000 = 286 m.n.m. VÝŠKOPISNÝ SYSTÉM BpV; POLOHOPIŠNÝ SYSTÉM S-JTSC

Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 26.12.2016
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Měřítko: 1:100
Název výkresu: <b>STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ VÝKRES 1.NP</b>			Číslo výkresu: 1
			Počet A4: 6

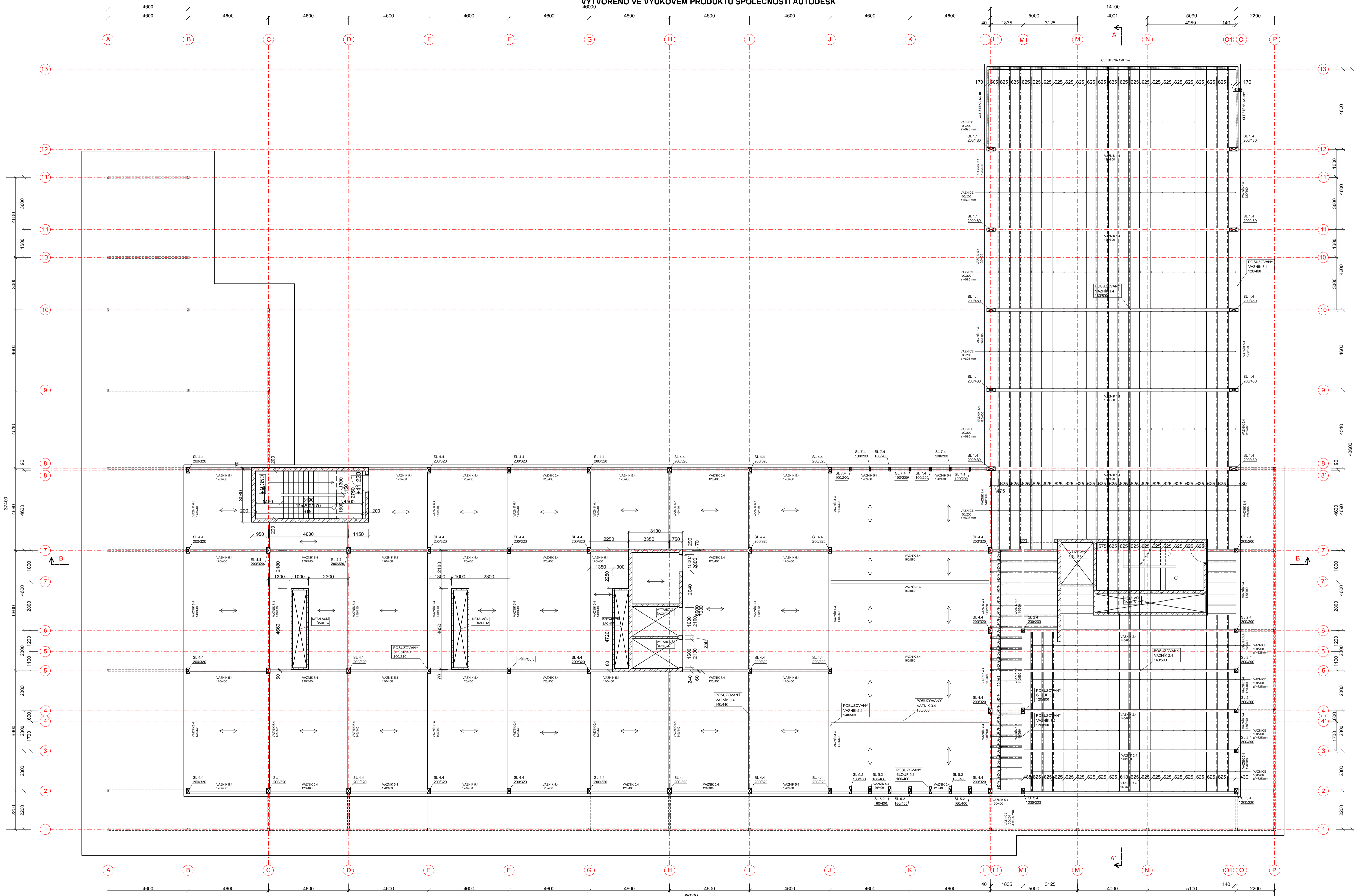


BINDERHÖLZ CLT STĚNOVÝ PANEĚL BBS XL 120 mm C24  
 ŽELEZOBETON C35/45  
 NAZNAČUJE SMĚR ULOŽENÍ STŘEPNÍCH CLT PANEĚLŮ BINDERHÖLZ BBS XL 120 mm C24

POZNÁMKA:  
 - VAZNIK 1.1, 1.2, 2.2, 3.2, 4.2, 5.2 JSOU VYROBENY Z LEPEŇHO LAMELOVÉHO DŘEVA TRÍDY GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBÁM A HMYZU  
 - SLoup 1.1, 2.2, 3.2, 4.2, 5.2, 6.2 JSOU VYROBENY Z LEPEŇHO LAMELOVÉHO DŘEVA TRÍDY GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBÁM A HMYZU

+0.000 = 286 m.n.m. VÝŠKOPISNÝ SYSTÉM Bpv. POLOHOPIŠNÝ SYSTÉM S-JTSK

Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 26.12.2016
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Měřítko: 1:100
Název výkresu: <b>STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ VÝKRES 2.NP</b>			Číslo výkresu: 2
			Počet A4: 6



VYTVOŘENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

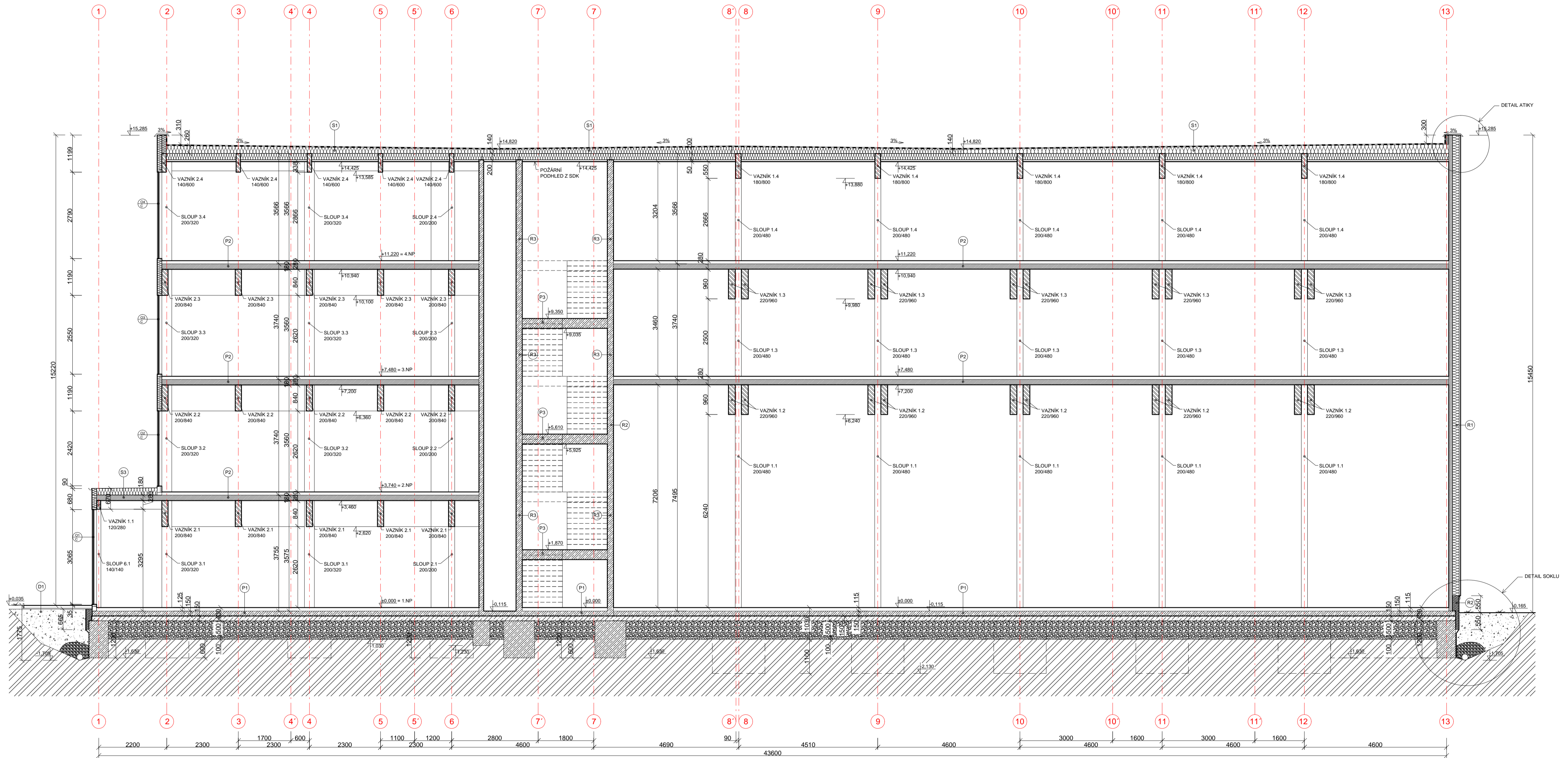
VYTVOŘENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

BINDERHOLZ CLT STĚNOVÝ  
 PANEĽ BBS XL 120 mm C24  
 ŽELEZOBETON C35/45  
 NAZNAČUJE SMĚR ULOŽENÍ STŘEPNÍCH CLT  
 PANEĽŮ BINDERHOLZ BBS XL 180 mm C24

POZNÁMKA:  
 -VAZNIKY 1.4 JSOU VYROBĚNY ZE SMRKOVÉHO DŘEVA TRÍDY C24 V NEPOHLEDOVÉ KVALITĚ.  
 IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBAM A HMYZU  
 -VAZNIKY 1.1 1.2 2.2 3.2 4.2 5.2 JSOU VYROBĚNY Z LEPEHO LAMELOVÉHO DŘEVA TRÍDY  
 GL 24 V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBAM A HMYZU.  
 SLOUPY 1.1 2.1 3.1 4.1 5.1 6.1 JSOU VYROBĚNY Z LEPEHO LAMELOVÉHO DŘEVA TRÍDY  
 GL 24i V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBAM A HMYZU

+0.000 = 286 m.n.m. VÝŠKOPISNÝ SYSTÉM ŠPV. POLOHOPIŠNÝ SYSTÉM S-JTSK

Vpracoval: Bc. Bedřich Kužera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> Datum: 26.12.2016 Měřítko: 1:100 Číslo výkresu: 3 Počet A4: 6
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			
Název výkresu: <b>STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ VÝKRES 4.NP</b>			



- P1**
- LITÁ EPOXYDOVÁ ŠTERKA - EP 7 AST DECOR - 5 mm
  - CEMENTOVÝ POTĚR 60 mm - VYTUŽENÝ KARI SITI
  - PE FOLIE
  - STĚROČEK HM 50 mm
  - ZELEZOBETONOVÁ DESKA 150 mm
  - HYDROIZOLACE - ASFALTOVÝ PAS
  - PERFORAČNÍ NÁTER
  - PODKLADNÍ BETON 150 mm
  - GEOTEXTILIE
  - TĚNĚNÝ SKLO 500 mm
  - ŠTERKOPÍSKOVÝ PODSYP 100 mm - FRAKCE 16/32 mm
  - PŮVODNÍ ZEMINA
- P2**
- NÁŠAPNÁ VRSTVA 20 mm
  - OSB II 15 mm
  - SEPARAČNÍ FOLIE
  - STĚROČEK HM 50 mm
  - CLT PANEL BBS XL C24 - 180 mm
- P3**
- KERAMICKÁ DLAŽBA - PROTISKLUZOVÝ POKRYV
  - CEMENTOVÝ POTĚR 60 mm - VYTUŽENÝ KARI SITI
  - PE FOLIE
  - STĚROČEK HM 50 mm
  - ZELEZOBETONOVÁ DESKA 200 mm
  - TĚNĚNÝ SÁDROVÝ OMÍTKA WEBER S
  - GLETOVANÝM PŮVRCHEM 4 mm

- R1**
- DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ PALUBKY THERMOWOOD
  - PROVĚTRÁVANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA E. 40 mm
  - FASÁDNÍ FOLIE DELTA FASADE S
  - MINERÁLNÍ IZOLACE FKO S THERMAL 220 mm +
  - VZDOROVÉ LÁTE
  - STĚNOVÝ CLT PANEL BBS XL C24 - 120 mm
- R2**
- TĚNĚNÝ SÁDROVÝ OMÍTKA WEBER
  - KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM XPS PRO OBLAST SKLU TL 200 mm
  - VYTÁŽENÁ HYDROIZOLACE NAD ÚROŇNĚNÍM MN 300 mm, ASFALTOVÝ PAS
  - STĚNOVÝ CLT PANEL BBS XL C24 - 120 mm
- R3**
- TĚNĚNÝ SÁDROVÝ OMÍTKA WEBER S
  - GLETOVANÝM PŮVRCHEM 4 mm
  - ZELEZOBETON C34/45 200 mm
  - TĚNĚNÝ SÁDROVÝ OMÍTKA WEBER S
  - GLETOVANÝM PŮVRCHEM 4 mm

- S1-MECHANICKY KOTVENÁ STŘECHA**
- HYDROIZOLACE FATRAFOL 810V - 2 mm
  - SEPARAČNÍ TĚKSTIE
  - MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHY DDP Plus 100 mm
  - SPRÁČKOVÉ KLÍNY SmartRoof Base 20-200 mm
  - OSB 30 mm
  - MONOKONSTRUKCE LID VAZNIČE + MINERÁLNÍ IZOLACE SmartRoof Top 200 mm
  - PAROZÁBRANA JUTAFOOL N 110
  - SKL 12,5 mm + NOŠNÝ ROŠTÍ POHLEDU
- S3 - PLECHOVÁ KRYTINA**
- PLECHOVÁ KRYTINA (NAPŘ. OD FIRMY SATJAM)
  - VODODOPROJE LÁTE 40/60
  - KONTRALÁTE 40/60
  - POJISTNÁ VYSOCEDFIŽNÍ HYDROIZOLAČNÍ FOLIE SATJAMFOL W1 136(170)
  - MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHU DDP Plus mm 220 mm
  - PAROZÁBRANA JUTAFOOL N 110
  - CLT PANEL BBS XL C24 - 180 mm
- D1 - CHODNÍČEK**
- BETONOVÁ SKLADANÁ DÁŽBA
  - SROVNÁVACÍ PODKLAD - PÍSEK 30 mm
  - SEPARAČNÍ A OCHRANNÁ GEOTEXTILIE
  - NÁŠAPNÁ PŮVODNÍ ZEMINA
  - PŮVODNÍ ZEMINA

**LEGENDA MATERIÁLŮ:**

- ZELEZOBETON C34/45
- PODKLADNÍ BETON
- PĚNOVÉ SKLO
- ŠTERKOPÍSKOVÝ PODSYP
- NÁŠAPNÁ PŮVODNÍ ZEMINA
- PŮVODNÍ ZEMINA
- FYLTRAČNÍ ŠTERKOVÝ OBŠYP
- CLT PANELY (STĚNOVÉ, STŘEŠNÍ) BINDERHOLZ CLT BBS XL C24
- LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO GL 24h
- TEPELNÁ IZOLACE XPS
- MINERÁLNÍ TEPELNÁ IZOLACE

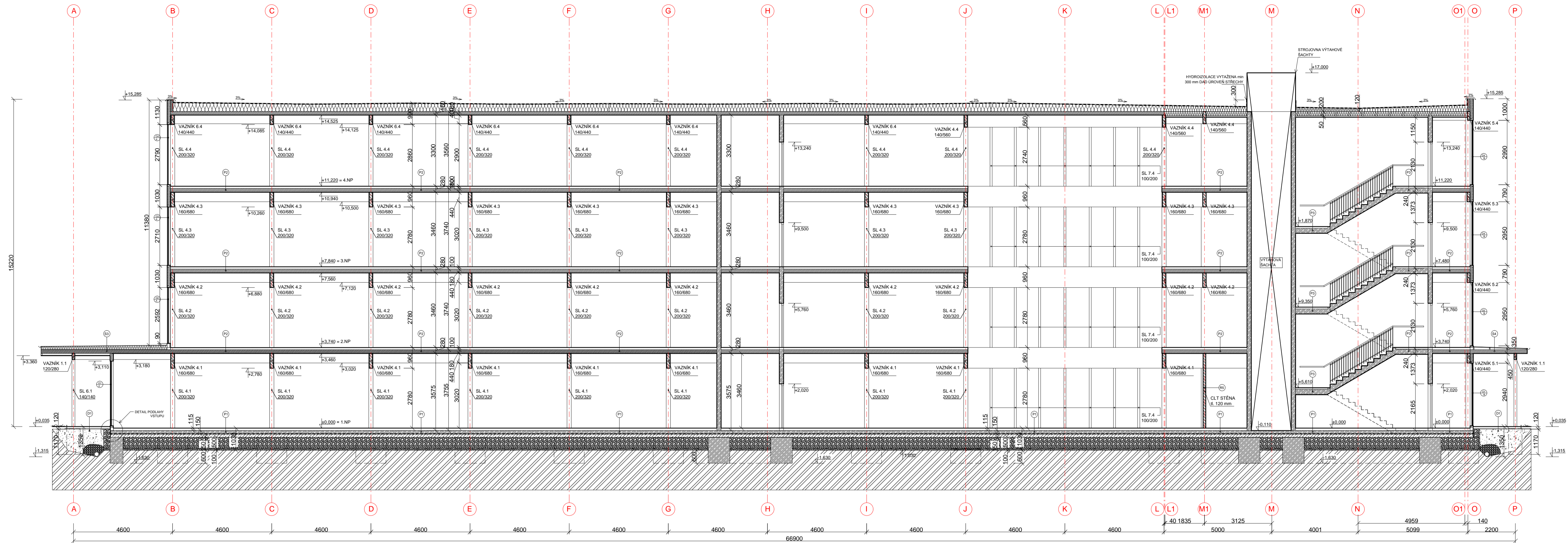
**POZNÁMKA:**

- VAZNÍK 1.1 1.2; 2.2; 3.2; 4.2; 5.2 JSOU VYROBENY Z LEPENÉHO LAMELOVÉHO DŘEVA TRÍDY GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBÁM A HMYZU
- SLOUP 1.1; 2.1; 3.1; 4.1; 5.1; 6.1 JSOU VYROBENY Z LEPENÉHO LAMELOVÉHO DŘEVA TRÍDY GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBÁM A HMYZU
- ZOBRAZENÍ TERÉNNÍCH ÚPRAV POUZE SCHÉMATICKY
- OTVORY A PROSTUPY KONSTRUKCI MENŠÍ NEŽ PRŮMÉR 150 MM NEJSOU ZNÁZORNĚNY A BUDOU VRTÁNY DODATEČNĚ NA STAVBĚ. DŘÁŽKY A PROSTUPY PRO INSTALACE BUDOU PROVEDENY DLE POŽADAVKŮ PŘÍSLUŠNÉ PROFESE.
- PRO VÝPLNĚ OTVORŮ, ZÁMĚČ. A KLEMPÍŘSKÝCH KONSTRUKCÍ JE NUTNÉ ZPRACOVAT DÍLENSKOU DOKUMENTACI DLE ZAMĚŘENÍ SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ STAVBY
- TRUBKOVÁNÍ A VEDENÍ INSTALACÍ NENÍ ZOBRAZENO VE VÝKRESECH.
- VEDENÍ INSTALACÍ VZT, VODY, TOPENÍ, KANALIZACE NENÍ ZOBRAZENO VE VÝKRESECH.

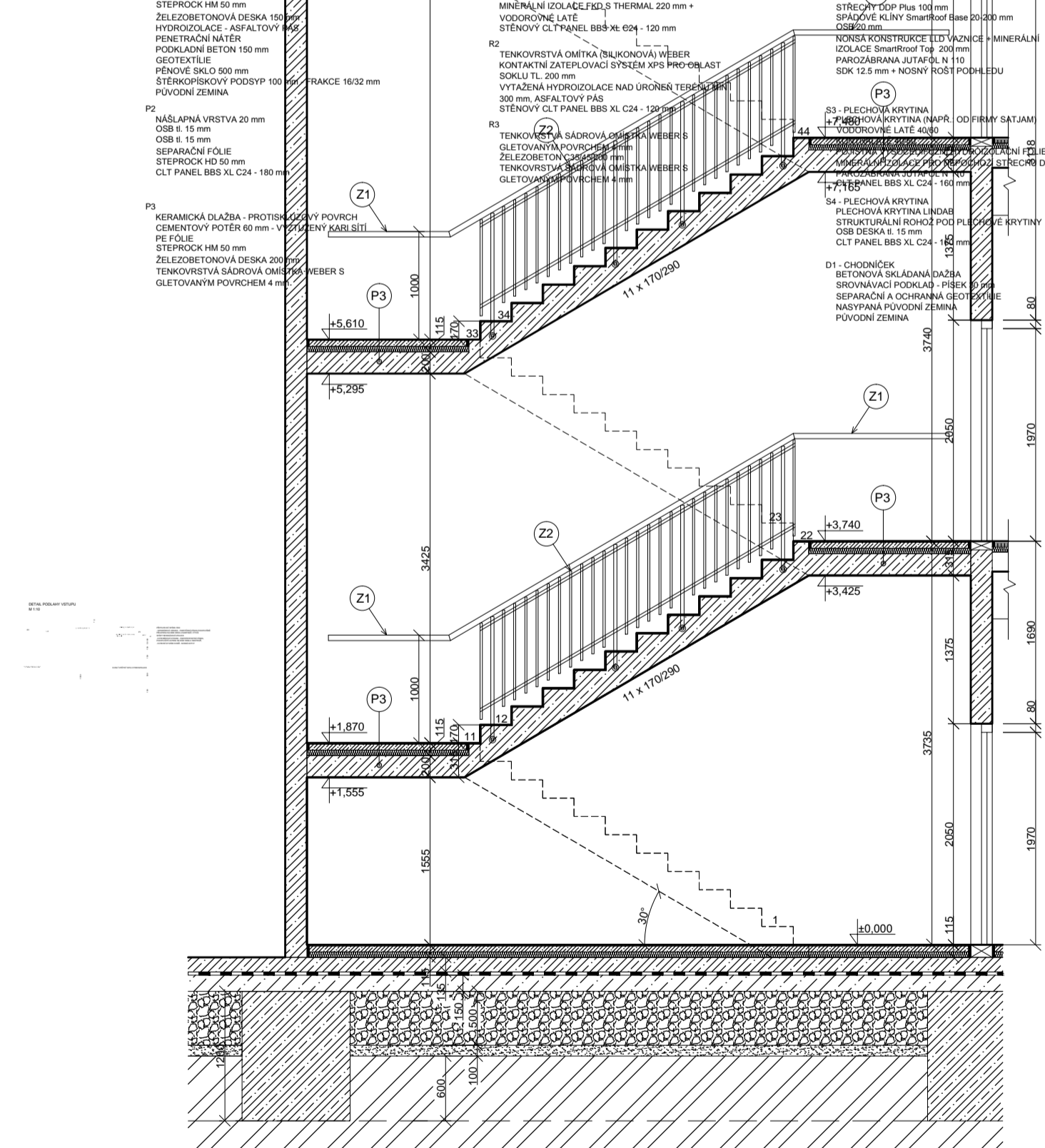
**Rada okenního systému Schüco AWS 70 - bližší specifikace ve výkazu oken a prosklených ploch, který není součástí této práce**

+0.000 = 286 m.n.m. VÝŠKOPISNÝ SYSTÉM BpV. POLOHOPIŠNÝ SYSTÉM S-JTSK

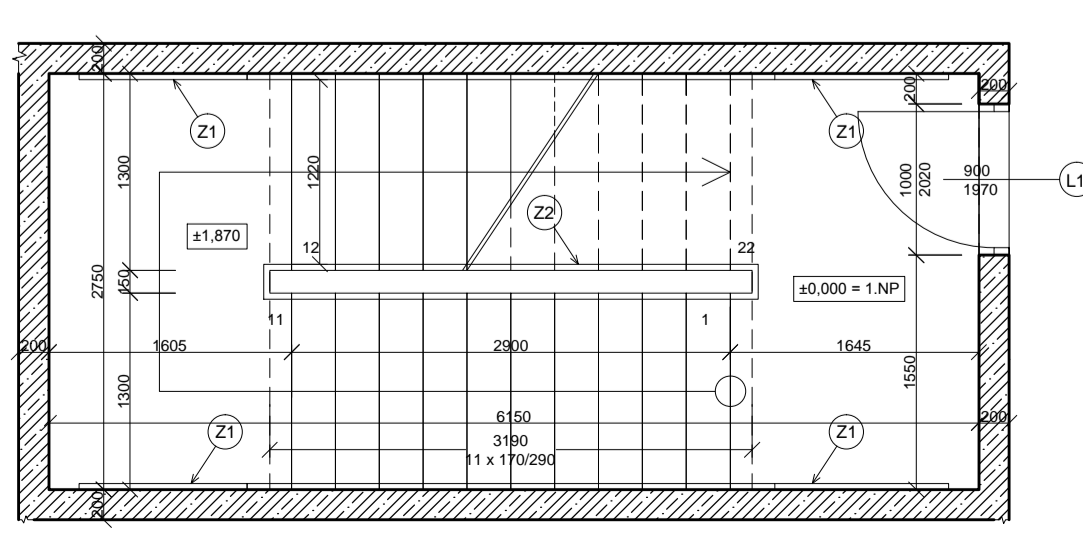
Vypracoval: Bc. Bedřich Kužera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			Datum: 26.12.2016
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Měřítko: 1:75
Název výkresu: <b>STAVEBNĚ KONSTR. VÝKRES ŘEZ A-A'</b>			Číslo výkresu: 4
			Počet A4: 6



REZ SCHODIŠTĚM  
M 1:50



PŮDORYS SCHODIŠTĚ  
M 1:50



LEGENDA MATERIÁLU:

- P1 LITA EPOXYDOVÁ STĚNA - EP 7 AST DECOR - 5 mm
- CEMENTOVÝ POTĚR 80 mm - VYZTUŽENÝ KARI S11
- PE FOLIE
- STĚROČEK HM 50 mm
- ZELEZOBETONOVÁ DESKA 200 mm
- HYDROIZOLACE - ASPHALTOVÝ PAS
- PENETRAČNÍ NÁTER
- PODKLADNÍ BETON 150 mm
- GEOTEXTILIE
- PĚNOVÉ SKLO 500 mm
- STĚROKOPISKÝ PODSYP 100 mm - FRAKCE 16/32
- NASYPANÁ PŮVODNÍ ZEMINA
- PŮVODNÍ ZEMINA
- FYLTRÁČNÍ STĚROKOVÝ OBSYP
- CLT PANELY (STĚNOVÉ/STŘEŠNÍ) BINDERHOLT C24 BBS XL C24
- LEPENÉ LAMELOVÉ DŘEVO GL 24h

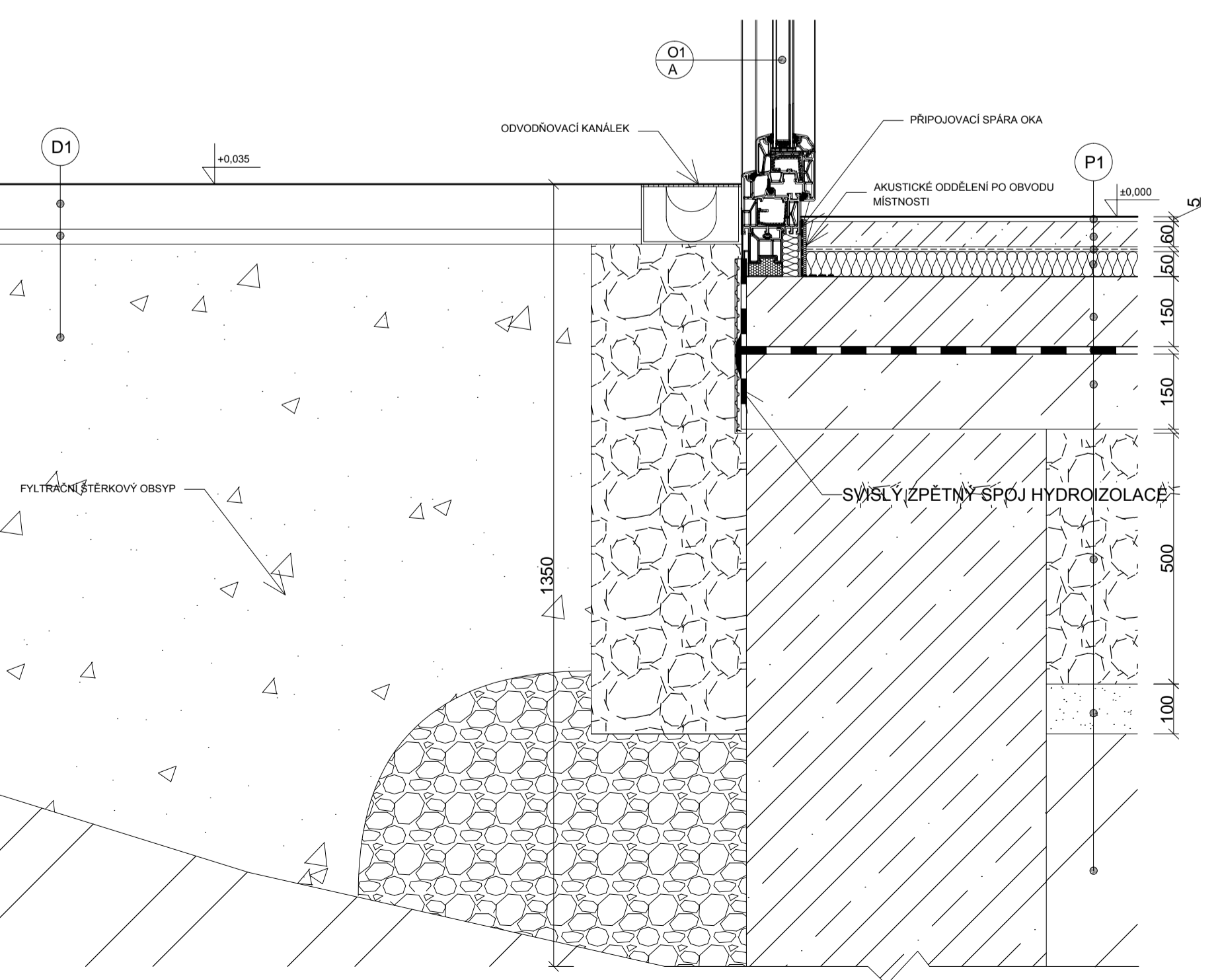
LEGENDA MATERIÁLU:

- R1 DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ PALUBKY THERMOWOOD
- STĚROKOVÁ VÝTAROVÁ BACHTA
- HYDROIZOLACE FATRAFOL 810V - 2 mm
- SEPARAČNÍ TEXTILIE
- MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHY DOP Plus 100 mm
- SPÁDOVÉ KLÍNY SmartRoof B800 20-200 mm OSB 15 mm
- NONSA KONSTRUKCE LID VAZNICE - MINERÁLNÍ IZOLACE SmartRoof Top 200 mm
- PAROZÁBRANA JUTAFOL N 110
- SKL 12,5 mm + NOSNÝ RŮST POKLADU
- S3 PLECHOVÁ KRYTINA
- PLECHOVÁ KRYTINA (INAPR. OD FIRMY SATJAM)
- VOZOVNÉ LATE 4000
- KONTRALÁTĚ 4000
- POUSTINA VYSOCEHOZDRAVNĚNÝ HYDROIZOLAČNÍ FÓLIE SATJAMFOL W1 135(170)
- MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHY DOP Plus min 200 mm
- PAROZÁBRANA JUTAFOL N 110
- CLT PANEL BBS XL C24 - 160 mm
- S4 PLECHOVÁ KRYTINA
- PLECHOVÁ KRYTINA LINDAB
- STRUKTURÁLNÍ ROKOCH POD PLECHOVÉ KRYTINY
- OSB DESKA 15 mm
- CLT PANEL BBS XL C24 - 160 mm
- D1 CHŮDKOVÁ
- BETONOVÁ SKLÁDANÁ DĚŽBA
- SROVNÁVACÍ PODKLAD - PSEK 30 mm
- SEPARAČNÍ A OCHRANNÁ GEOTEXTILIE
- NASYPANÁ PŮVODNÍ ZEMINA
- PŮVODNÍ ZEMINA

POZNÁMKA:

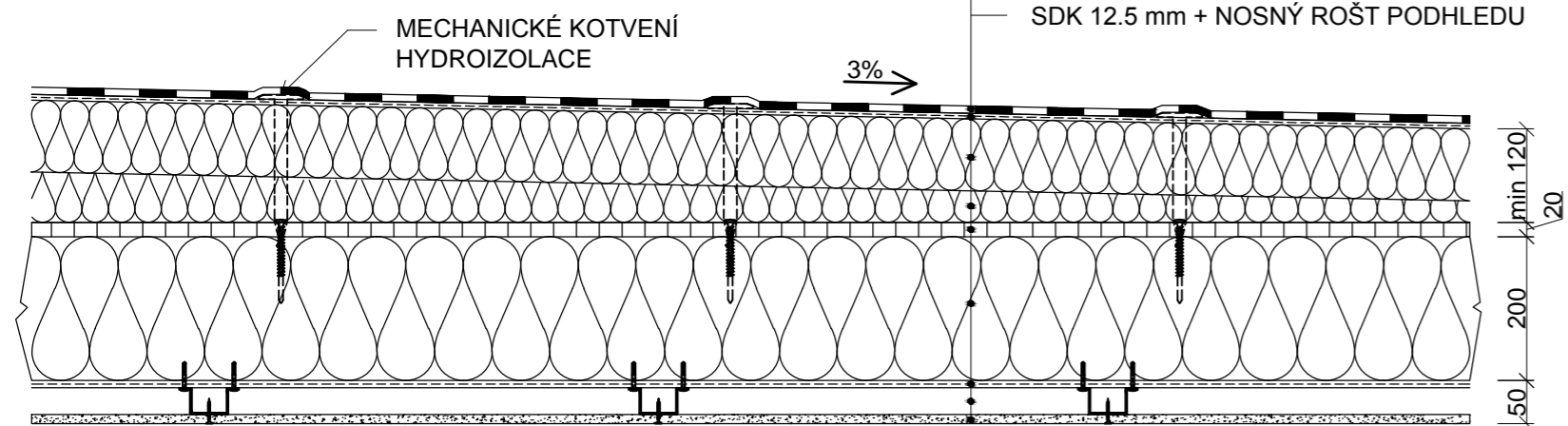
- VAZNÍK 1.1, 2.2, 3.2, 4.2, 5.2 JSOU VYROBENY Z LEPENÉHO LAMELOVÉHO DŘEVA
- TRÍDY GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBÁM A HMYZU
- SLOUP 1.1, 2.1, 3.1, 4.1, 5.1, 6.1 JSOU VYROBENY Z LEPENÉHO LAMELOVÉHO DŘEVA
- TRÍDY GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI, IMPREGNOVÁNE PROTI DŘEVOKAZNÝM HOUBÁM A HMYZU
- ZOBRAZENÍ TERÉNNÍCH ÚPRAV POUZE SCHÉMATICKY
- OTVORY A PROSTUPY KONSTRUKCÍ MENŠÍ NEŽ PRŮMĚR 150 MM NEJSOU ZNÁZORNĚNY A BUDOU VRTÁNY DODATEČNĚ NA STAVBĚ. DŘÁŽKY A PROSTUPY PRO INSATALE BUDOU PROVEDENY DLE POŽADAVKŮ PŘÍSLUŠNÉ PROFESE.
- PRO VÝPLNĚ OTVORŮ, ZÁMĚCÍ A KLEMPÍRSKÝCH KONSTRUKCÍ JE NUTNÉ ZPRACOVAT DĚLSKOU DOKUMENTACÍ DLE ZAMĚŘENÍ SKUTEČNÉHO PROVEDENÍ STAVBY
- TRUBKOVÁNÍ A VEDENÍ INSTALACÍ NENÍ ZOBRAZENO VE VÝKRESECH.
- VEDENÍ INSTALACÍ VZT, VODY, TOPĚNÍ, KANALIZACE NENÍ ZOBRAZENO VE VÝKRESECH.

☺ Rada okenního systému Schüco AWS 70 - bližší specifikace ve výkazu oken a prosklených ploch, který není součástí této práce



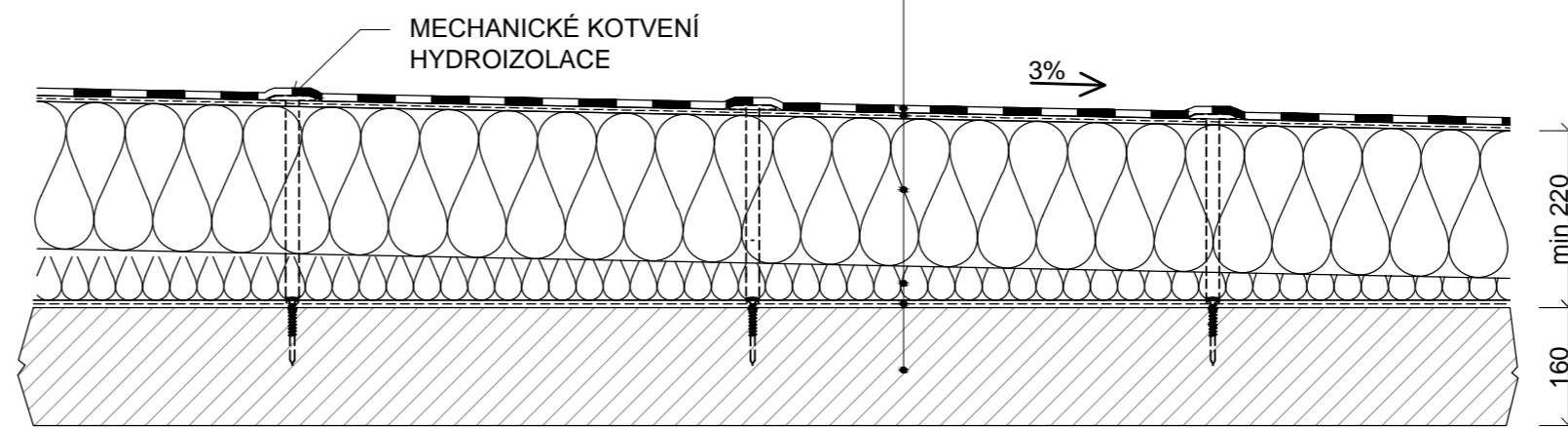
+0.000 = 286 m.n.m. VÝŠKOPISNÝ SYSTÉM Bpv. POLOHOPIŠNÝ SYSTÉM S-JTSK			
Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Datum: 26.12.2016
Název výkresu: <b>STAVEBNĚ KONSTR. VÝKRES ŘEZ B-B'</b>			Měřítko: 1:100
			Číslo výkresu: 5
			Počet A4: 6

- S1 - SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 1  
VARIANTA 1 - MECHANICKY KOTVENÁ STŘECHA
- HYDROIZOLACE FATRAFOL 810/V - 2 mm
  - SEPARAČNÍ TEXTÍLIE
  - MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHY DDP Plus 100 mm
  - SPÁDOVÉ KLÍNY SmartRroof Base 20 - 220 mm
  - OSB 20 mm
  - NONSÁ KONSTRUKCE LLD VAZNICE + MINERÁLNÍ IZOLACE SmartRroof Top 200 mm
  - PAROZÁBRANA JUTAFOL N 110
  - SDK 12.5 mm + NOSNÝ ROŠT PODHLEDU



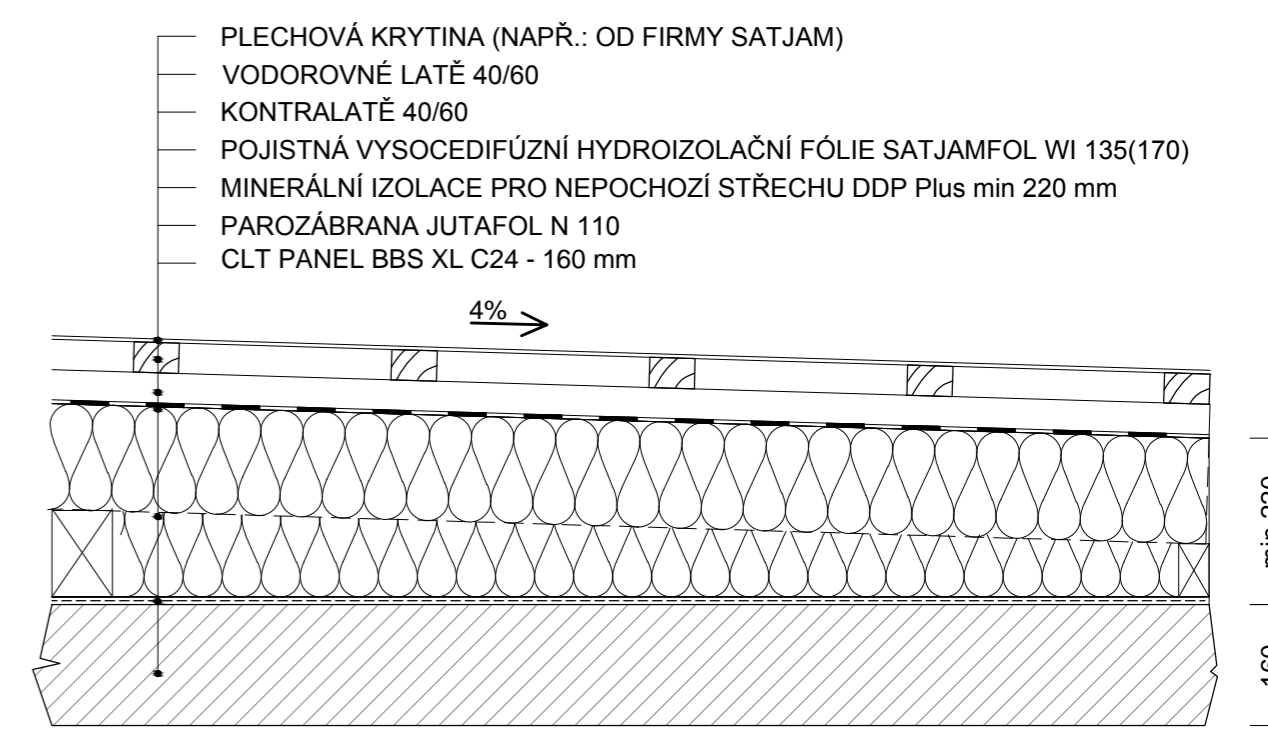
TLOUŠŤKA SKLADBY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 390-500 mm

- S2 - SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 2  
VARIANTA 1 - MECHANICKY KOTVENÁ STŘECHA
- HYDROIZOLACE FATRAFOL 810/V - 2 mm
  - SEPARAČNÍ TEXTÍLIE
  - MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHU DDP Plus 100 mm
  - SPÁDOVÉ KLÍNY SmartRroof Base 20 20 - 220 mm
  - PAROZÁBRANA JUTAFOL N 110
  - CLT PANEL BBS XL C24 - 160 mm



TLOUŠŤKA SKLADBY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 380-500 mm

- S3 - SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 3  
VARIANTA - PLECHOVÁ KRYTINA
- PLECHOVÁ KRYTINA (NAPŘ.: OD FIRMY SATJAM)
  - VODOROVNÉ LATĚ 40/60
  - KONTRALATĚ 40/60
  - POJISTNÁ VYSOCEDEFÍZNÍ HYDROIZOLAČNÍ FÓLIE SATJAMFOL WI 135(170)
  - MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHU DDP Plus min 220 mm
  - PAROZÁBRANA JUTAFOL N 110
  - CLT PANEL BBS XL C24 - 160 mm



TLOUŠŤKA SKLADBY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 380-500 mm

Minerální izolace od firmy Knauf:

- DDP Plus - tuhá izolační deska  $\lambda_d = 0,040$  W/mK
- Spádové klíny SmartRroof Base 20  $\lambda_d = 0,035$  W/mK
- SmartRroof Top  $\lambda_d = 0,038$  W/mK

SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA CELÉ SKLADY SPOČÍTANÝ V PROGRAMU  
TEPLO 2010 V NEJSLABŠÍ MÍSTĚ  $U = 0,154$  W/m<sup>2</sup>K

Minerální izolace od firmy Knauf:

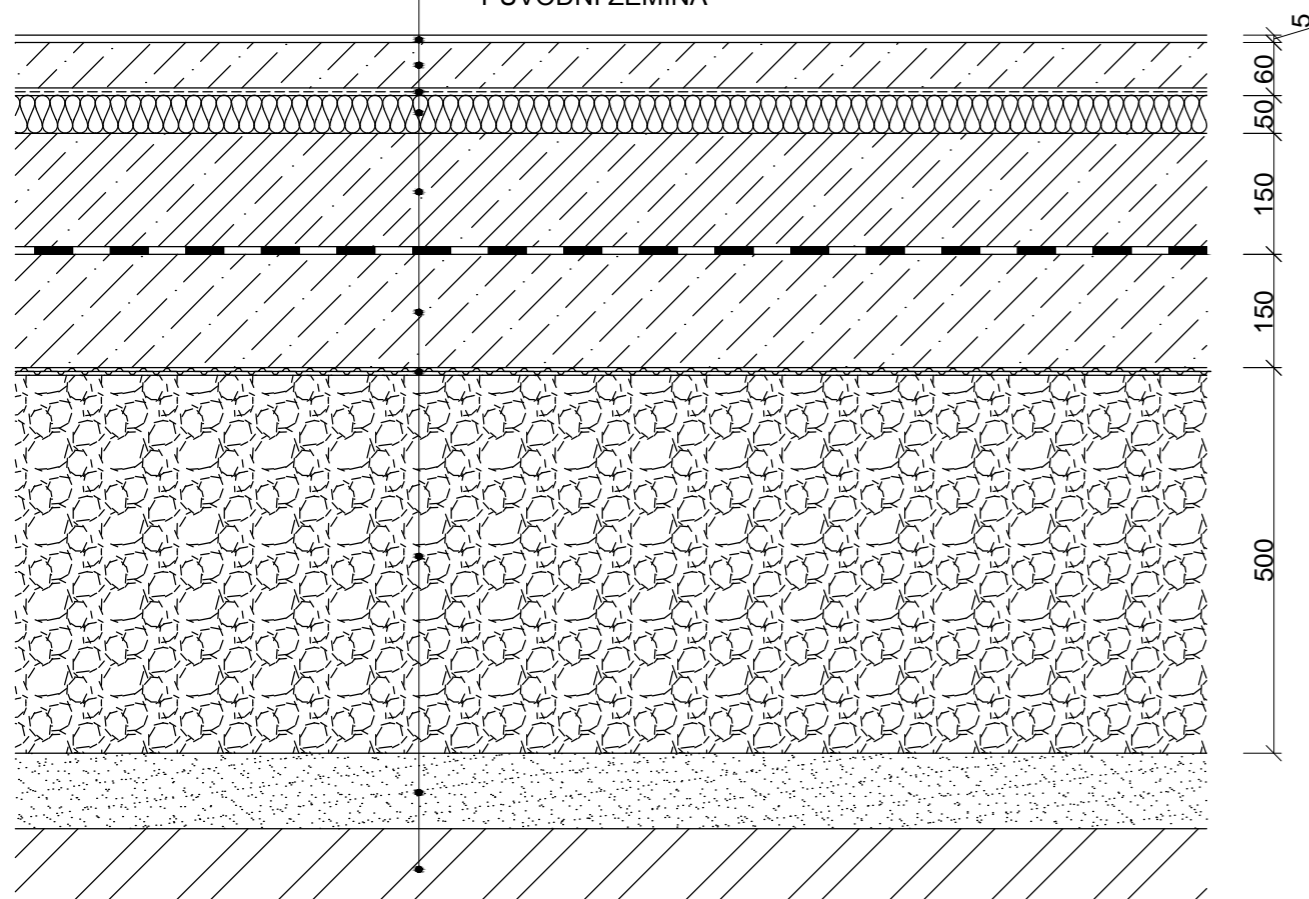
- Spádové klíny SmartRroof Base 20  $\lambda_d = 0,035$  W/mK
- SmartRroof Top  $\lambda_d = 0,038$  W/mK

SOUČINTEL PROSTUPU TEPLA CELÉ SKLADY SPOČÍTANÝ V PROGRAMU  
TEPLO 2010 V NEJSLABŠÍ MÍSTĚ  $U = 0,156$  W/m<sup>2</sup>K

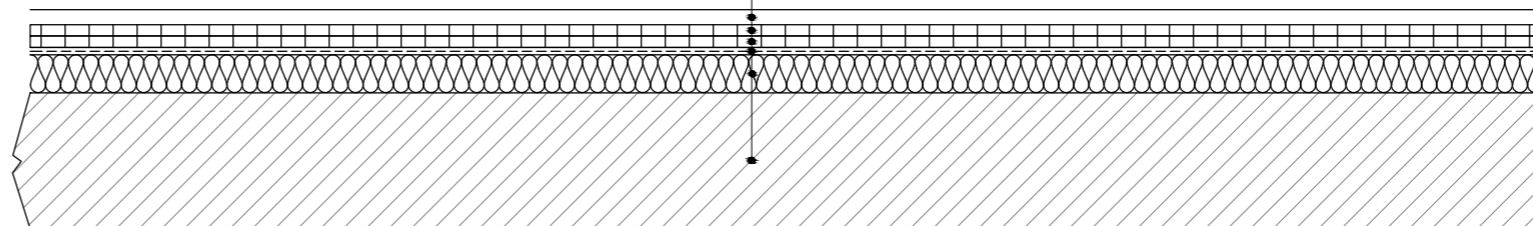
- P1 - SKLADBA PODLAHY 1.NP
- LITÁ EPOXYDOVÁ STĚRKA - EP 7 AST DECOR - 5 mm
  - CEMENTOVÝ POTĚR 60 mm - VYZTUŽENÝ KARI SÍŤÍ
  - PE FÓLIE
  - STEPROCK HD 50 mm
  - ŽELEZOBETONOVÁ DESKA 150 mm
  - HYDROIZOLACE - ASFALTOVÝ PÁS
  - PENETRAČNÍ NÁTĚR
  - PODKLADNÍ BETON 150 mm
  - GEOTEXTÍLIE
  - PĚNOVÉ SKLO 500 mm
  - ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP 100 mm - FRAKCE 16/32 mm
  - PŮVODNÍ ZEMINA

LITÁ EPOXYDOVÁ STĚRKA EP7 - AST DECOR:

- BEZBARVÝ LAK MASTNÝ AST 200
- SMĚS AST DECOR
- PÍSKOVÝ POSYP
- PENETRACE AST 105



- P2 - SKLADBA STROPNÍ KONSTRUKCE 1-3.NP
- NÁŠLAPNÁ VRSTVA 20 mm
  - OSB 15 mm
  - OSB 15 mm
  - SEPARAČNÍ FÓLIE
  - STEPROCK HD 50 mm
  - CLT PANEL BBS XL C24 - 180 mm



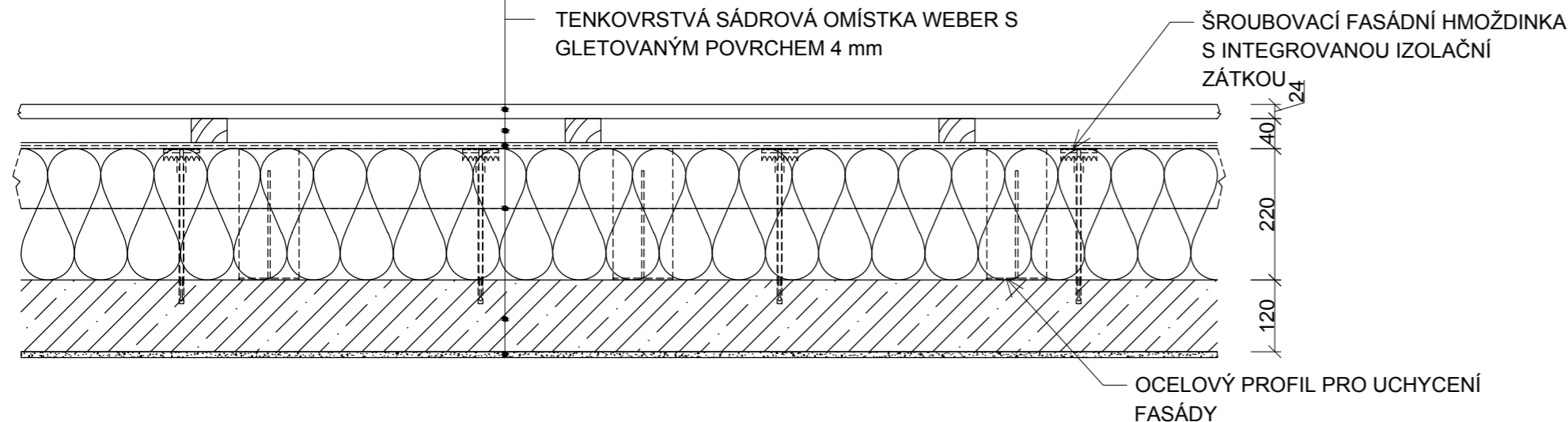
TLOUŠŤKA SKLADBY STROPNÍ KONSTRUKCE 280 mm

Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Datum: 26.12.2016
			Meřítko: 1:10
Název výkresu: <b>SKLADBY VODOROVNÉ KONSTRUKCE</b>			Číslo výkresu: 6
			Počet A4: 6

R4 - VODOROVNÝ ŘEZ

R4 - OBVODOVÁ SCHODIŠŤOVÁ STĚNA

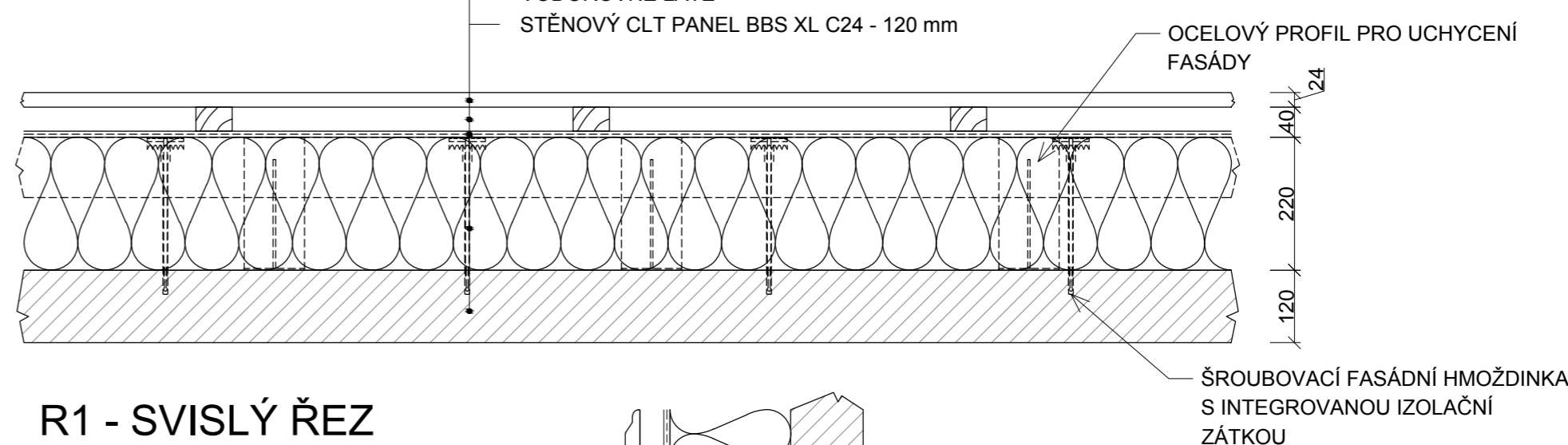
- DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ PALUBKY THERMOWOOD
- PROVĚTRÁVANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA 40 mm
- FASÁDNÍ FÓLIE DÖRKEN DELTA FASADE S
- MINERÁLNÍ IZOLACE FKD S THERMAL 220 mm + VODOROVNÉ LATĚ
- ŽELEZOBETON C35/45 120 mm
- TENKOVRSŤVÁ SÁDROVÁ OMÍSTKA WEBER S GLETOVANÝM POVRCHEM 4 mm



R1 - VODOROVNÝ ŘEZ

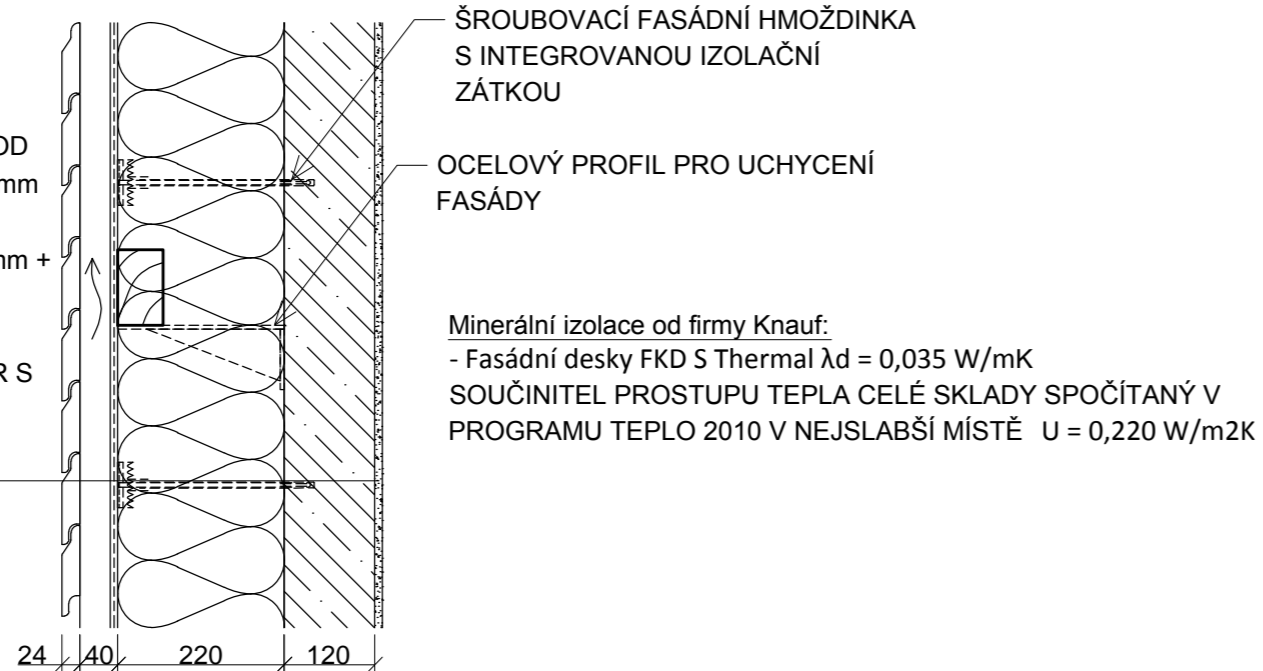
R1 - SKLADBA OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ CLT

- DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ PALUBKY THERMOWOOD
- PROVĚTRÁVANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA 40 mm
- FASÁDNÍ FÓLIE DELTA FASADE S
- MINERÁLNÍ IZOLACE FKD S THERMAL 220 mm + VODOROVNÉ LATĚ
- STĚNOVÝ CLT PANEL BBS XL C24 - 120 mm



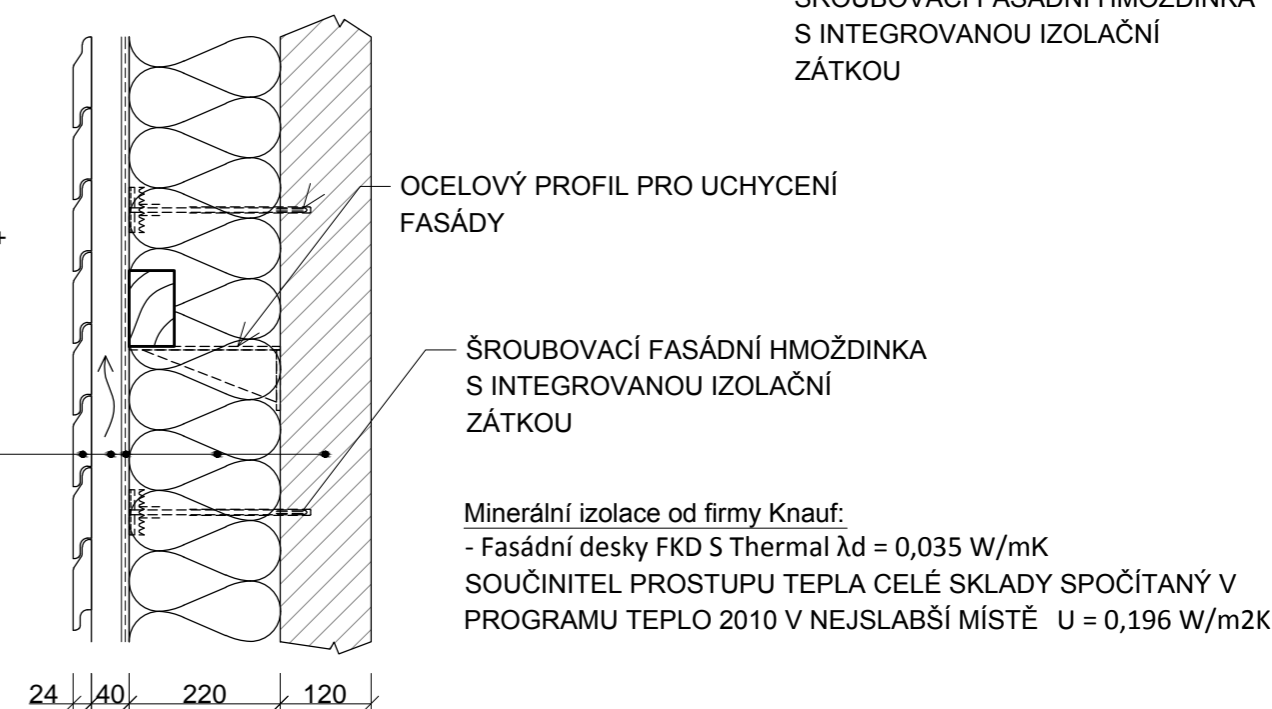
R4 - SVISLÝ ŘEZ

- DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ PALUBKY THERMOWOOD
- PROVĚTRÁVANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA 40 mm
- FASÁDNÍ FÓLIE DÖRKEN DELTA FASADE S
- MINERÁLNÍ IZOLACE FKD S THERMAL 220 mm + VODOROVNÉ LATĚ
- ŽELEZOBETON C35/45 120 mm
- TENKOVRSŤVÁ SÁDROVÁ OMÍSTKA WEBER S GLETOVANÝM POVRCHEM 4 mm



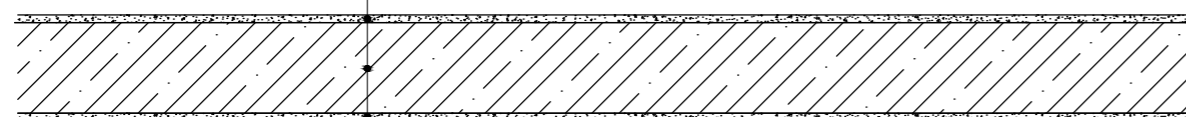
R1 - SVISLÝ ŘEZ

- DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ PALUBKY THERMOWOOD
- PROVĚTRÁVANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA 40 mm
- FASÁDNÍ FÓLIE DELTA FASADE S
- MINERÁLNÍ IZOLACE FKD S THERMAL 220 mm + VODOROVNÉ LATĚ
- STĚNOVÝ CLT PANEL BBS XL C24 - 120 mm

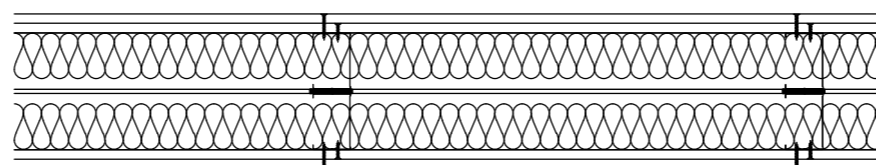


R3 - SCHODIŠŤOVÁ STĚNA

- TENKOVRSŤVÁ SÁDROVÁ OMÍSTKA WEBER S GLETOVANÝM POVRCHEM 4 mm
- ŽELEZOBETON C35/45 200 mm
- TENKOVRSŤVÁ SÁDROVÁ OMÍSTKA WEBER S GLETOVANÝM POVRCHEM 4 mm



SDK PŘÍČKA KNAUF INSULATION W115



- SDK PŘÍČKA KNAUF INSULATION W115:
- PROFILY 2 x CW 75
  - OPLÁŠTĚNÍ 2 x KNAUF WHITE 12,5 mm
  - AKUSTICKÁ IZOLACE TP 115/ TI 140 Dec
  - TLOUŠŤKA IZOLACE 2 x 60 mm
  - VZDUCHOVÁ NEPRŮZVUČNOST 60 dB
  - POŽÁRNÍ ODOLNOST EI 60 DP1
  - TLOUŠŤKA KONSTRUKCE 205 mm

R5 - CLT STĚNA - VNITŘNÍ NOSNÁ STĚNA

- STĚNOVÝ CLT PANEL BBS XL C24 - 120 mm

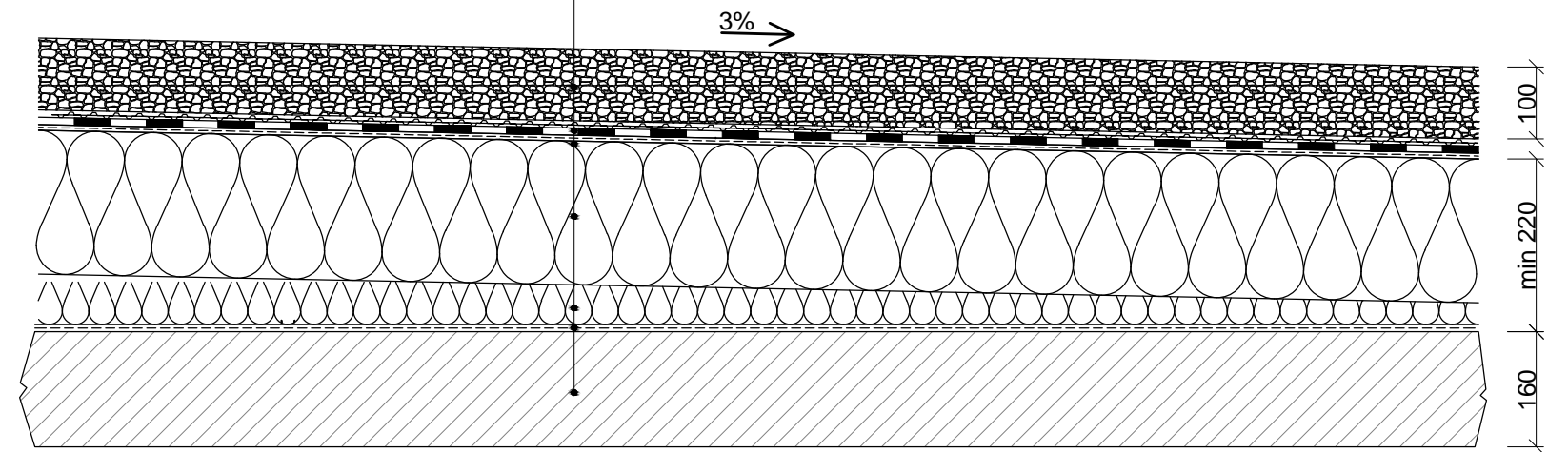


Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>		Datum: 26.12.2016	
		Meřítko: 1:10	
Název výkresu: <b>SKLADBY SVISLÉ KONSTRUKCE</b>		Číslo výkresu: 7	
		Počet A4: 6	

S2 - SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 2

VARIANTA 2 - STŘECHA PŘITÍŽENÁ KAČÍRKEM

- VYMÝVANÝ KAČÍREK 100 mm NA OCHRANÉ GEOTEXTÍLÍ FRAKCE 8/16
- OCHRANÁ GEOTEXTÍLIE
- HYDROIZOLACE FATRAFOL 808 - 2 mm, FÓLIE PRO PŘIŽÍZENÉ STŘECHY
- SEPARAČNÍ VRSTVA - GEOTEXTÍLIE
- MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHU DDP Plus 100 mm
- SPÁDOVÉ KLÍNY SmartRoof Base 20 20 - 220 mm
- PAROZÁBRANA JUTAFOL N 110
- CLT PANEL BBS XL C24 - 160 mm



TLOUŠŤKA SKLADBY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 480-600 mm

Tepelná izolace:

- EPS 150 S  $\lambda d = 0,035 \text{ W/mK}$

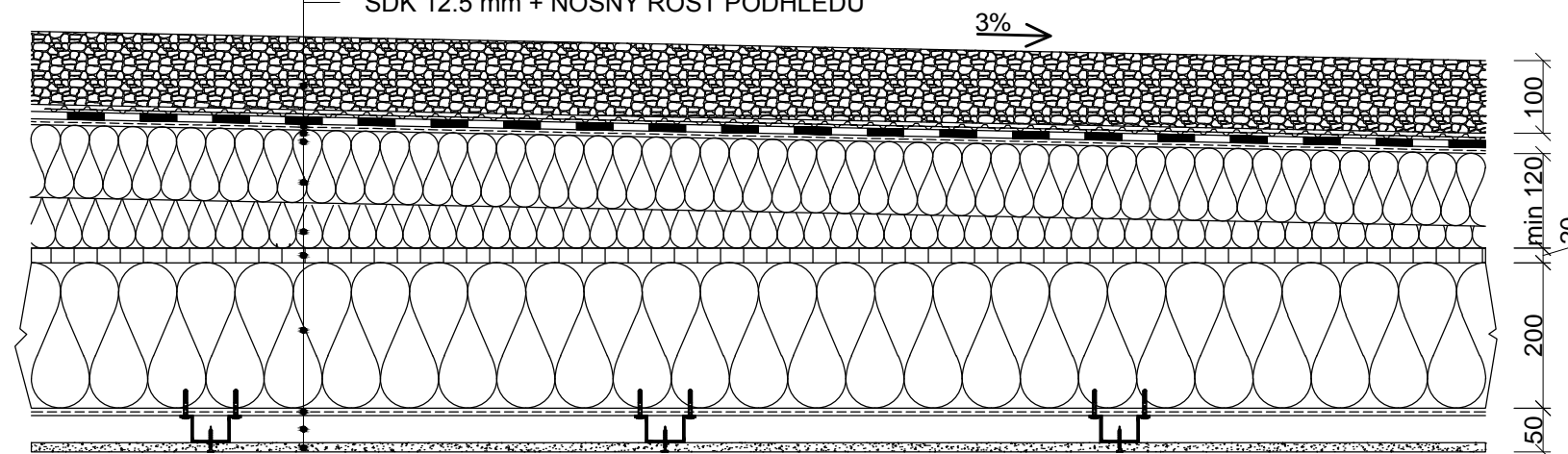
- Spádové klíny EPS 150 S  $\lambda d = 0,035 \text{ W/mK}$

SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA CELÉ SKLADY SPOČÍTANÝ V PROGRAMU TEPLA 2010 V NEJSLABŠÍ MÍSTĚ  $U = 0,142 \text{ W/m}^2\text{K}$

S1 - SKLADBA STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 1

VARIANTA 2 - STŘECHA PŘITÍŽENÁ KAČÍRKEM

- SEPARAČNÍ VRSTVA - GEOTEXTÍLIE
- TEPELNÁ IZOLACE PRO PŘITÍŽENÉ STŘECHY EPS 150 S PRO NEPOCHOZÍ STŘECHY 100 mm
- SPÁDOVÉ KLÍNY EPS 150 S 20- 220 mm
- OSB 20 mm
- NONSÁ KONSTRUKCE LLD VAZNICE + MINERÁLNÍ IZOLACE SmartRoof Top 200 mm
- PAROZÁBRANA JUTAFOL N 110
- SDK 12.5 mm + NOSNÝ ROŠT PODHLEDU



TLOUŠŤKA SKLADBY STŘEŠNÍHO PLÁŠTĚ 490-600 mm

Tepelná izolace:

- EPS 150 S  $\lambda d = 0,035 \text{ W/mK}$

- Spádové klíny EPS 150 S  $\lambda d = 0,035 \text{ W/mK}$

- SmartRoof Top  $\lambda d = 0,038 \text{ W/mK}$

SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA CELÉ SKLADY SPOČÍTANÝ V PROGRAMU TEPLA 2010 V NEJSLABŠÍ MÍSTĚ  $U = 0,147 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Datum: 26.12.2016
			Meřítko: 1:10
Název výkresu: <b>SKLADBY VODOROVNÉ KCE 2 VARIANTA</b>			Číslo výkresu: 8
			Počet A4: 2



VYTVORENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

ŠROUBOVACÍ FASÁDNÍ HMOŽDINKA S  
INTEGROVANOU IZOLAČNÍ ZÁTKOU

OCELOVÝ PROFIL PRO UCHYCENÍ  
FASÁDY

ZAKLÁDACÍ NEREZOVÝ PROFIL  
PRO MINERÁLNÍ IZOLACI

VĚTRACÍ MŘÍŽKA

KLEMPÍŘSKÉ OPLECHOVÁNÍ  
LIŠTA S OKAPNÍM NOSEM

KOTEVNÍ ÚHELNÍK ZESÍLENÝ  
- UKOTVENÍ CLT STĚNY K ŽB DESCE

SVISLÝ ZPĚTNÝ SPOJ HYDROIZOLACE

NOPOVÁ FÓLIE

FYLTRAČNÍ ŠTĚRKOVÝ OBSYP

DRENAŽNÍ POTRUBÍ Ø120

P1

- LITÁ EPOXYDOVÁ STĚRKA - EP 7 AST DECOR - 5 mm
- CEMENTOVÝ POTĚR 60 mm - VYZTUŽENÝ KARI SÍŤÍ
- PE FÓLIE
- STEP ROCK HD 50 mm
- ŽELEZOBETONOVÁ DESKA 150 mm
- HYDROIZOLACE - ASFALTOVÝ PÁS
- PENETRAČNÍ NÁTĚR
- PODKLADNÍ BETON 150 mm
- GEOTEXTÍLIE
- PĚNOVÉ SKLO 500 mm
- ŠTĚRKOPÍSKOVÝ PODSYP 100 mm - FRAKCE 16/32 mm
- PŮVODNÍ ZEMINA

R1

- DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ PALUBKY THERMOWOOD
- PROVĚTRÁVANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA 40 mm
- FASÁDNÍ FÓLIE DELTA FASADE S
- MINERÁLNÍ IZOLACE FKD S THERMAL 220 mm +  
VODOROVNÉ LATĚ
- STĚNOVÝ CLT PANEL BBS XL C24 - 120 mm

R2

- TENKOVRSŤVÁ OMÍTKA (SILIKONOVÁ) WEBER
- KONTAKTNÍ ZATEPLOVACÍ SYSTÉM XPS PRO OBLAST SOKLU  
TL. 200 mm
- VYTAŽENÁ HYDROIZOLACE NAD ÚRONEŇ TERÉNU MIN  
300 mm, ASFALTOVÝ PÁS
- STĚNOVÝ CLT PANEL BBS XL C24 - 120 mm

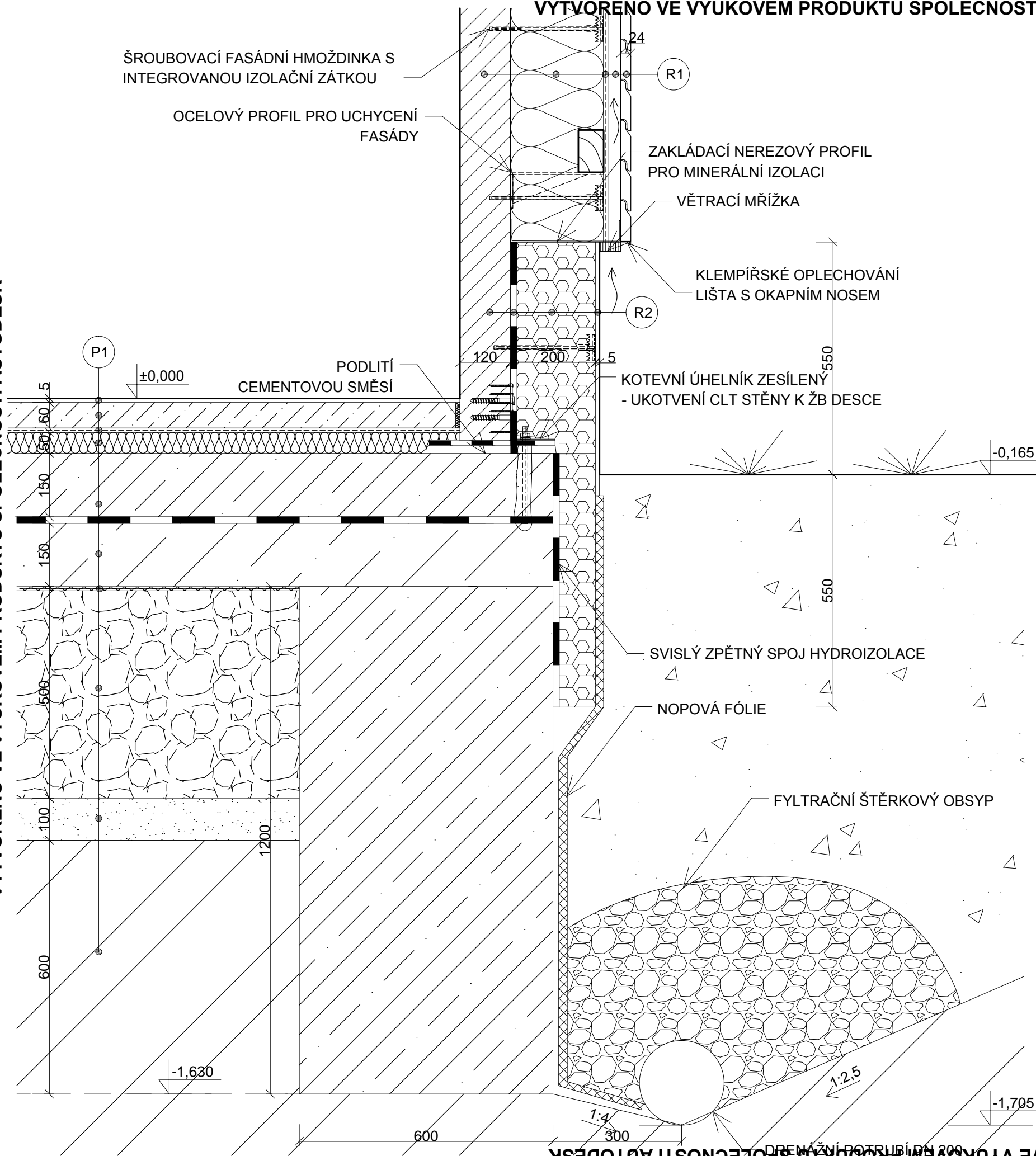
+0,000 = 286 m.n.m. VÝŠKOPISNÝ SYSTÉM Bpv; POLOHOPISNÝ SYSTÉM S-JTSK

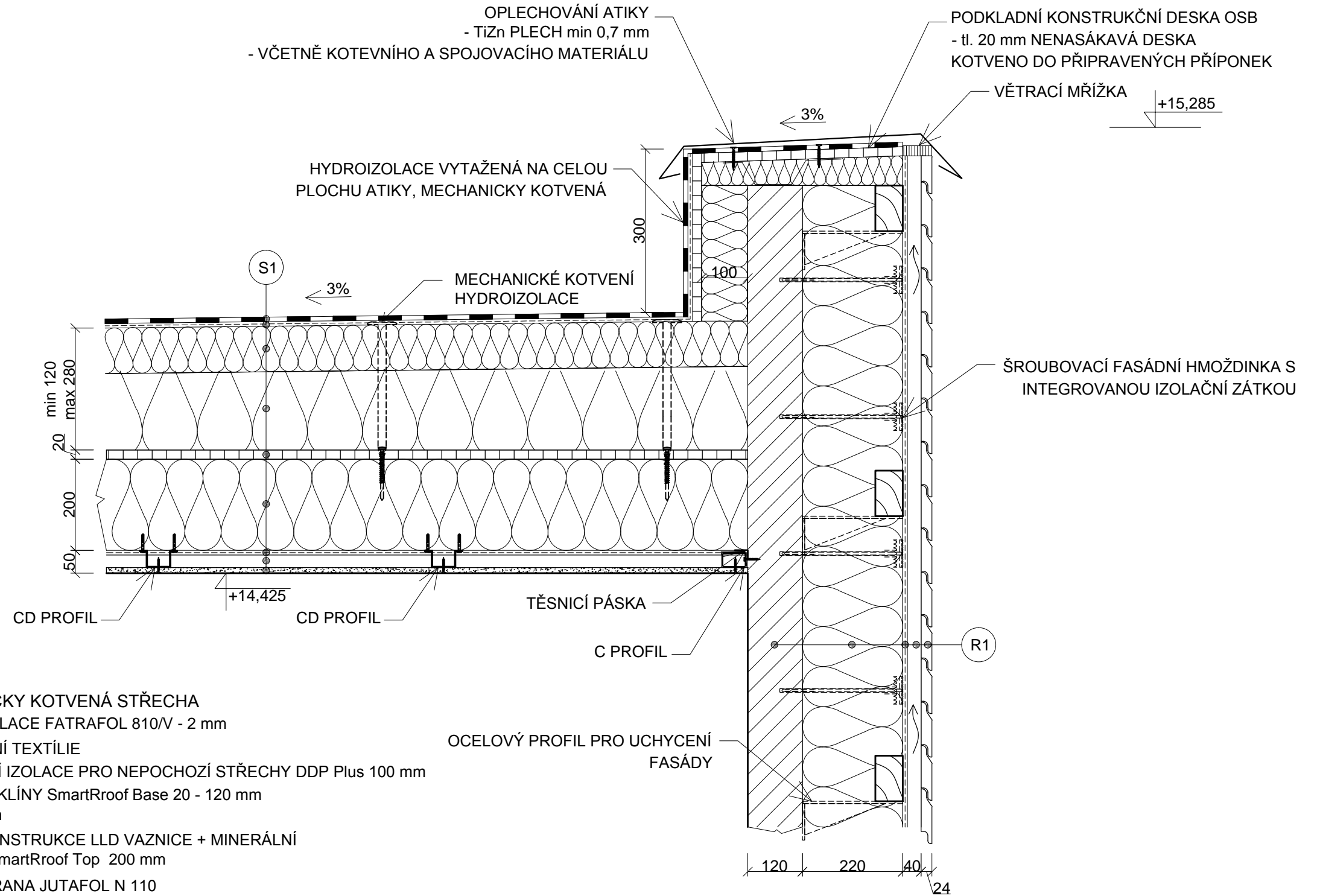
Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Datum: 26.12.2016
			Meřítko: 1:10
Název výkresu: <b>DETAIL SOKLU</b>			Číslo výkresu: 9
			Počet A4: 2

VYTVORENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK





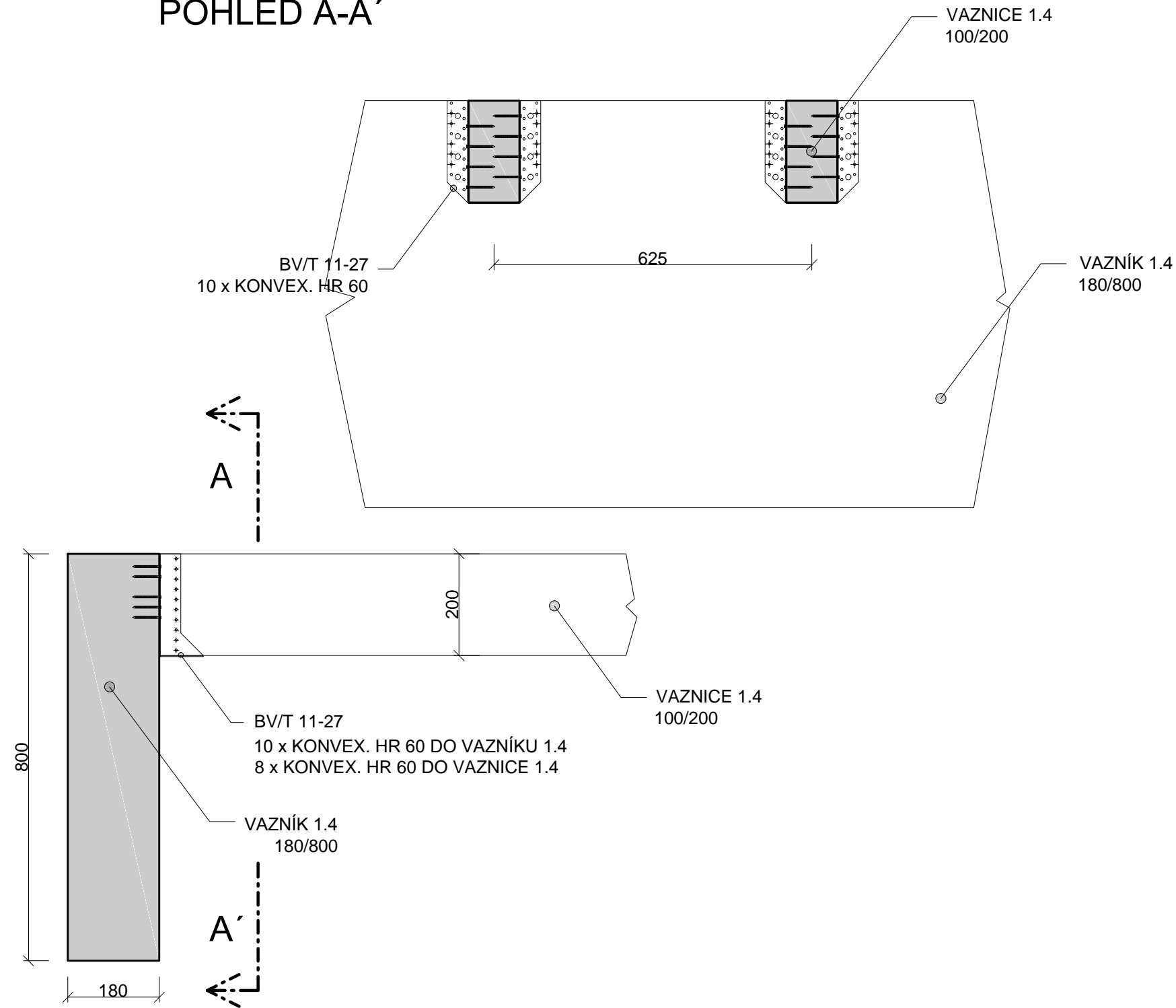
- S1 - MECHANICKY KOTVENÁ STŘECHA**
- HYDROIZOLACE FATRAFOL 810/V - 2 mm
  - SEPARAČNÍ TEXTÍLIE
  - MINERÁLNÍ IZOLACE PRO NEPOCHOZÍ STŘECHY DDP Plus 100 mm
  - SPÁDOVÉ KLÍNY SmartRoof Base 20 - 120 mm
  - OSB 20 mm
  - NONSÁ KONSTRUKCE LLD VAZNICE + MINERÁLNÍ IZOLACE SmartRoof Top 200 mm
  - PAROZÁBRANA JUTAFOL N 110
  - SDK 12.5 mm + NOSNÝ ROŠT PODHLEDU

- R1**
- DŘEVĚNÉ FASÁDNÍ PALUBKY THERMOWOOD
  - PROVĚTRÁVANÁ VZDUCHOVÁ MEZERA 40 mm
  - FASÁDNÍ FÓLIE DELTA FASADE S
  - MINERÁLNÍ IZOLACE FKD S THERMAL 220 mm + VODOROVNÉ LATĚ
  - STĚNOVÝ CLT PANEL BBS XL C24 - 120 mm

+0,000 = 286 m.n.m. VÝŠKOPISNÝ SYSTÉM Bpv; POLOHOPISNÝ SYSTÉM S-JTSK


Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Datum: 26.12.2016
Název výkresu: <b>DETAIL ATIKY</b>			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 10
			Počet A4: 2

POHLED A-A'

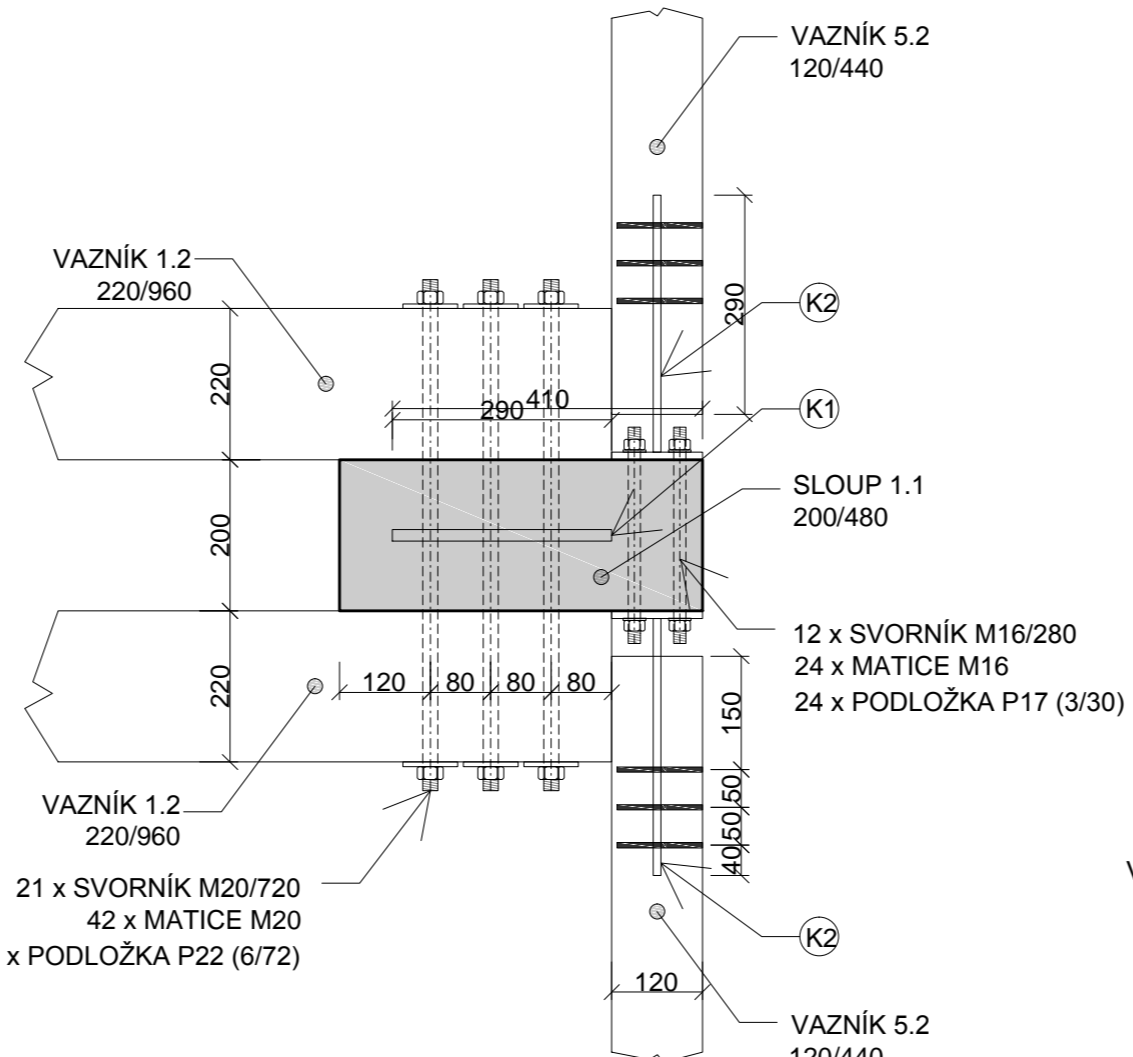


VAZNÍK 1.4 JE Z LEPENÉHO LAMELOVÉHO DŘEVA TŘÍDY PEVNOSTI GL 24h V POHLEDOVÉ JAKOSTI

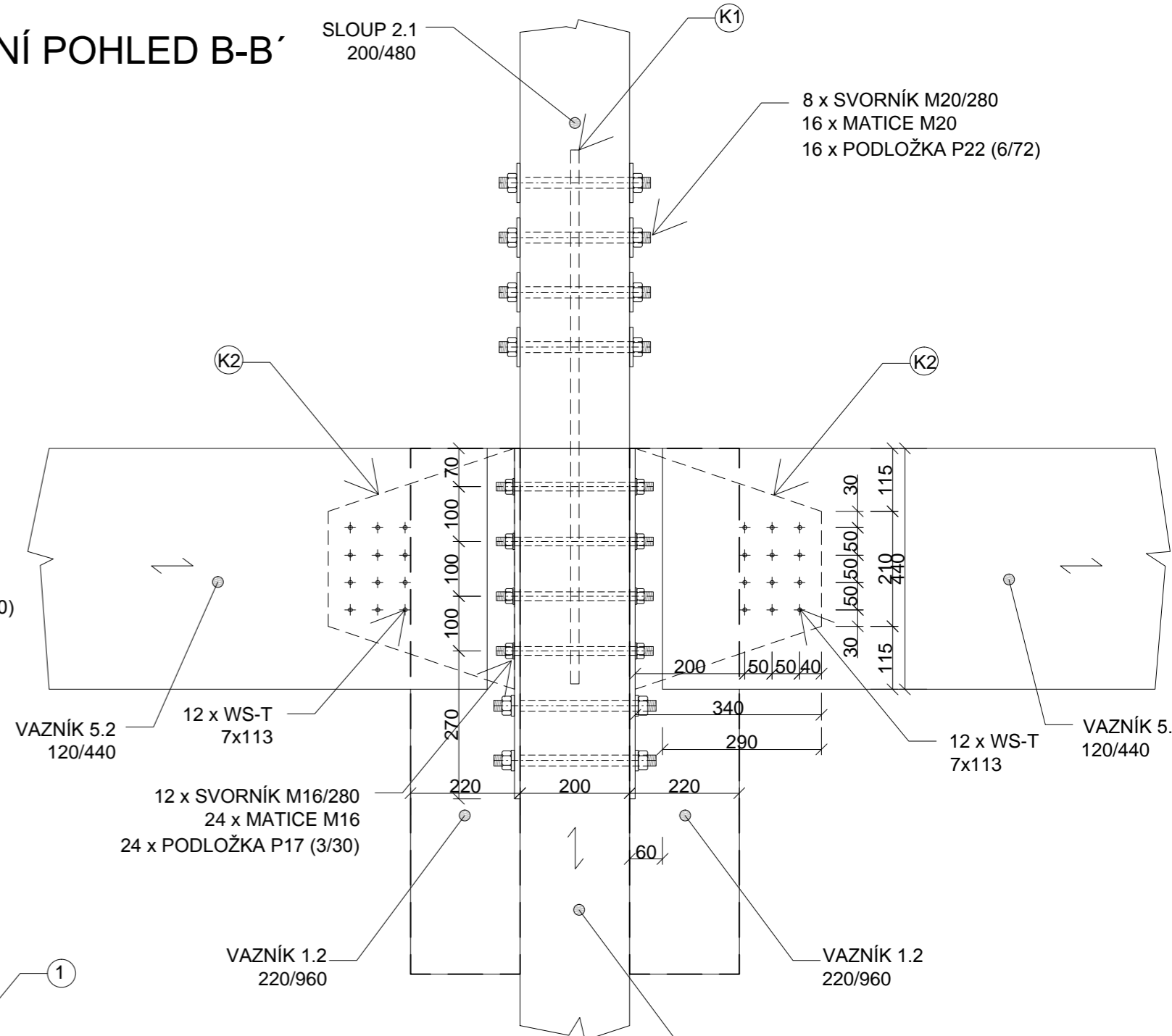
VAZNICE 1.4 JE Z ROSTLÉHO SMRKOVÉHO DŘEVA TŘÍDY PEVNOSTI C24 V NEPOHLEDOVÉ KVALITĚ

Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b> 
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>		Datum: 26.12.2016	Meřítko: 1:10
Název výkresu: <b>DETAIL SPOJE 1</b>		Číslo výkresu: 11	Počet A4: 2

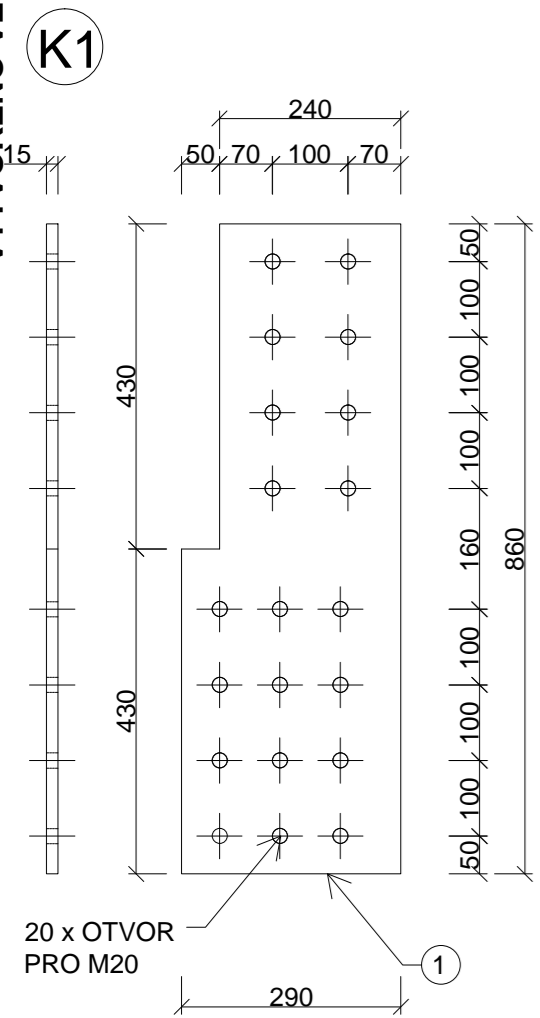
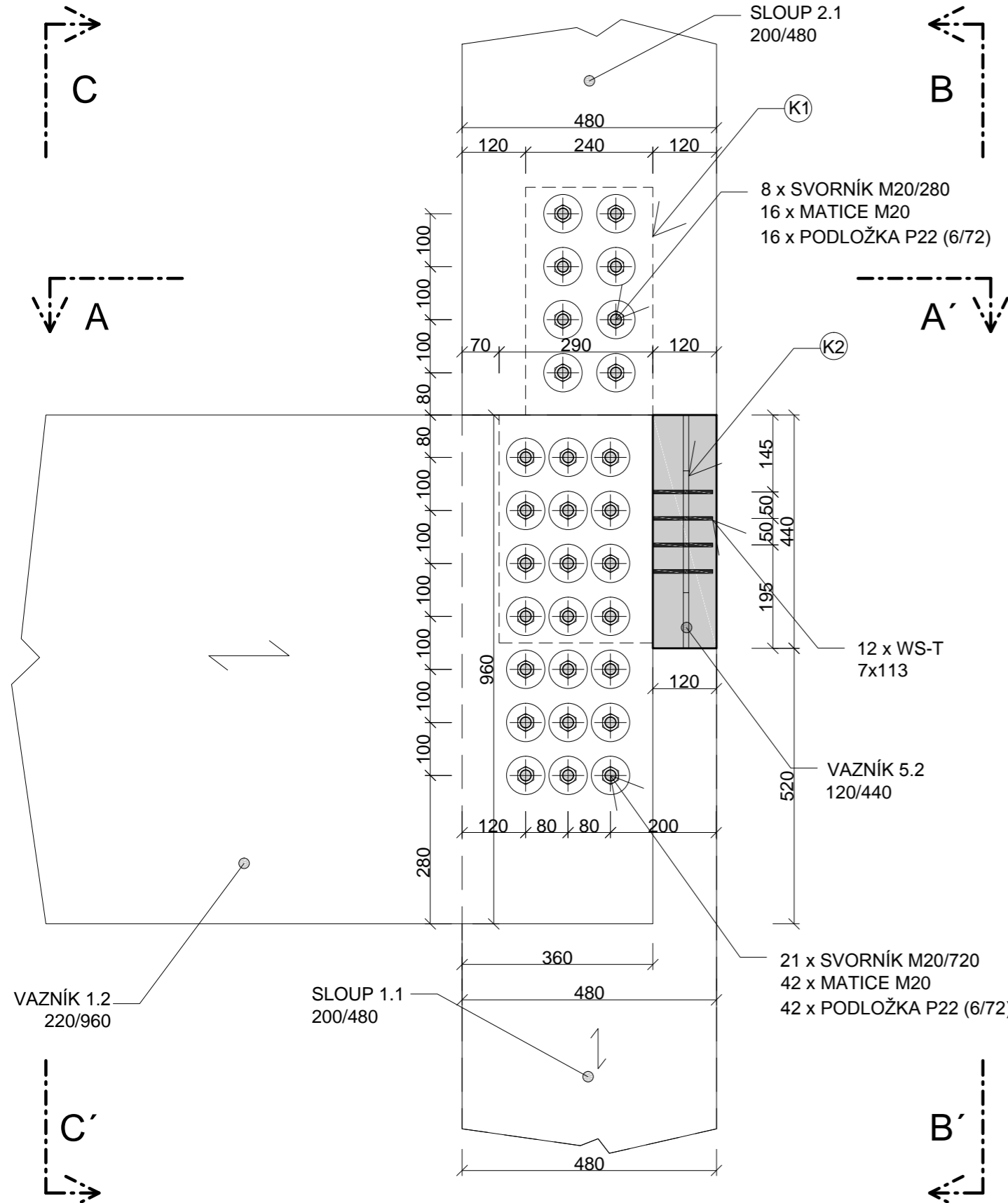
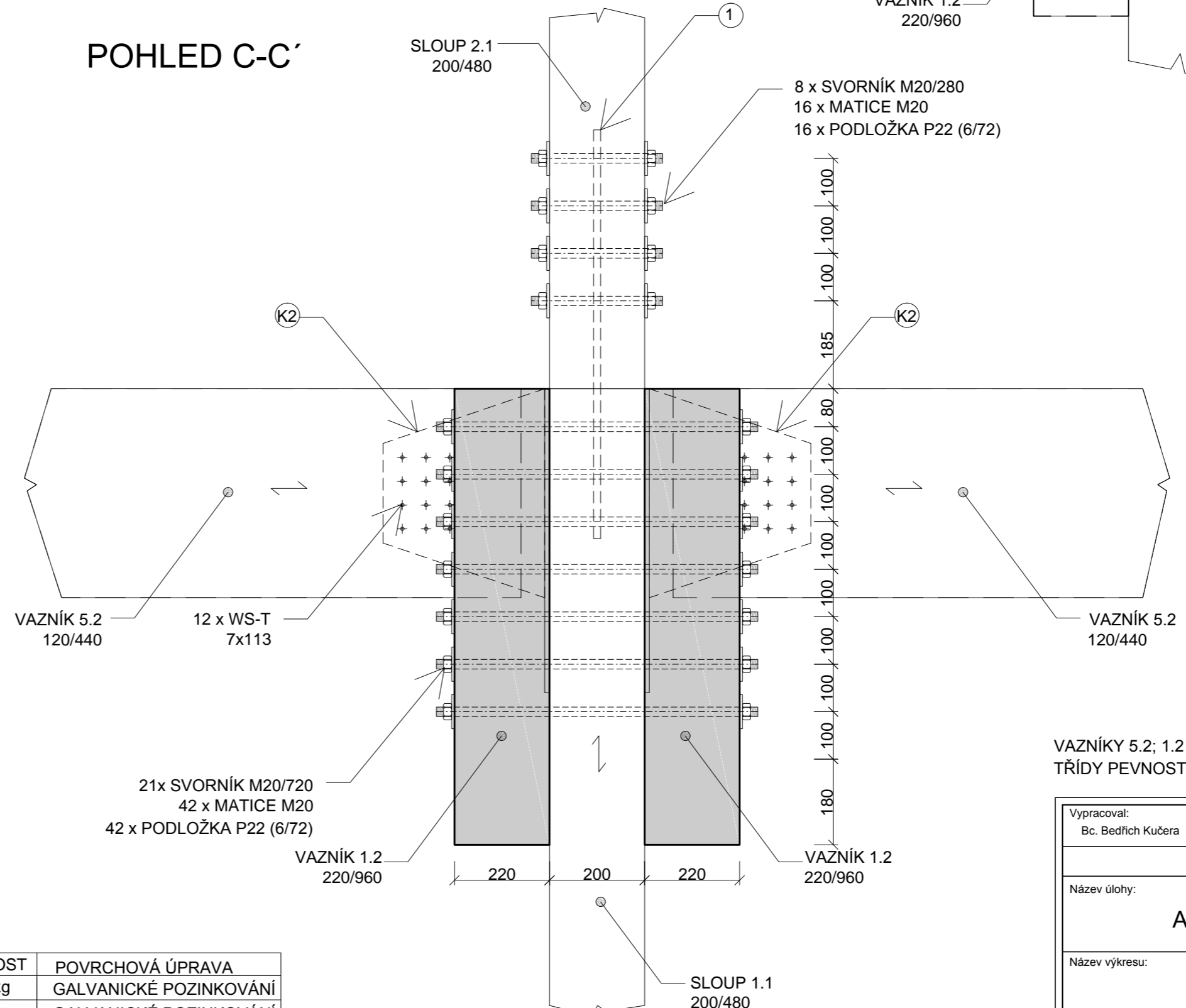
POHLED A-A'



ZADNÍ POHLED B-B'

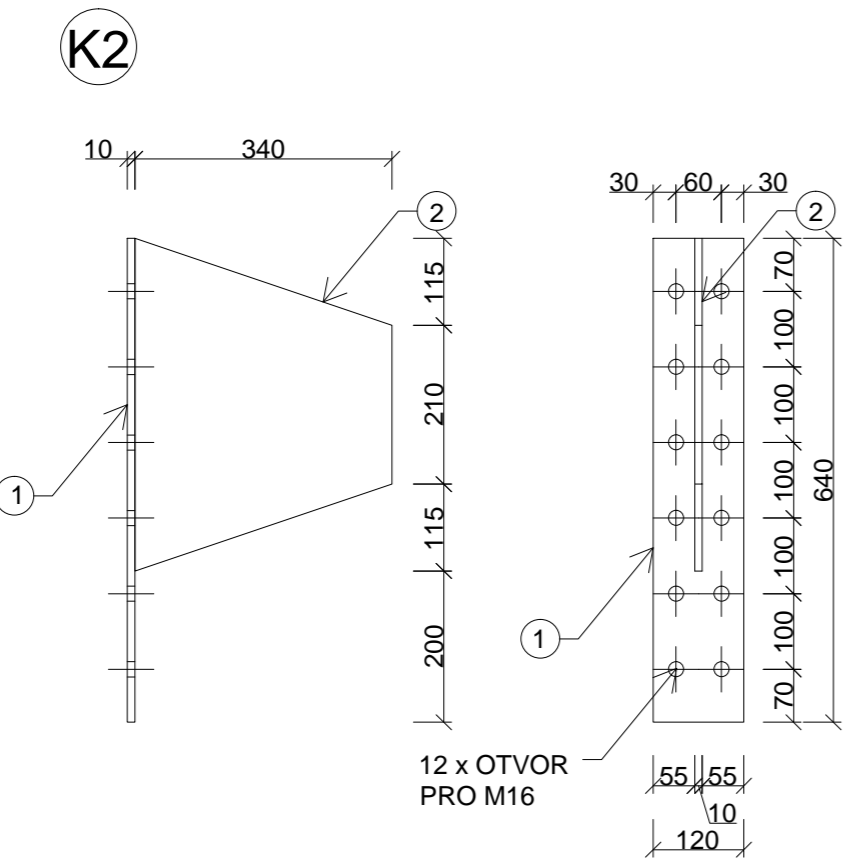


POHLED C-C'



KOVÁNÍ K1

PRVEK	OCEL	ROZMĚR	HMOTNOST	POVRCHOVÁ ÚPRAVA
①	S235	P15-290/860	26,83 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ



KOVÁNÍ K2

PRVEK	OCEL	ROZMĚR	HMOTNOST	POVRCHOVÁ ÚPRAVA
①	S235	P10-120/640	6,028 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ
②	S235	P10-340/210-440	9,741 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ

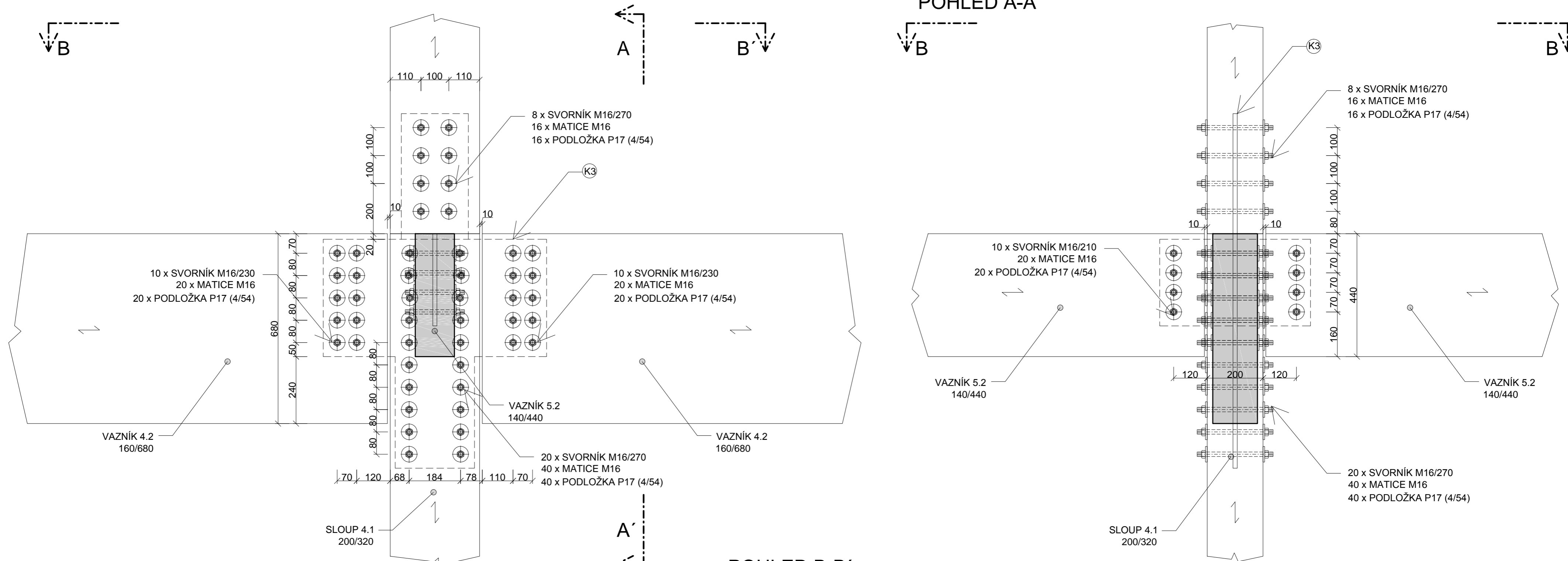
VAZNÍKY 5.2; 1.2 A SLOUP 1.1 JSOU Z LEPENÉHO LAMELOVÉHO DŘEVA TŘÍDY PEVNOSTI GL 24h V POHLEDOVÉ KVALITĚ

Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	<b>Fakulta stavební ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Datum: 26.12.2016
Název výkresu: <b>DETAIL SPOJE 2</b>			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 12
			Počet A4: 6

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

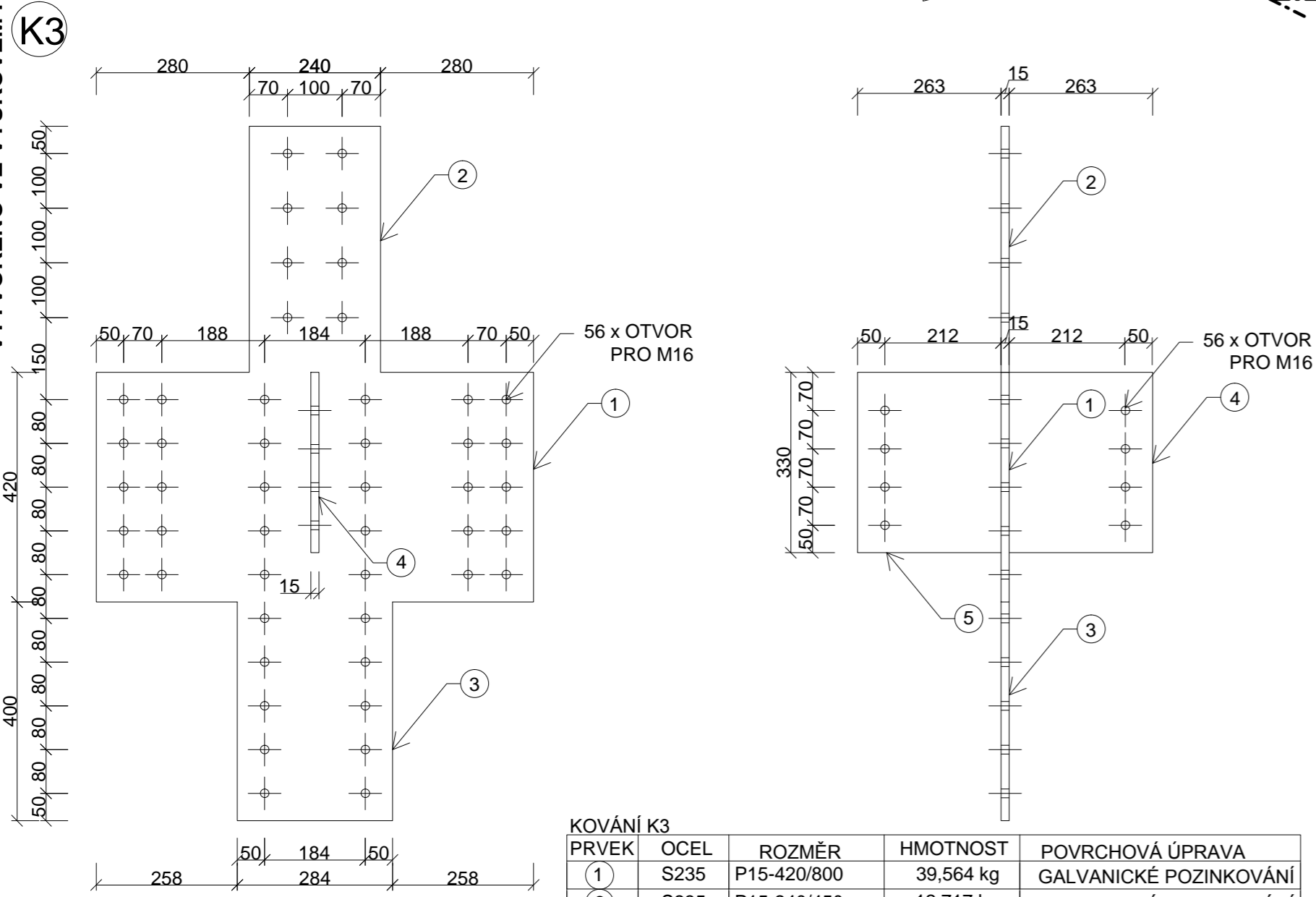
VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK  
POHLED A-A'

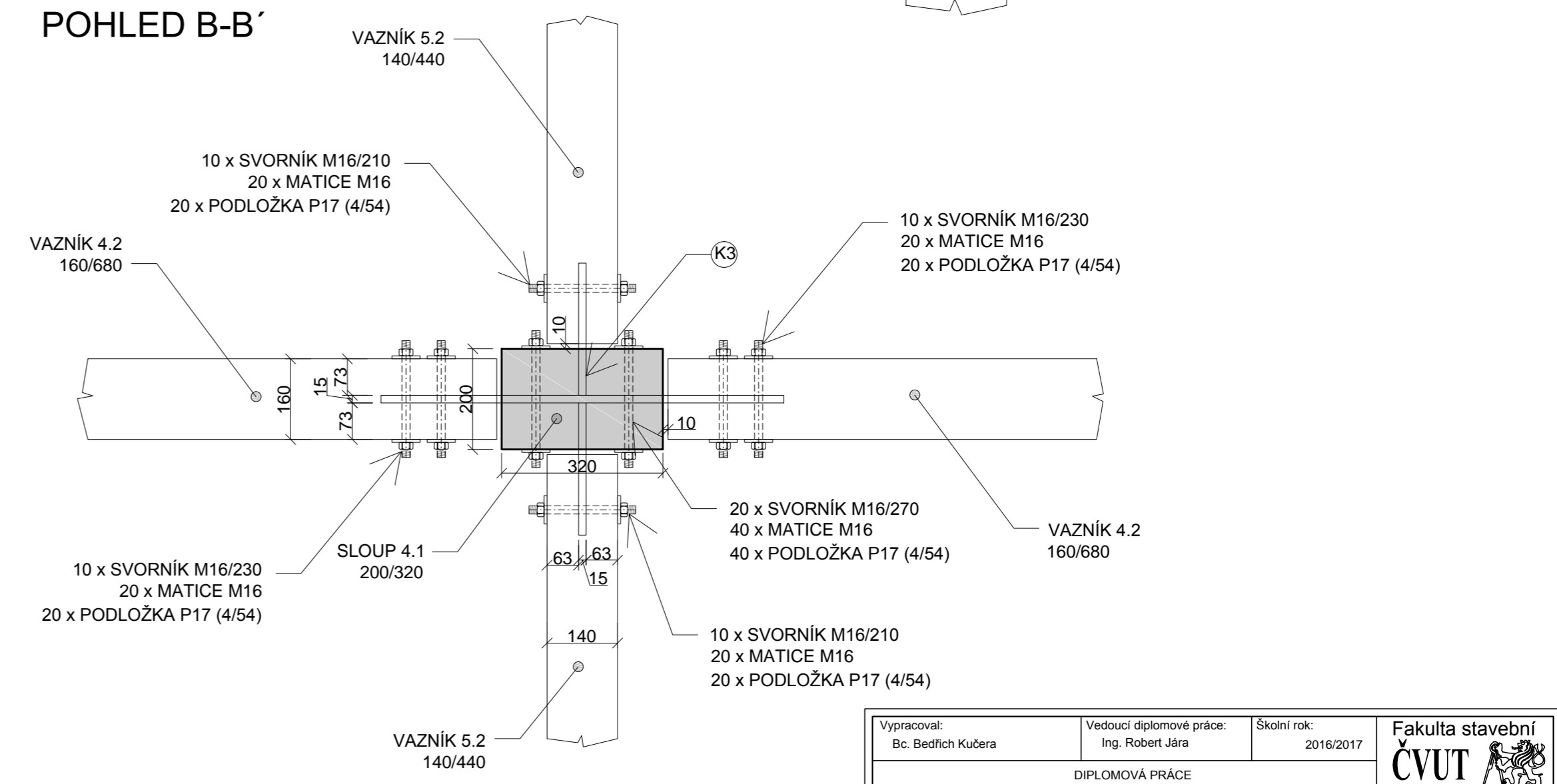


VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK



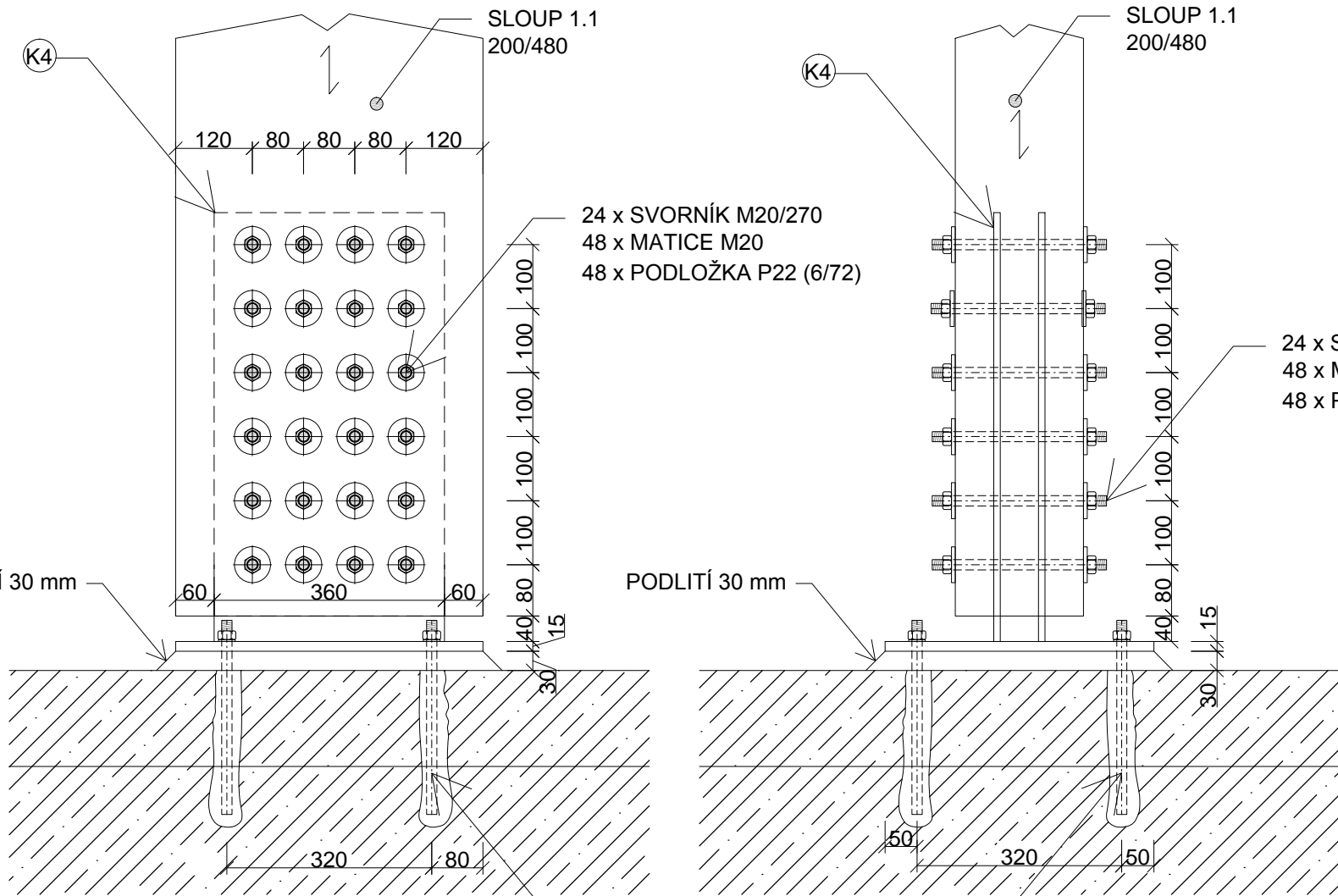
KOVÁNÍ K3				
PRVEK	OCEL	ROZMĚR	HMOTNOST	POVRCHOVÁ ÚPRAVA
(1)	S235	P15-420/800	39,564 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ
(2)	S235	P15-240/450	12,717 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ
(3)	S235	P15-284/400	13,376 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ
(4)	S235	P15-263/330	10,219 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ
(5)	S235	P15-263/330	10,219 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ



VAZNÍKY 5.2; 4.2 A SLOUP 4.1 JSOU Z LEPENÉHO LAMELOVÉHO DŘEVA  
TRÍDY PEVNOSTI GL 24h V POHLEDOVÉ KVALITĚ

VYTVOŘENO VE VÝUKOVÉM PRODUKTU SPOLEČNOSTI AUTODESK

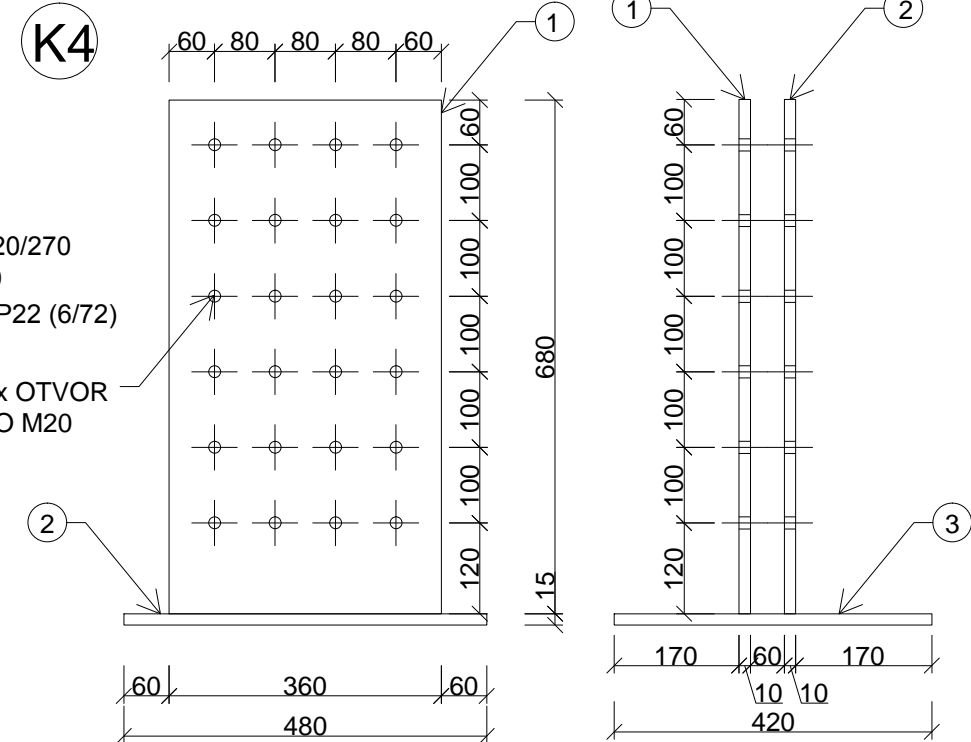
Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Datum: 26.12.2016
Název výkresu: <b>DETAIL SPOJE 3</b>			Meřítko: 1:10
			Číslo výkresu: 13
			Počet A4: 6



24 x SVORNÍK M20/270  
48 x MATICE M20  
48 x PODLOŽKA P22 (6/72)

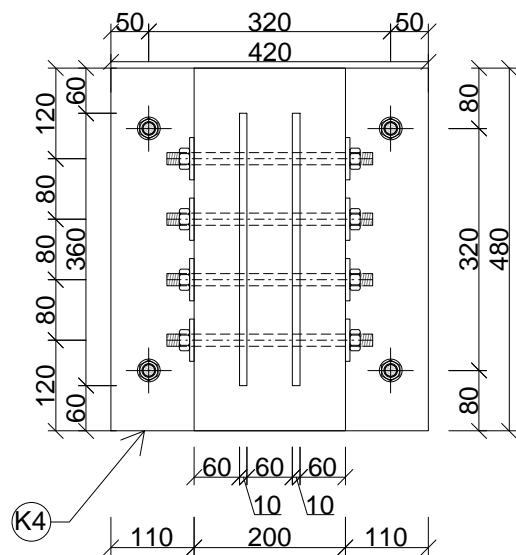
24 x SVORNÍK M20/270  
48 x MATICE M20  
48 x PODLOŽKA P22 (6/72)

4 x CHEMICKÁ KOTVA M16  
8 x MATICE M16  
8 x PODLOŽKA P18 (3/30)



KOVÁNÍ K4

PRVEK	OCEL	ROZMĚR	HMOTNOST	POVRCHOVÁ ÚPRAVA
1	S235	P10-360/680	19,217 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ
2	S235	P10-360/680	19,217 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ
3	S235	P15-420/480	23,738 kg	GALVANICKÉ POZINKOVÁNÍ



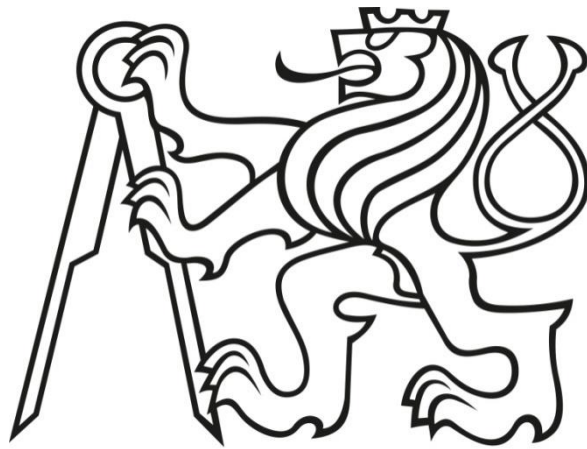
SLOUP 1.1 JE Z LEPENÉHO LAMELOVÉHO DŘEVA TŘÍDY PEVNOSTI GL 24h V POHLEDOVÉ KVALITĚ

Vypracoval: Bc. Bedřich Kučera	Vedoucí diplomové práce: Ing. Robert Jára	Školní rok: 2016/2017	Fakulta stavební <b>ČVUT</b>
DIPLOMOVÁ PRÁCE			
Název úlohy: <b>ADMINISTRATIVNÍ BUDOVA</b>			Datum: 26.12.2016
			Meřítko: 1:10
Název výkresu: <b>DETAIL SPOJE 4</b>			Číslo výkresu: 14
			Počet A4: 2

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



**Diplomová práce**

Část E - Výkaz objemu dřeva

Autor: Bc. Bedřich Kučera

Vedoucí práce: Ing. Robert Jára

## Obsah

1. Střecha .....	3
2. Stropní konstrukce 3.NP .....	3
3. Stropní konstrukce 2.NP .....	4
4. Stropní konstrukce 1.NP .....	4
5. Svislé konstrukce 4.NP .....	5
6. Svislé konstrukce 3.NP .....	5
7. Svislé konstrukce 2.NP .....	6
8. Svislé konstrukce 1.NP .....	6
9. Celkový součet objemu dřeva .....	7



## 1. Střecha

	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
LLD GI 24h	Vazník 1.4	0,180	0,840	13,440	2,032	5	10,161
	Vazník 2.4	0,140	0,600	12,055	1,013	5	5,063
	Vazník 3.4	0,160	0,560	9,050	0,811	4	3,244
	Vazník 4.4	0,140	0,540	13,480	1,019	2	2,038
	Vazník 5.4	0,120	0,400	4,600	0,221	42	9,274
	Vazník 6.4	0,140	0,440	4,300	0,265	22	5,827
	Celkem objem m <sup>3</sup>						
Rostlé dřevo smrk C 24	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
	Vaznice 1.4	0,100	0,200	2,300	0,046	123	5,658
	Vaznice 1.4	0,100	0,200	4,600	0,092	144	13,248
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>13,25</b>
CLT BBS XL 160 mm střešní panel	Označení	Rozměry		Objem celkem [m <sup>3</sup> ]			
		Výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]				
	CLT BBS XL 160 mm	0,160	876,850	140,296			
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>140,30</b>

## 2. Stropní konstrukce 3.NP

	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
LLD GI 24h	Vazník 1.3	0,220	0,960	13,440	2,839	10	28,385
	Vazník 2.3	0,200	0,840	12,025	2,020	5	10,101
	Vazník 3.3	0,120	0,840	5,000	0,504	1	0,504
	Vazník 4.3	0,160	0,680	6,580	0,716	17	12,170
	Vazník 4.3	0,160	0,680	4,280	0,466	13	6,054
	Vazník 5.3	0,120	0,240	4,400	0,127	45	5,702
	Celkem objem m <sup>3</sup>						
CLT BBS XL 180 mm stropní panel	Označení	Rozměry		Objem celkem [m <sup>3</sup> ]			
		Výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]				
	CLT BBS XL 180 mm	0,160	1433,250	229,320			
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>229,32</b>

### 3. Stropní konstrukce 2.NP

	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
LLD GI 24h	Vazník 1.2	0,220	0,960	13,440	2,839	10	28,385
	Vazník 2.2	0,200	0,840	12,025	2,020	5	10,101
	Vazník 3.2	0,120	0,840	5,000	0,504	1	0,504
	Vazník 4.2	0,160	0,680	6,580	0,716	17	12,170
	Vazník 4.2	0,160	0,680	4,280	0,466	13	6,054
	Vazník 5.2	0,120	0,240	4,400	0,127	45	5,702
	Celkem objem m <sup>3</sup>						
CLT BBS XL 180 mm stropní panel	Označení	Rozměry		Objem celkem [m <sup>3</sup> ]			
		Výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]				
	CLT BBS XL 180 mm	0,160	1433,250	229,320			
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>229,32</b>

### 4. Stropní konstrukce 1.NP

	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
LLD GI 24h	Vazník 1.1	0,120	0,280	4,430	0,149	30	4,465
	Vazník 1.1	0,120	0,280	2,060	0,069	20	1,384
	Vazník 2.1	0,200	0,840	12,025	2,020	5	10,101
	Vazník 3.1	0,120	0,840	5,000	0,504	1	0,504
	Vazník 4.1	0,160	0,680	6,580	0,716	17	12,170
	Vazník 4.1	0,160	0,680	4,280	0,466	13	6,054
	Vazník 5.1	0,120	0,240	4,400	0,127	45	5,702
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>16,45</b>
CLT BBS XL 180 mm stropní panel	Označení	Rozměry		Objem celkem [m <sup>3</sup> ]			
		Výška [m]	Plocha [m <sup>2</sup> ]				
	CLT BBS XL 180 mm	0,160	1992,250	318,760			
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>318,76</b>

## 5. Svislé konstrukce 4.NP

	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
LLD GI 24h	Sloup 1.4	0,200	0,480	3,560	0,342	10	3,418
	Sloup 2.4	0,200	0,200	3,560	0,142	6	0,854
	Sloup 3.4	0,200	0,320	3,560	0,228	3	0,684
	Sloup 4.4	0,200	0,320	3,560	0,228	35	7,974
	Sloup 7.4	0,100	0,200	3,740	0,075	7	0,524
	Celkem objem m <sup>3</sup>						
CLT BBS XL 120 mm stěnový panel	Označení	Rozměry			Objem celkem [m <sup>3</sup> ]		
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
	CLT BBS XL 120 mm	0,120	3,740	24,340	10,924		
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>10,92</b>

## 6. Svislé konstrukce 3.NP

	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
LLD GI 24h	Sloup 1.3	0,200	0,480	3,560	0,342	10	3,418
	Sloup 2.3	0,200	0,200	3,560	0,142	6	0,854
	Sloup 3.3	0,200	0,320	3,560	0,228	3	0,684
	Sloup 4.3	0,200	0,320	3,560	0,228	35	7,974
	Sloup 7.3	0,100	0,200	3,740	0,075	7	0,524
	Celkem objem m <sup>3</sup>						
CLT BBS XL 120 mm stěnový panel	Označení	Rozměry			Objem celkem [m <sup>3</sup> ]		
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
	CLT BBS XL 120 mm	0,120	3,740	24,340	10,924		
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>10,92</b>

## 7. Svislé konstrukce 2.NP

	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
LLD GI 24h	Sloup 2.2	0,200	0,200	3,560	0,142	6	0,854
	Sloup 3.2	0,200	0,320	3,560	0,228	3	0,684
	Sloup 4.2	0,200	0,320	3,560	0,228	35	7,974
	Sloup 5.2	0,160	0,400	11,040	0,707	7	4,946
	Sloup 7.2	0,100	0,200	3,740	0,075	7	0,524
	Celkem objem m <sup>3</sup>						
CLT BBS XL 120 mm stěnový panel	Označení	Rozměry			Objem celkem [m <sup>3</sup> ]		
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
	CLT BBS XL 120 mm	0,120	3,740	24,340	10,924		
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>10,92</b>

## 8. Svislé konstrukce 1.NP

	Označení	Rozměry			Objem [m <sup>3</sup> ]	Počet [ks]	Objem celkem [m <sup>3</sup> ]
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
LLD GI 24h	Sloup 1.1	0,200	0,480	7,300	0,701	6	4,205
	Sloup 2.1	0,200	0,200	3,560	0,142	5	0,712
	Sloup 3.1	0,200	0,320	3,560	0,228	1	0,228
	Sloup 4.1	0,200	0,320	3,560	0,228	35	7,974
	Sloup 5.1	0,160	0,400	3,560	0,228	7	1,595
	Sloup 6.1	0,140	0,140	3,560	0,070	35	2,442
	Sloup 7.1	0,100	0,200	3,560	0,071	7	0,498
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>8,91</b>
CLT BBS XL 120 mm stěnový panel	Označení	Rozměry			Objem celkem [m <sup>3</sup> ]		
		Šířka [m]	Výška [m]	Délka [m]			
	CLT BBS XL 120 mm	0,120	3,740	38,750	17,391		
Celkem objem m <sup>3</sup>							<b>17,39</b>

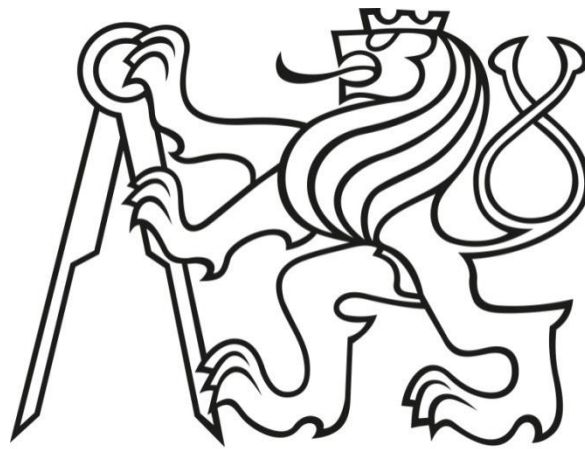
## 9. Celkový součet objemu dřeva

Konstrukce	Objem [m <sup>3</sup> ]	5% prořez	Celkový objem [m <sup>3</sup> ]
LLD GL 24h	174,33	8,72	183,04
RD C24	13,25	0,66	13,91
CLT 120 mm	50,16	2,51	52,67
CLT 180 mm	777,40	38,87	816,27
CLT 160 mm	140,30	7,01	147,31
	Objem [m <sup>3</sup> ]		1213,21

**České vysoké učení technické v Praze**

**Fakulta stavební**

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



**Diplomová práce**

Část F – Tepelně technické posouzení skladeb

Autor: Bc. Bedřich Kučera

Vedoucí práce: Ing. Robert Jára

## Obsah

1. ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECH. POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE.....	5
1.1. S1-V1-MIN – STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 1 – VAR. 1 V NEJSLABŠÍM MÍSTĚ.....	5
1.1.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	5
1.1.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	6
1.1.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	7
1.1.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	10
1.2. S1-V1-MAX –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 1 – VAR. 1 V NEJSILNĚJŠÍM MÍSTĚ .....	11
1.2.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	11
1.2.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	12
1.2.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	13
1.2.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	16
1.3. S2-V1-MIN – STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 2- VAR. 1 V NEJSLABŠÍM MÍSTĚ .....	17
1.3.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	17
1.3.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	18
1.3.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	19
1.3.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	22
1.4. S2-V1-MAX –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 2 – VAR. 1 V MEJSILNĚJŠÍM MÍSTĚ .....	23
1.4.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	23
1.4.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	24
1.4.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	25
1.4.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	28
1.5. R1 – OBVODOVÝ PLÁŠŤ-CLT PANEL .....	29
1.5.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	29

1.5.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	29
1.5.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	31
1.5.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	32
1.6. R4 – OBVODOVÁ SCHODIŠŤOVÁ STĚNA .....	34
1.6.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	34
1.6.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	34
1.6.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	36
1.6.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	37
1.7. S1-V-MIN –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 1- VAR. 2 V NEJSLABŠÍM MÍSTĚ .....	39
1.7.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	39
1.7.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	39
1.7.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	41
1.7.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	44
1.8. S1-V2-MAX –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 1 – VAR. 2 V NEJSILNĚJŠÍM MÍSTĚ .....	45
1.8.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	45
1.8.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	45
1.8.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	47
1.9. S2-V2-MIN –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 2- VAR. 2 V NEJSLABŠÍM MÍSTĚ .....	51
1.9.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	51
1.9.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	51
1.9.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	53
1.9.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	56
1.10. S2-V2-MAX –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 2 – VAR. 2 V NEJSILNĚJŠÍM MÍSTĚ .....	57
1.10.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT .....	57
1.10.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ .....	57



1.10.3. GRAFICKÝ VÝSTUP .....	59
1.10.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007) .....	62
2. SEZNAM OBRÁZKŮ .....	63

# 1. ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECH. POSOUZENÍ

## STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

### 1.1. S1-V1-MIN – STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 1 – VAR. 1 V NEJSLABŠÍM MÍSTĚ

#### 1.1.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Strop, střecha-tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

##### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Jutafof N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
2	Knauf SmartRro	0.2000	0.0600	1140.8	106.0	1.4	0.0000
3	OSB desky	0.0200	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
4	Knauf SmartRro	0.0200	0.0350	880.0	50.0	1.4	0.0000
5	Knauf DDP Plus	0.1000	0.0400	1010.0	60.0	1.0	0.0000
6	Fatrafof 810	0.0020	0.3500	1470.0	1313.0	24000.0	0.0000

##### Okrajové podmínky výpočtu:

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot 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 kondenzace a povrch. teplot 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 RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	32.2	800.4	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	34.3	852.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	38.5	956.9	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	44.4	1103.6	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	53.0	1317.4	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	59.5	1478.9	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	63.0	1565.9	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	61.9	1538.6	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	54.1	1344.7	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	45.3	1126.0	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	38.3	952.0	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	34.7	862.5	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
 Počet hodnocených let: 1

## 1.1.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 6.35 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.154 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.1E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* : 324.7  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 9.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.72 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m			
1	7.0	0.401	3.8	0.264	20.1	0.962	34.0
2	7.9	0.402	4.7	0.255	20.2	0.962	36.1
3	9.6	0.368	6.3	0.186	20.3	0.962	40.1
4	11.8	0.305	8.4	0.054	20.5	0.962	45.8
5	14.5	0.213	11.1	-----	20.7	0.962	54.0
6	16.3	0.072	12.8	-----	20.8	0.962	60.2
7	17.2	-----	13.7	-----	20.9	0.962	63.5
8	16.9	-----	13.4	-----	20.8	0.962	62.5
9	14.8	0.193	11.4	-----	20.7	0.962	55.1
10	12.1	0.296	8.7	0.033	20.5	0.962	46.7
11	9.5	0.367	6.3	0.186	20.3	0.962	39.9
12	8.1	0.402	4.8	0.252	20.2	0.962	36.5

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

### Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.8	19.8	3.2	2.5	-0.4	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1367	787	783	771	770	769	166
p,sat [Pa]:	2302	2302	770	729	592	202	202

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m <sup>2</sup> s]
1	0.3402	0.3402	4.741E-0009

### Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M<sub>c,a</sub>: 0.036 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry M<sub>ev,a</sub>: 0.055 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

## **Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

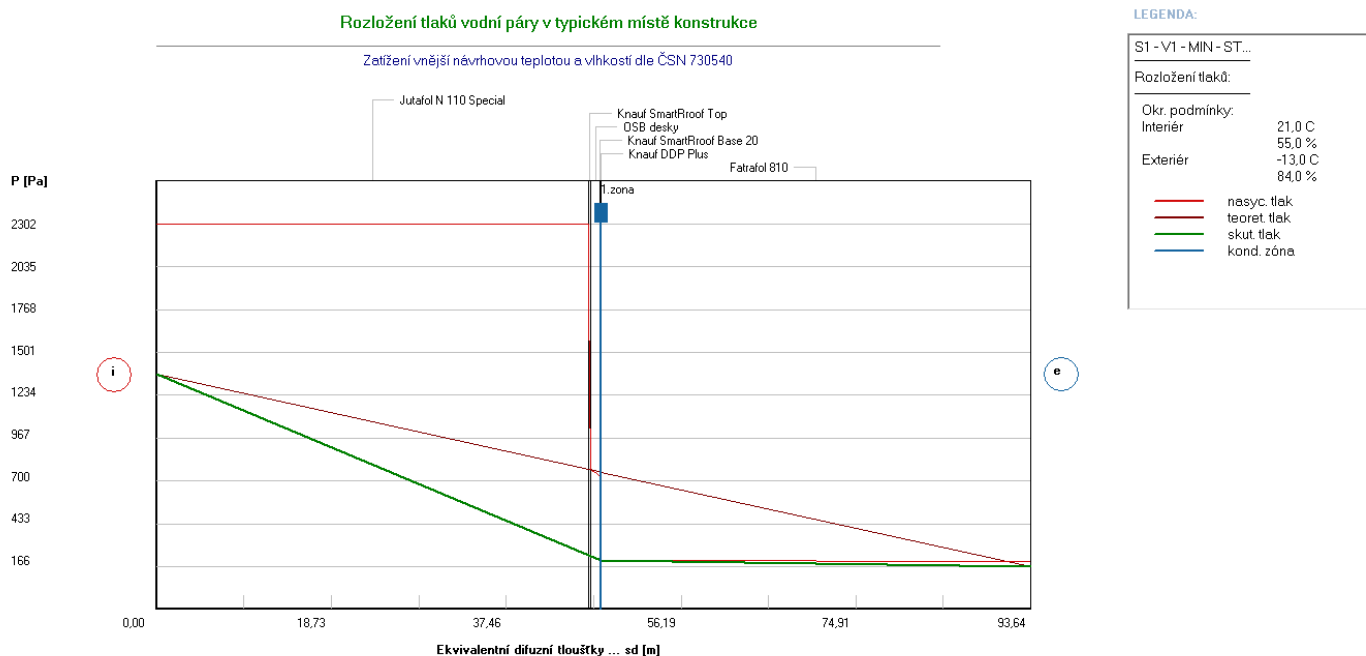
#### **Kondenzační zóna č. 1**

Měsíc	Hranice kondenzační zóny [m]		Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
	levá	pravá		
11	0.3402	0.3402	1.43E-0010	0.0004
12	0.3402	0.3402	6.56E-0010	0.0021
1	0.3402	0.3402	8.14E-0010	0.0043
2	0.3402	0.3402	6.89E-0010	0.0060
3	0.3402	0.3402	1.37E-0010	0.0063
4	0.3402	0.3402	-8.15E-0010	0.0042
5	---	---	-2.24E-0009	0.0000
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0063 kg/m2

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

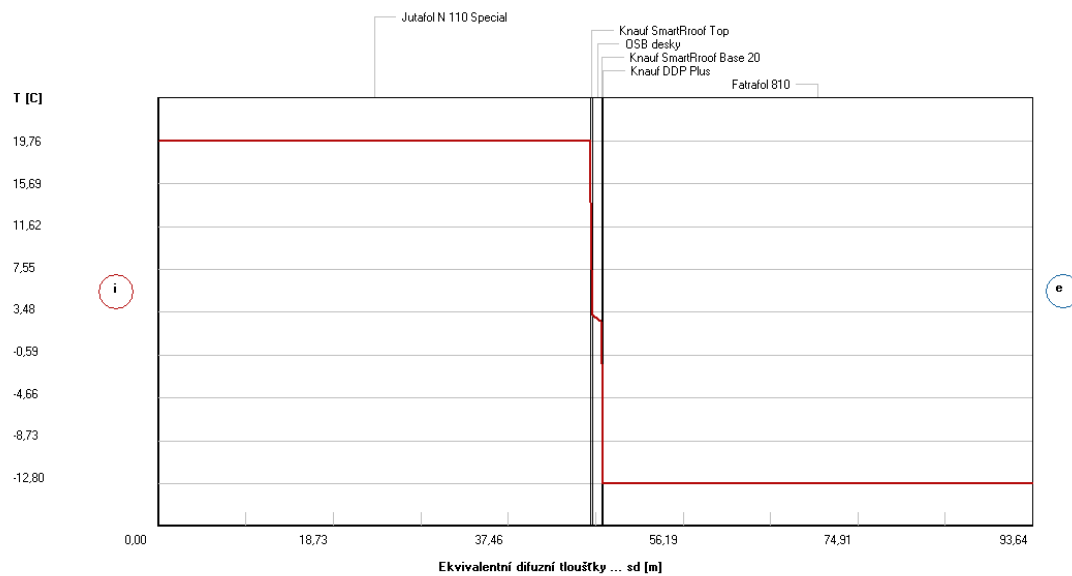
## 1.1.3. GRAFICKÝ VÝSTUP



Obrázek 1 – S1-V1-MIN-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



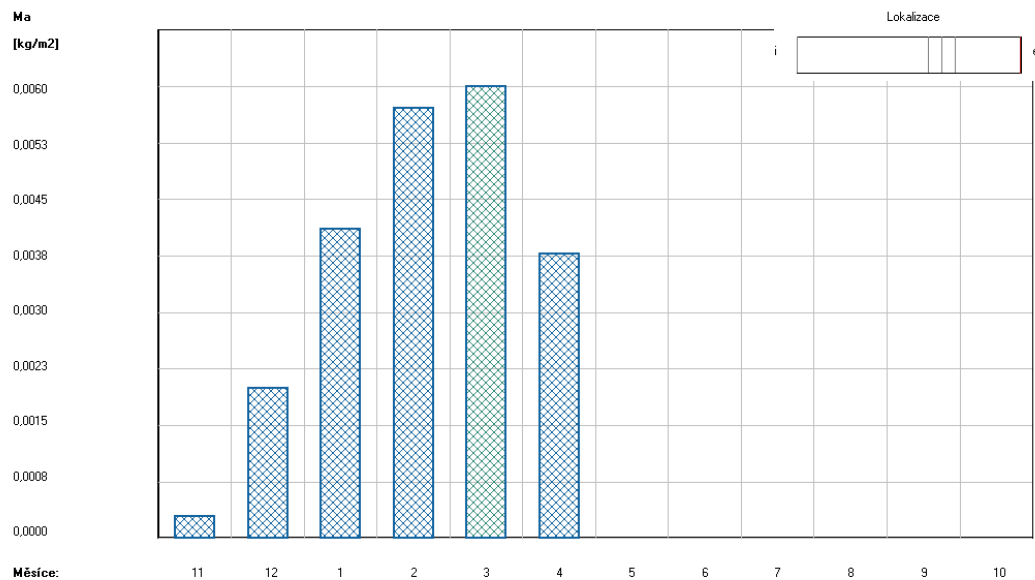
#### LEGENDA:

S1 - V1 - MIN - ST...	
Rozložení teplot	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C 55,0 %
Exteriér	-13,0 C 84,0 %

Obrázek 2 – S1-V1-MIN-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

Výpočet dle ČSN EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)

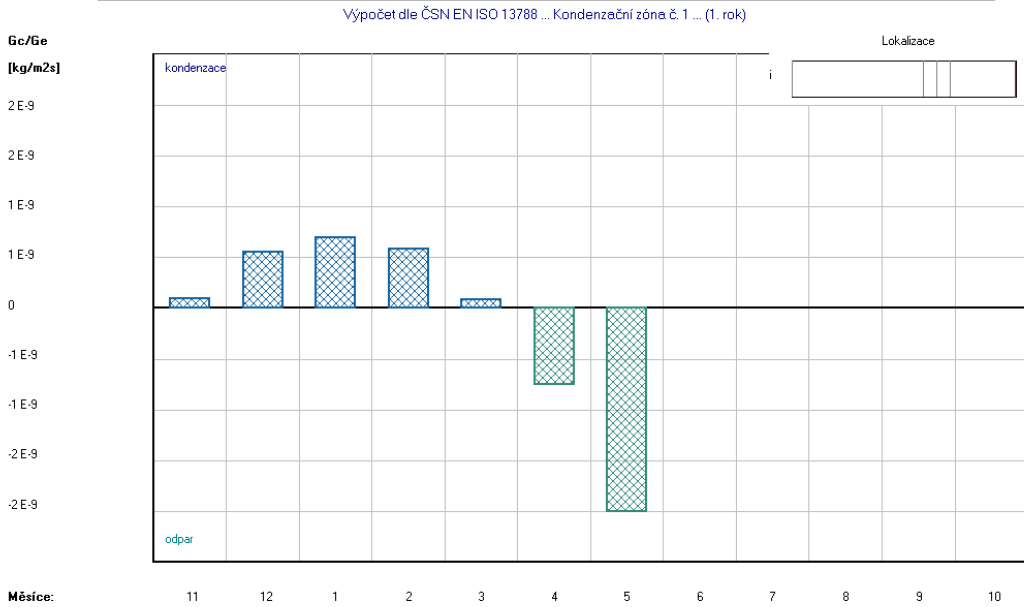


#### LEGENDA:

S1 - V1 - MIN - ST...	
Akumulovaná vlhkost:	
Rok výpočtu č. 1 Kond. zóna č. 1	
Na konci model. roku je zóna vysušená.	

Obrázek 3 – S1-V1-MIN-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI

### Aktuální míra kondenzace a odparu vodní páry



#### LEGENDA:

S1 - V1 - MIN - ST...

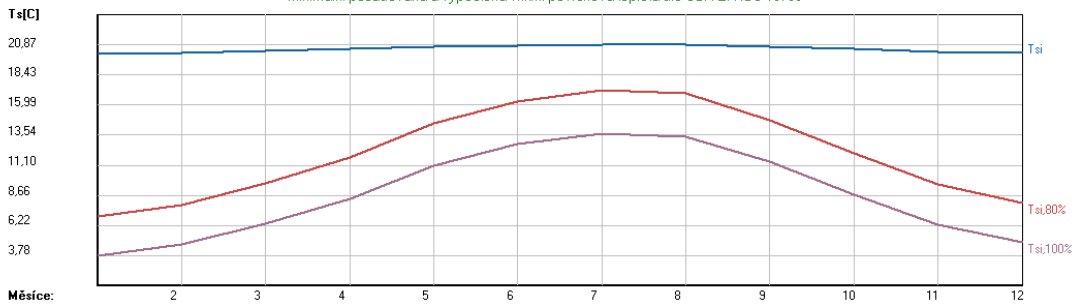
Aktuální míra kondenzace a odparu:

Rok výpočtu č. 1  
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

Obrázek 4 – S1-V1-MIN-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY

### Minimální požadovaná a vypočtená vnitřní povrchová teplota dle ČSN EN ISO 13788



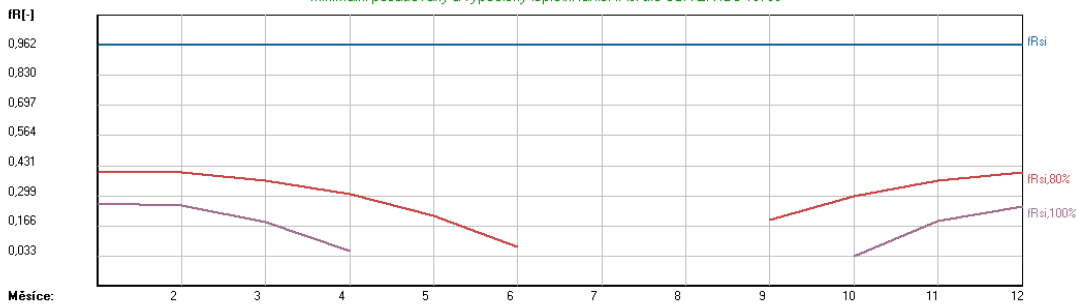
#### LEGENDA:

S1 - V1 - MIN - ST...

Povrchové teploty a teplotní faktor:

Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:  
 — 80% (zamezení vzniku plísní)  
 — 100% (vyloučení orosování)  
 — Vypočtené hodnoty

### Minimální požadovaný a vypočtený teplotní faktor fRsi dle ČSN EN ISO 13788



Obrázek 5 – S1-V1-MIN-POVRCHOVÉ TEPLoty

## 1.1.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** S1-V1 - MIN - Střešní plášť 1- varianta 1 v nejslabším místě

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH <sub>i</sub> :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Jutafool N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
2	Knauf SmartRoof Top	0,200	0,060	1,4
3	OSB desky	0,020	0,130	50,0
4	Knauf SmartRoof Base 20	0,020	0,035	1,4
5	Knauf DDP Plus	0,100	0,040	1,0
6	Fatrafool 810	0,002	0,350	24000,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,962$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,079 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Fatrafool 810).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,079 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0365 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0555 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 1.2. S1-V1-MAX –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 1 – VAR. 1 V NEJSILNĚJŠÍM MÍSTĚ

### 1.2.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Strop, střecha - tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
2	Knauf SmartRro	0.2000	0.0600	1140.8	106.0	1.4	0.0000
3	OSB desky	0.0200	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
4	Knauf SmartRro	0.2400	0.0350	880.0	50.0	1.4	0.0000
5	Knauf DDP Plus	0.1000	0.0400	1010.0	60.0	1.0	0.0000
6	Fatrafol 810	0.0020	0.3500	1470.0	1313.0	23000.0	0.0000

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot 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 kondenzace a povrch. teplot 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]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.0	1590.8	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	56.9	1414.3	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
 Počet hodnocených let : 1



## 1.2.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

### Teplný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 12.06 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.082 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub>: 0.10 / 0.13 / 0.18 / 0.28 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.0E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* : 1517.7  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 14.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 20.31 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>,Rsi,p</sub> : 0.980

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>,Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>,Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>,Rsi</sub> ,m			
1	14.7	0.732	11.3	0.586	20.5	0.980	55.5
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.6	0.980	57.5
3	15.6	0.698	12.1	0.507	20.6	0.980	58.2
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.7	0.980	58.8
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.8	0.980	61.5
6	17.4	0.298	13.9	-----	20.9	0.980	64.4
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.9	0.980	66.0
8	17.7	0.172	14.2	-----	20.9	0.980	65.4
9	16.8	0.450	13.3	-----	20.8	0.980	62.0
10	15.9	0.596	12.4	0.325	20.7	0.980	58.9
11	15.6	0.700	12.1	0.510	20.6	0.980	58.2
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.6	0.980	58.0

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

### Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	20.4	20.4	11.7	11.3	-6.4	-12.9	-12.9
p [Pa]:	1367	776	773	760	755	754	166
p,sat [Pa]:	2389	2388	1377	1341	355	200	200

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m <sup>2</sup> s]
	levá	pravá [m]	
1	0.5602	0.5602	4.720E-0009

### Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M<sub>c,a</sub>: 0.036 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry M<sub>ev,a</sub>: 0.056 kg/m<sup>2</sup>,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

## Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
10	0.5602	0.5602	3.31E-0010	0.0009
11	0.5602	0.5602	2.06E-0009	0.0062
12	0.5602	0.5602	2.92E-0009	0.0140
1	0.5602	0.5602	3.06E-0009	0.0223
2	0.5602	0.5602	2.94E-0009	0.0294
3	0.5602	0.5602	2.04E-0009	0.0348
4	0.5602	0.5602	5.55E-0010	0.0363
5	0.5602	0.5602	-1.46E-0009	0.0323
6	0.5602	0.5602	-3.11E-0009	0.0243
7	0.5602	0.5602	-4.11E-0009	0.0133
8	0.5602	0.5602	-3.79E-0009	0.0031
9	---	---	-1.74E-0009	0.0000

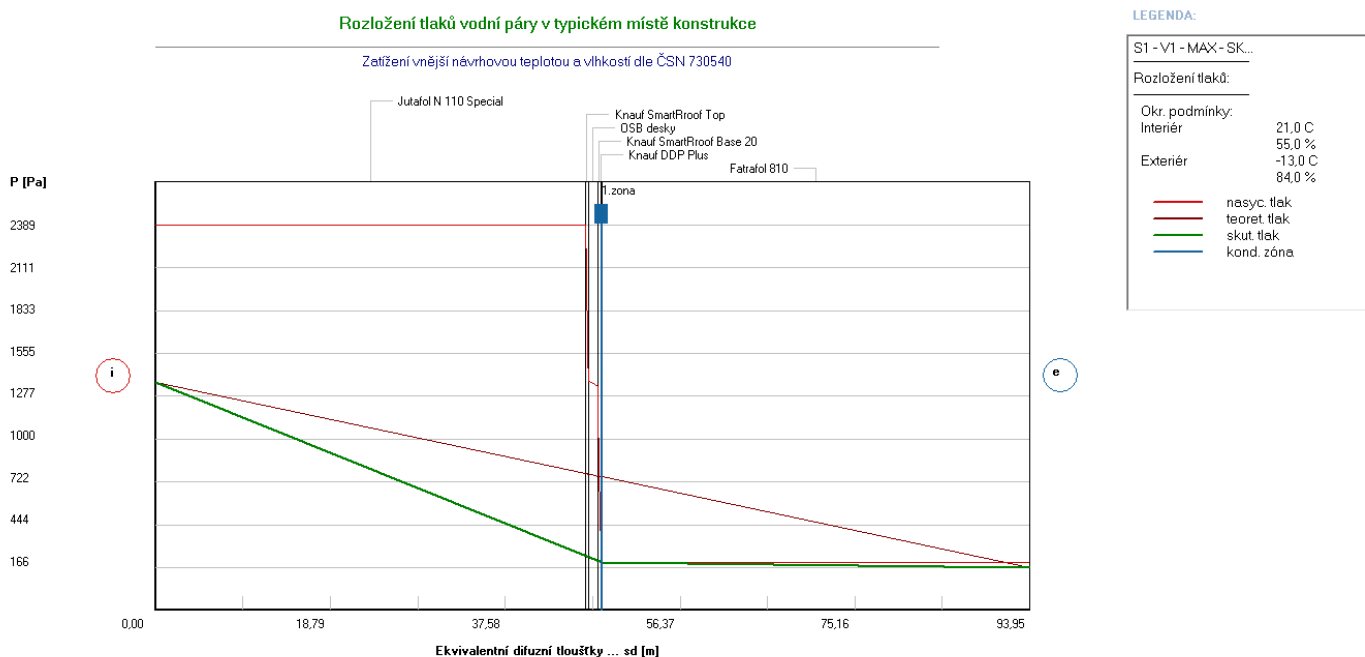
Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0363 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

STOP, Teplo 2010

## 1.2.3. GRAFICKÝ VÝSTUP

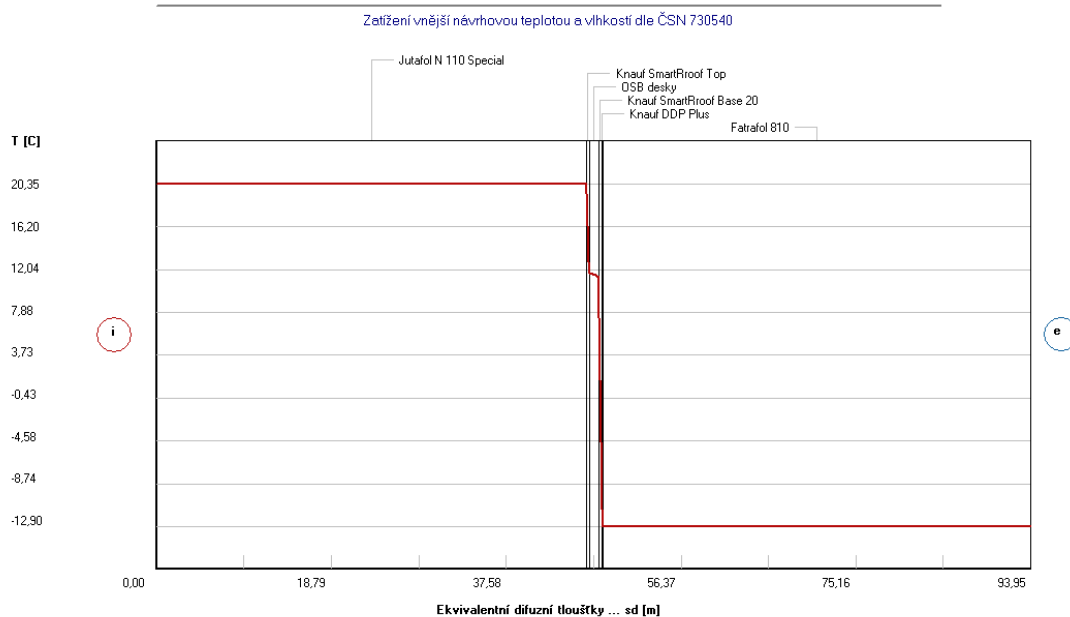


Obrázek 6 – S1-V1-MAX-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

LEGENDA:

S1 - V1 - MAX - SK...	
Rozložení teplot	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C 55,0 %
Exteriér	-13,0 C 84,0 %

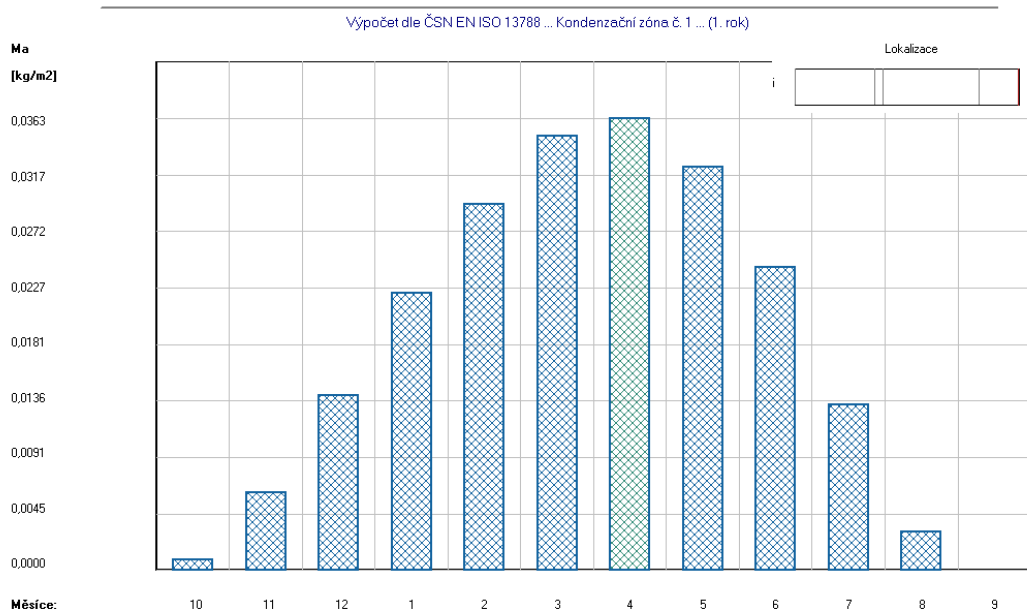


Obrázek 7 – S1-V1-MAX-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

LEGENDA:

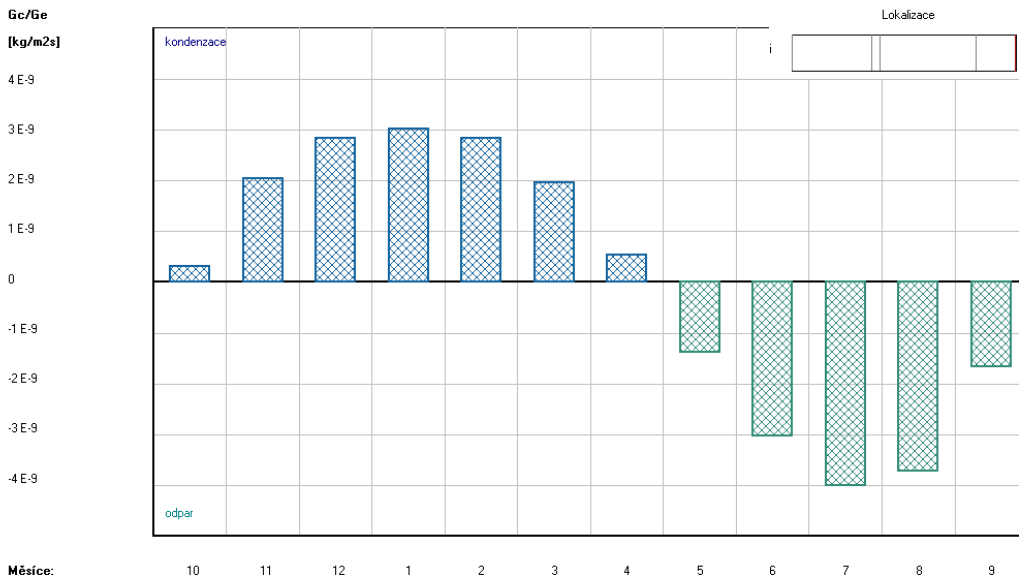
S1 - V1 - MAX - SK...	
Akumulovaná vlhkost	
Rok výpočtu č. 1 Kond. zóna č. 1	
Na konci model. roku je zóna vysušená.	



Obrázek 8 – S1-V1-MAX-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI

### Aktuální míra kondenzace a odparu vodní páry

Výpočet dle ČSN EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



#### LEGENDA:

S1 - V1 - MAX - SK...

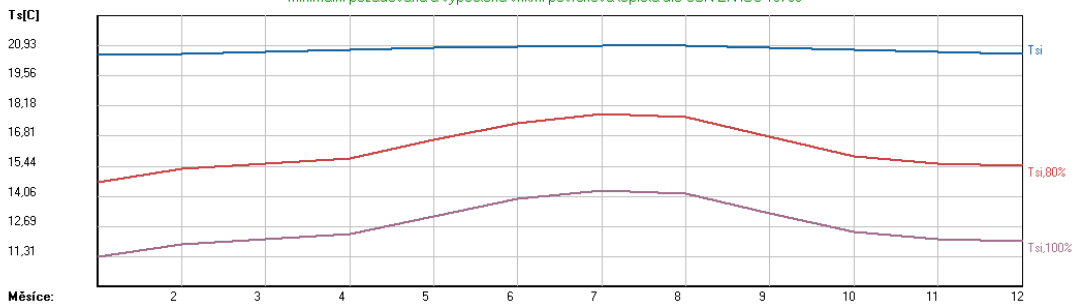
Aktuální míra kondenzace a odparu:

Rok výpočtu č. 1  
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

Obrázek 9 – S1-V1-MAX-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY

### Minimální požadovaná a vypočtená vnitřní povrchová teplota dle ČSN EN ISO 13788



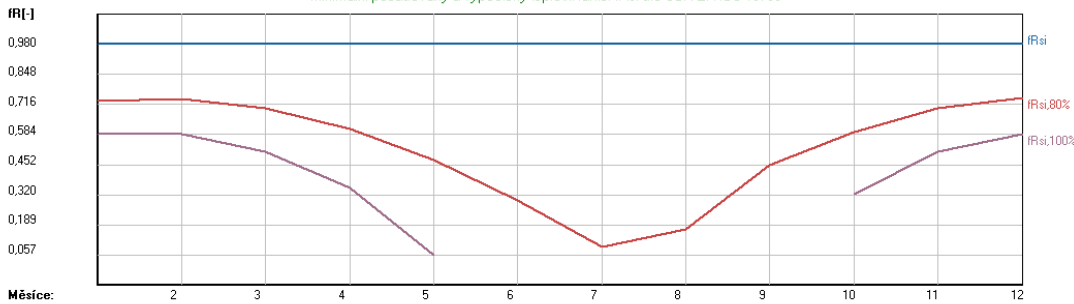
#### LEGENDA:

S1 - V1 - MAX - SK...

Povrchové teploty a teplotní faktor:

Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:  
 — 80% (zamezení vzniku plísní)  
 — 100% (vyloučení orosování)  
 — Vypočtené hodnoty

### Minimální požadovaný a vypočtený teplotní faktor fRsi dle ČSN EN ISO 13788



Obrázek 10 – S1-V1-MAX-POVRCHOVÉ TEPLoty

## 1.2.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** S1-V1-MAX-Skladba střešního pláště 1 - varianta 1 v nejsilnějším místě

### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Jutafool N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
2	Knauf SmartRoof Top	0,200	0,060	1,4
3	OSB desky	0,020	0,130	50,0
4	Knauf SmartRoof Base 20	0,240	0,035	1,4
5	Knauf DDP Plus	0,100	0,040	1,0
6	Fatrafool 810	0,002	0,350	23000,0

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,980$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,08 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### **III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:

zóna č. 1: 0,079 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Fatrafool 810).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,079 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kond.zóna č. 1: Max. množství akumul. vlhkosti  $M_{c,a} = 0,0363 \text{ kg/m}^2$

Na konci modelového roku je zóna suchá.

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{a,vysl} = 0 \text{ kg/m}^2$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 1.3. S2-V1-MIN – STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 2- VAR. 1 V NEJSLABŠÍM

### MÍSTĚ

#### 1.3.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Strop, střecha-tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

##### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dřevo měkké (t	0.1600	0.1800	2510.0	400.0	157.0	0.0000
2	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
3	Knauf SmartRro	0.0200	0.0350	880.0	50.0	1.4	0.0000
4	Knauf DDP Plus	0.2000	0.0400	1010.0	60.0	1.0	0.0000
5	Fatrafol 810	0.0020	0.3500	1470.0	1313.0	23000.0	0.0000

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

##### Doplňná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Směrnice K	u,23/80 [%]	W,c[kg/m <sup>2</sup> ]	W,m[kg/m <sup>2</sup> ]	Redistribuce
1	Dřevo měkké (t	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
2	Jutafol N 110	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
3	Knauf SmartRro	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
4	Knauf DDP Plus	0.00	0.00	0.00	0.00	NE
5	Fatrafol 810	0.00	0.00	0.00	0.00	NE

##### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot 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 kondenzace a povrch. teplot 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 RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	32.2	800.4	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	34.3	852.6	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	38.5	956.9	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	44.4	1103.6	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	53.0	1317.4	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	59.5	1478.9	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	63.0	1565.9	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	61.9	1538.6	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	54.1	1344.7	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	45.3	1126.0	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	38.3	952.0	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	34.7	862.5	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

### 1.3.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

#### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 6.26 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.156 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírůzkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 6.2E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* : 452.1  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 12.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 19.70 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.962

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		T <sub>si</sub> [C]	f <sub>Rsi</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f <sub>Rsi</sub> ,m				
1	7.0	0.401	3.8	0.264	20.1	0.962	34.0
2	7.9	0.402	4.7	0.255	20.2	0.962	36.1
3	9.6	0.368	6.3	0.186	20.3	0.962	40.2
4	11.8	0.305	8.4	0.054	20.5	0.962	45.8
5	14.5	0.213	11.1	-----	20.7	0.962	54.0
6	16.3	0.072	12.8	-----	20.8	0.962	60.2
7	17.2	-----	13.7	-----	20.9	0.962	63.5
8	16.9	-----	13.4	-----	20.8	0.962	62.5
9	14.8	0.193	11.4	-----	20.7	0.962	55.1
10	12.1	0.296	8.7	0.033	20.5	0.962	46.7
11	9.5	0.367	6.3	0.186	20.3	0.962	40.0
12	8.1	0.402	4.8	0.252	20.2	0.962	36.5

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

#### Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.7	15.3	15.3	12.4	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1367	1111	638	638	636	166
p,sat [Pa]:	2300	1734	1734	1438	202	202

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m <sup>2</sup> s]
1	0.3802	0.3802	3.099E-0009

#### Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M<sub>c,a</sub>: 0.021 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry M<sub>ev,a</sub>: 0.049 kg/m<sup>2</sup>,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

## Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
12	0.3802	0.3802	2.49E-0010	0.0007
1	0.3802	0.3802	3.83E-0010	0.0017
2	0.3802	0.3802	2.75E-0010	0.0024
3	0.3802	0.3802	-1.64E-0010	0.0019
4	---	---	-9.26E-0010	0.0000
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0024 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

## STOP, Teplo 2010

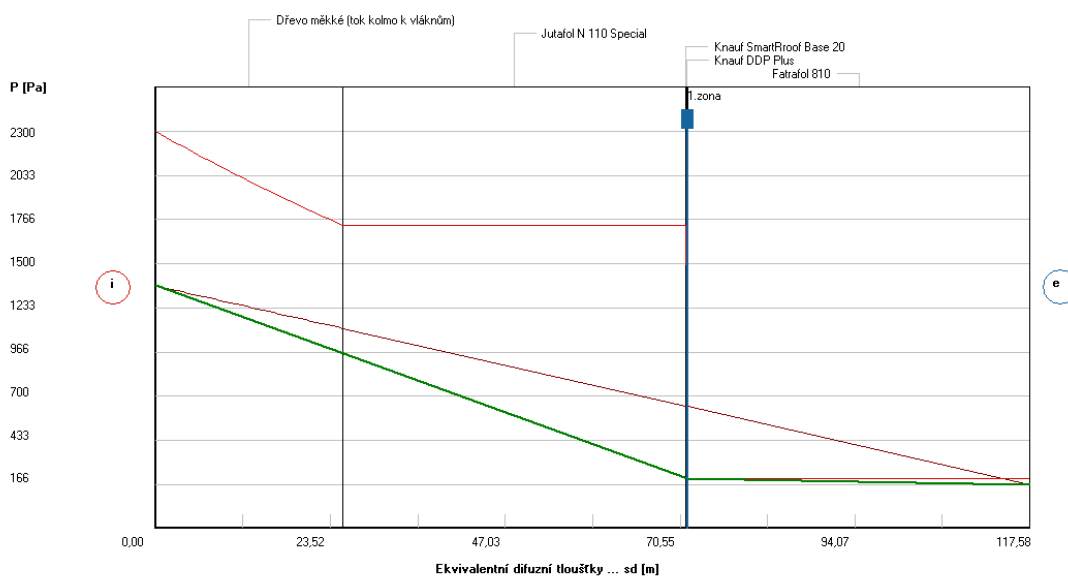
### 1.3.3. GRAFICKÝ VÝSTUP

#### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540

#### LEGENDA:

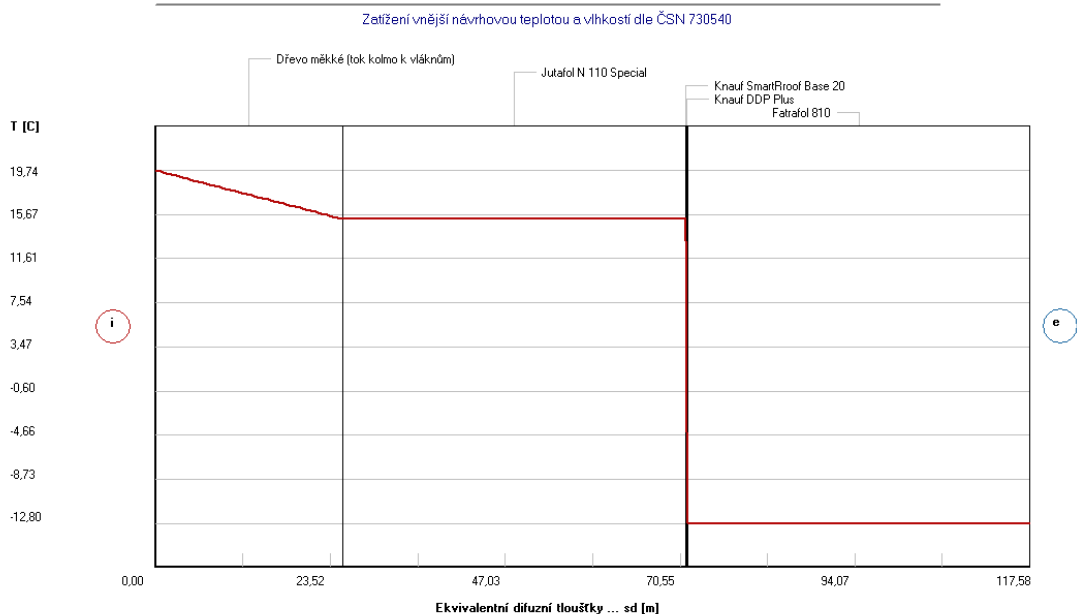
S2 - V1 - MIN - ST...	
Rozložení tlaků:	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %
—	nasyc. tlak
—	teoret. tlak
—	skut. tlak
—	kond. zóna



Obrázek 11 – S2-V1-MIN-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE



### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

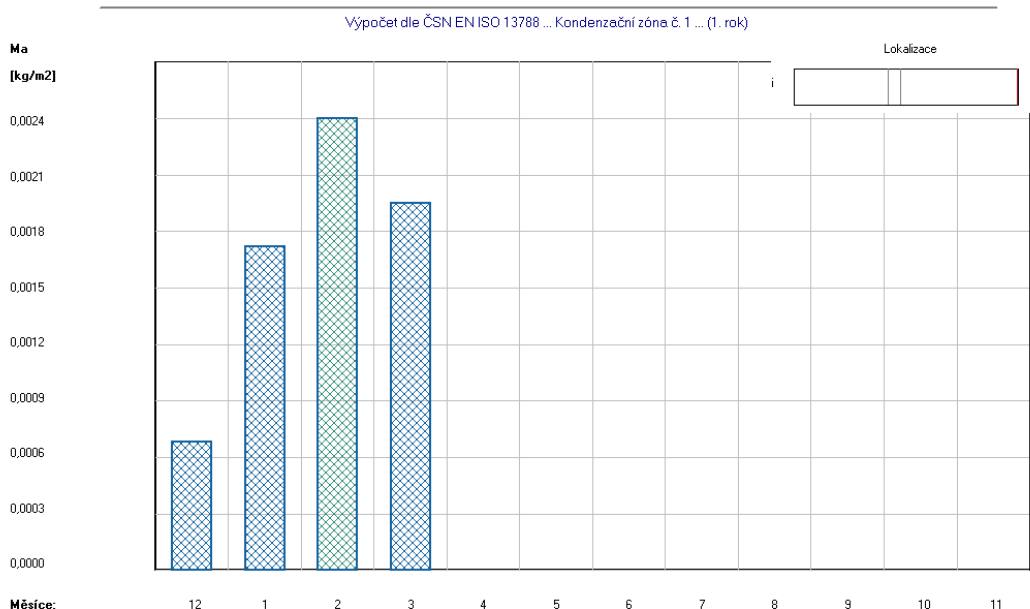


#### LEGENDA:

S2 - V1 - MIN - ST...	
Rozložení teplot	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C 55,0 %
Exteriér	-13,0 C 84,0 %

Obrázek 12 – S2-V1-MIN-ROZLOŽENÍ TEPLOT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Akumulované množství zkondenzované vlhkosti



#### LEGENDA:

S2 - V1 - MIN - ST...	
Akumulovaná vlhkost	
Rok výpočtu č. 1 Kond. zóna č. 1	
Na konci model. roku je zóna vysušená.	

Obrázek 13 – S2-V1-MIN-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI

### Aktuální míra kondenzace a odparu vodní páry

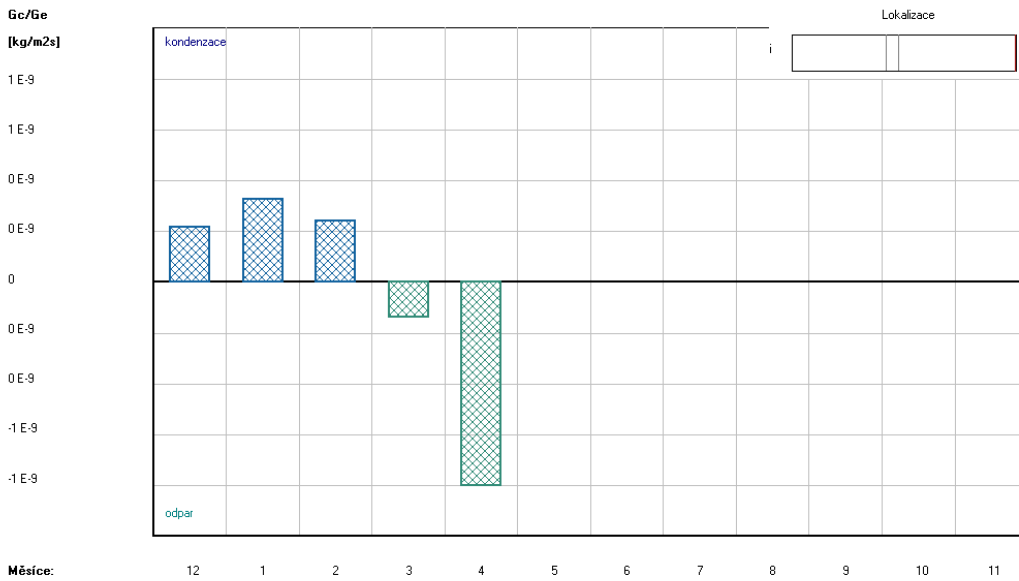
LEGENDA:

S2 - V1 - MIN - ST...

Aktuální míra kondenzace a odparu:

Rok výpočtu č. 1  
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.



Obrázek 14 – S2-V1-MIN-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY

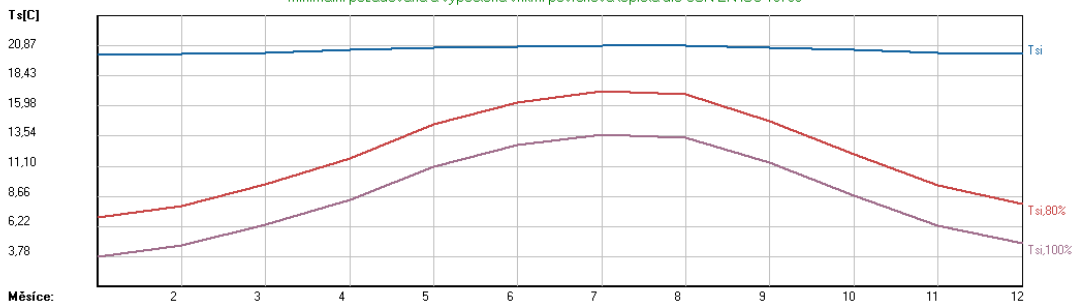
### Minimální požadovaná a vypočtená vnitřní povrchová teplota dle ČSN EN ISO 13788

LEGENDA:

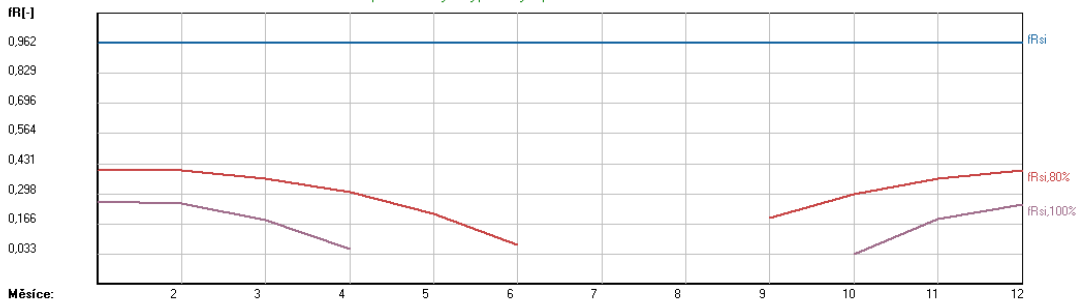
S2 - V1 - MIN - ST...

Povrchové teploty a teplotní faktor:

Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:  
 — 80% (zamezení vzniku plísní)  
 — 100% (vyloučení orosování)  
 — Vypočtené hodnoty



### Minimální požadovaný a vypočtený teplotní faktor fRsi dle ČSN EN ISO 13788



Obrázek 15 – S2-V1-MIN-POVRCHOVÉ TEPLoty

## 1.3.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** S2-V1-MIN-Střešní plášť 2- varianta 1 v nejslabším místě

### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,160	0,180	157,0
2	Jutafof N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
3	Knauf SmartRroof Base 20	0,020	0,035	1,4
4	Knauf DDP Plus	0,200	0,040	1,0
5	Fatrafof 810	0,002	0,350	23000,0

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,962$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,16 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### **III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
  2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
  3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,079 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$  (materiál: Fatrafof 810).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,079 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

- Vypočtené hodnoty:
- V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.
  - Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0212 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$
  - Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0489 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 1.4. S2-V1-MAX –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 2 – VAR. 1 V MEJSILNĚJŠÍM MÍSTĚ

### 1.4.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Strop, střecha-tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dřevo měkké (t	0.1600	0.1800	2510.0	400.0	157.0	0.0000
2	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
3	Knauf SmartRro	0.2000	0.0350	880.0	50.0	1.4	0.0000
4	Knauf DDP Plus	0.2000	0.0400	1010.0	60.0	1.0	0.0000
5	Fatrafol 810	0.0020	0.3500	1470.0	1313.0	23000.0	0.0000

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot 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 kondenzace a povrch. teplot 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 RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.0	1590.8	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	56.9	1414.3	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
 Počet hodnocených let : 1

## 1.4.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 10.96 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.090 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>kc</sub> : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírůžkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 6.3E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce Ny\* : 1592.5  
 Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 17.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T<sub>si,p</sub> : 20.24 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.978

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	14.7	0.732	11.3	0.586	20.5	0.978	55.7
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.5	0.978	57.7
3	15.6	0.698	12.1	0.507	20.6	0.978	58.3
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.7	0.978	58.9
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.8	0.978	61.6
6	17.4	0.298	13.9	-----	20.9	0.978	64.4
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.9	0.978	66.0
8	17.7	0.172	14.2	-----	20.9	0.978	65.5
9	16.8	0.450	13.3	-----	20.8	0.978	62.0
10	15.9	0.596	12.4	0.325	20.7	0.978	59.0
11	15.6	0.700	12.1	0.510	20.6	0.978	58.3
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.5	0.978	58.2

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

### Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	20.3	17.7	17.7	1.4	-12.9	-12.9
p [Pa]:	1367	1111	640	637	635	166
p <sub>sat</sub> [Pa]:	2379	2030	2030	676	200	200

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/m <sup>2</sup> s]
1	0.5602	0.5602	3.100E-0009

### Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M<sub>c,a</sub>: 0.021 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry M<sub>ev,a</sub>: 0.049 kg/m<sup>2</sup>,rok  
 Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

## Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
11	0.5602	0.5602	1.14E-0009	0.0030
12	0.5602	0.5602	1.78E-0009	0.0077
1	0.5602	0.5602	1.90E-0009	0.0128
2	0.5602	0.5602	1.80E-0009	0.0172
3	0.5602	0.5602	1.12E-0009	0.0202
4	0.5602	0.5602	2.13E-0011	0.0202
5	0.5602	0.5602	-1.52E-0009	0.0162
6	0.5602	0.5602	-2.81E-0009	0.0089
7	---	---	-3.60E-0009	0.0000
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu  $M_{c,a}$ : 0.0202 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

### STOP, Teplo 2010

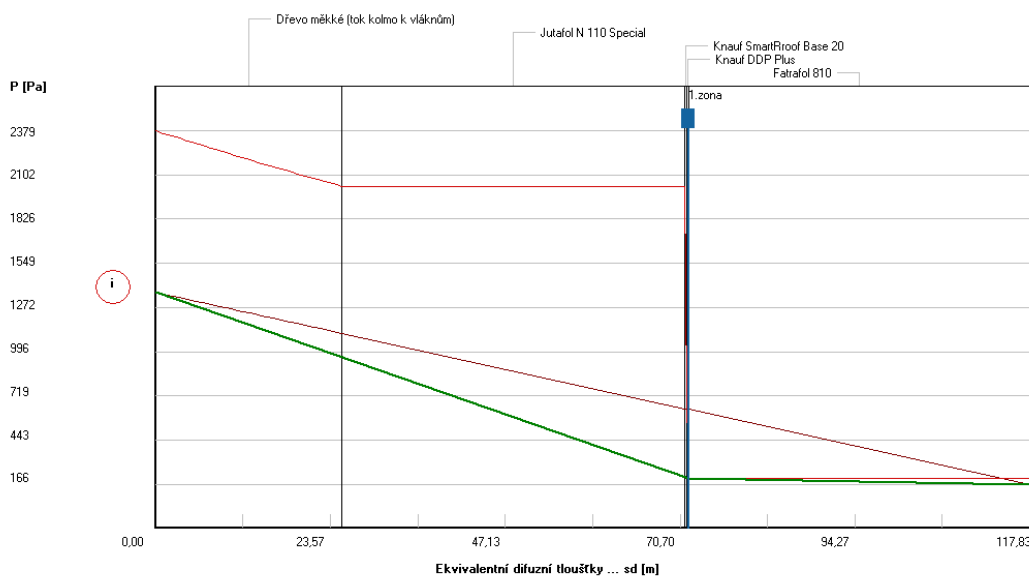
## 1.4.3. GRAFICKÝ VÝSTUP

### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540

#### LEGENDA:

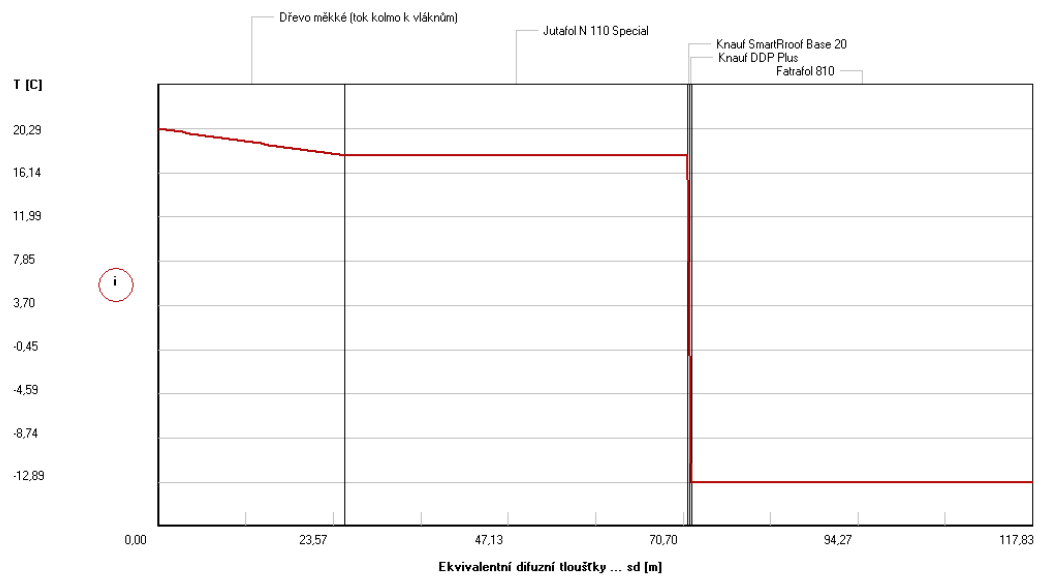
S2-V1-MAX-SK...	
Rozložení tlaků:	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %
<span style="color:red">—</span>	nasyc. tlak
<span style="color:red">—</span>	teoret. tlak
<span style="color:green">—</span>	skut. tlak
<span style="color:blue">—</span>	kond. zóna



Obrázek 16 – S2-V1-MAX-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



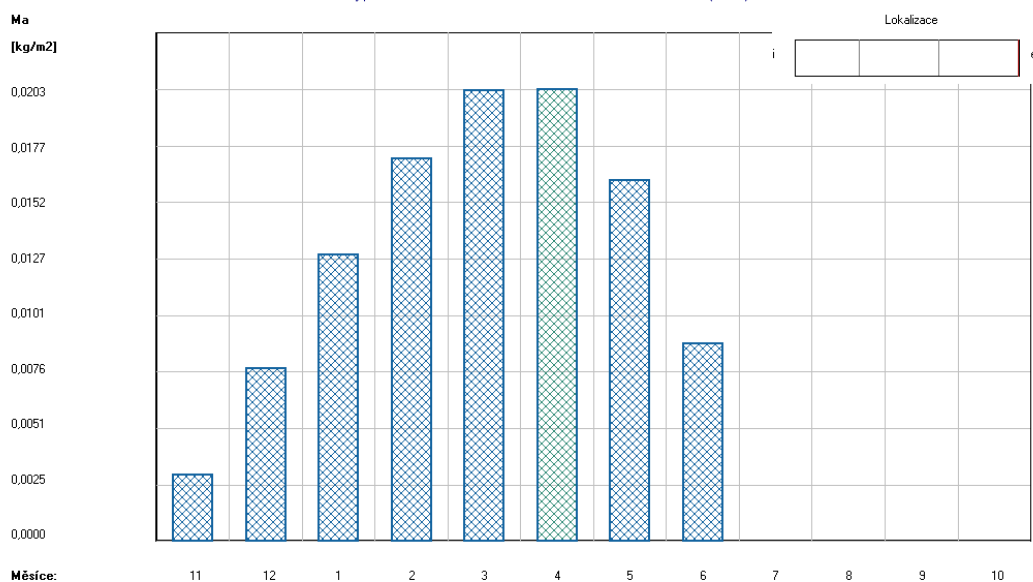
#### LEGENDA:

S2 - V1 - MAX - SK...	
Rozložení teplot	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C 55,0 %
Exteriér	-13,0 C 84,0 %

Obrázek 17 – S2V1-MAX-ROZLOŽENÍ TEPLOT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

Výpočet dle ČSN EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



#### LEGENDA:

S2 - V1 - MAX - SK...	
Akumulovaná vlhkost	
Rok výpočtu č. 1 Kond. zóna č. 1	
Na konci model. roku je zóna vysušená.	

Obrázek 18 – S2-V1-MAX-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI

### Aktuální míra kondenzace a odparu vodní páry

LEGENDA:

S2 - V1 - MAX - SK...

Aktuální míra kondenzace a odparu:

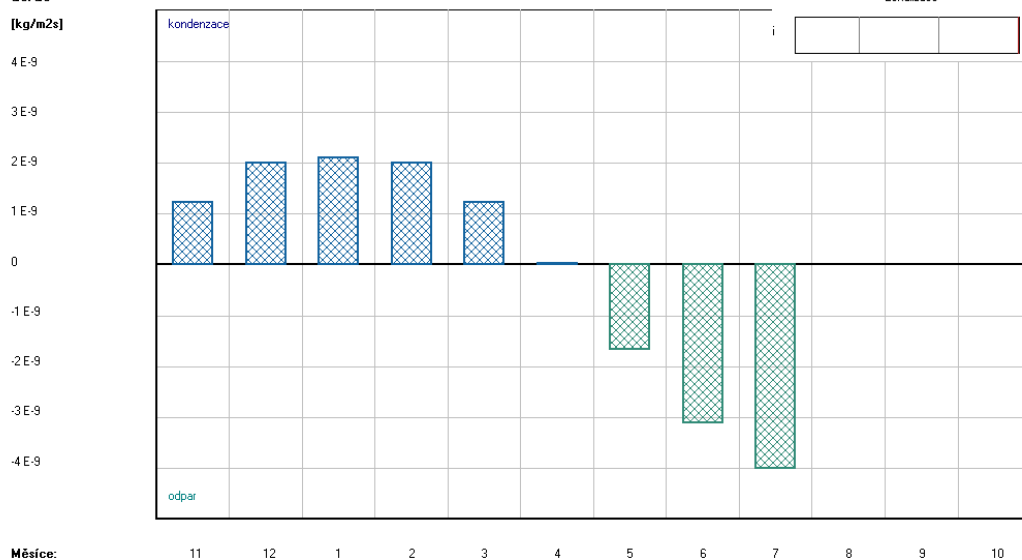
Rok výpočtu č. 1  
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

Gc/Ge  
[kg/m2s]

Výpočet dle ČSN EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)

Lokalizace



Měsíce:

Obrázek 19 – S2-V1-MAX-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY

### Minimální požadovaná a vypočtená vnitřní povrchová teplota dle ČSN EN ISO 13788

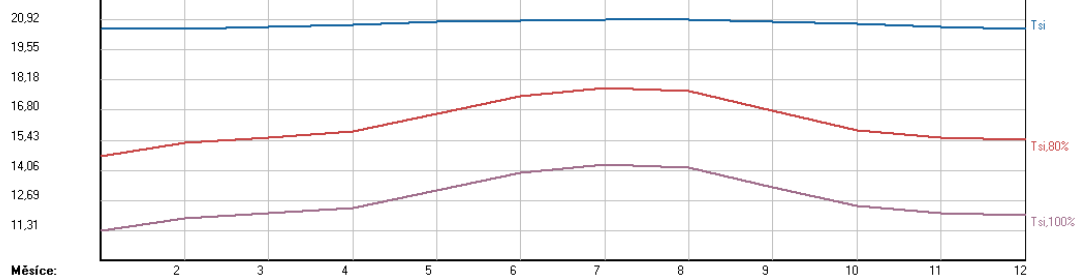
LEGENDA:

S2 - V1 - MAX - SK...

Povrchové teploty a teplotní faktor:

Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:  
 — 80% (zamezení vzniku plísní)  
 — 100% (vyloučení orosování)  
 — Vypočtené hodnoty

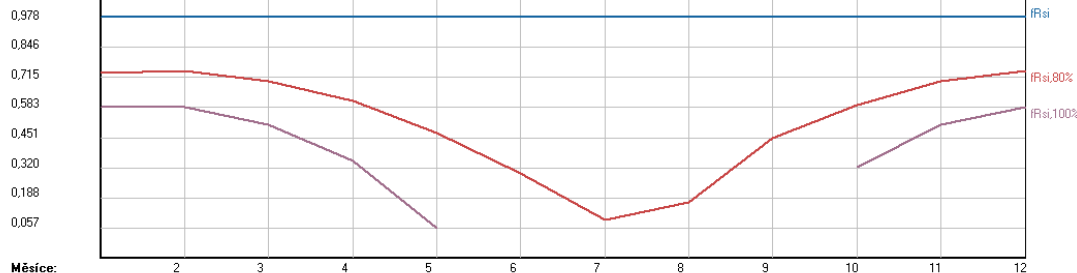
Ts[C]



Měsíce:

### Minimální požadovaný a vypočtený teplotní faktor fRsi dle ČSN EN ISO 13788

fR[-]



Měsíce:

Obrázek 20 – S2-V1-MAX-POVRCHOVÉ TEPLoty



## 1.4.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** S2-V1-MAX-Skladba střešního pláště 2 - varianta 1 v nejsilnějším místě

### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,160	0,180	157,0
2	Jutafof N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
3	Knauf SmartRroof Base 20	0,200	0,035	1,4
4	Knauf DDP Plus	0,200	0,040	1,0
5	Fatrafof 810	0,002	0,350	23000,0

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,978$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U, N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### **III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,079 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$  (materiál: Fatrafof 810).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,079 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0213 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0487 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 1.5. R1 – OBVODOVÝ PLÁŠŤ-CLT PANEL

### 1.5.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Stěna  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dřevo měkké (t	0.1200	0.1800	2510.0	400.0	157.0	0.0000
2	Knauf FKD S Th	0.1200	0.0520	880.0	63.7	1.4	0.0000
3	Knauf FKD S Th	0.1000	0.0480	1036.5	83.6	1.4	0.0000

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Teplý odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Teplý odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.0	1590.8	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	56.9	1414.3	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

### 1.5.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

#### Teplý odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplý odpor konstrukce R : 4.92 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.196 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.22 / 0.25 / 0.30 / 0.40 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.0E+0011 m/s  
Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* : 162.6  
Fázový posun teplotního kmitu Psi\* : 10.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.37 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f,R_{si,p}$  : 0.952

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</sub> ,m[C]	f,R <sub>si</sub> ,m	T <sub>si</sub> ,m[C]	f,R <sub>si</sub> ,m	T <sub>si</sub> [C]	f,R <sub>si</sub>	RH <sub>si</sub> [%]
1	14.7	0.732	11.3	0.586	19.9	0.952	57.8
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.0	0.952	59.7
3	15.6	0.698	12.1	0.507	20.1	0.952	60.0
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.4	0.952	60.1
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.6	0.952	62.4
6	17.4	0.298	13.9	-----	20.8	0.952	65.0
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.8	0.952	66.4
8	17.7	0.172	14.2	-----	20.8	0.952	65.9
9	16.8	0.450	13.3	-----	20.6	0.952	62.8
10	15.9	0.596	12.4	0.325	20.4	0.952	60.2
11	15.6	0.700	12.1	0.510	20.1	0.952	60.0
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.0	0.952	60.2

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.

### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	e
tepl.[C]:	19.4	15.2	0.5	-12.7
p [Pa]:	1367	186	175	166
p,sat [Pa]:	2253	1723	633	203

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

Množství difundující vodní páry G<sub>d</sub> : 1.254E-0008 kg/m<sup>2</sup>s

### **Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

#### Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

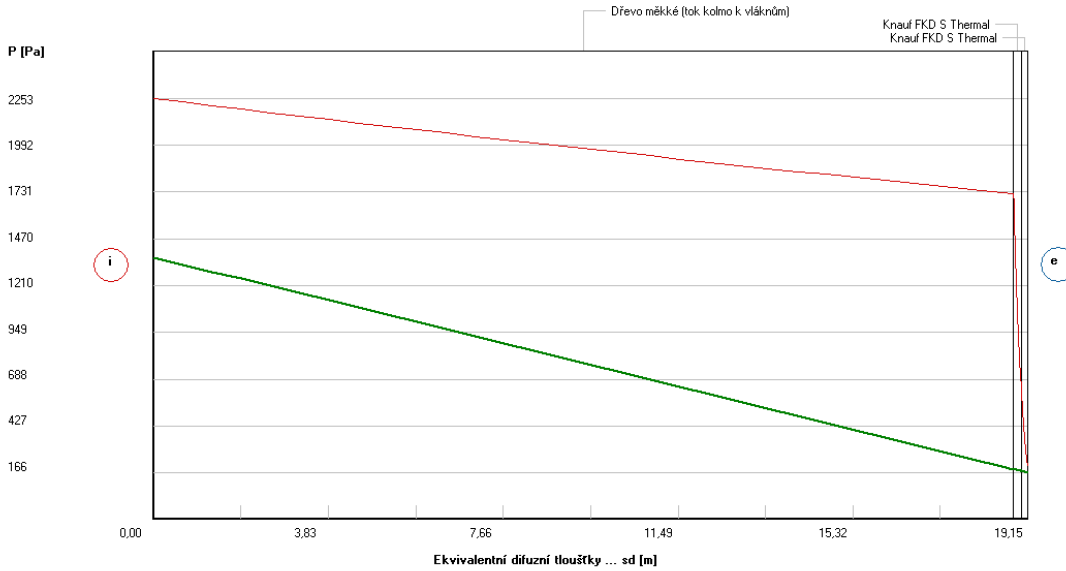
Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

**STOP, Teplo 2010**

### 1.5.3. GRAFICKÝ VÝSTUP

#### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



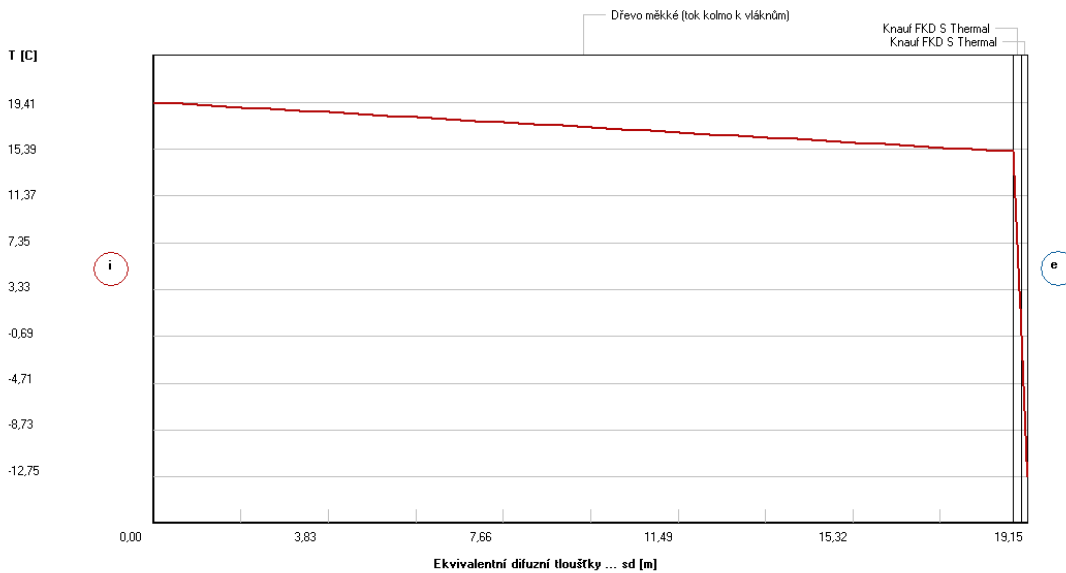
#### LEGENDA:

R1 - OBVODOVÝ PLÁŠ...	
Rozložení tlaků:	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

Obrázek 21 – R1-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

#### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

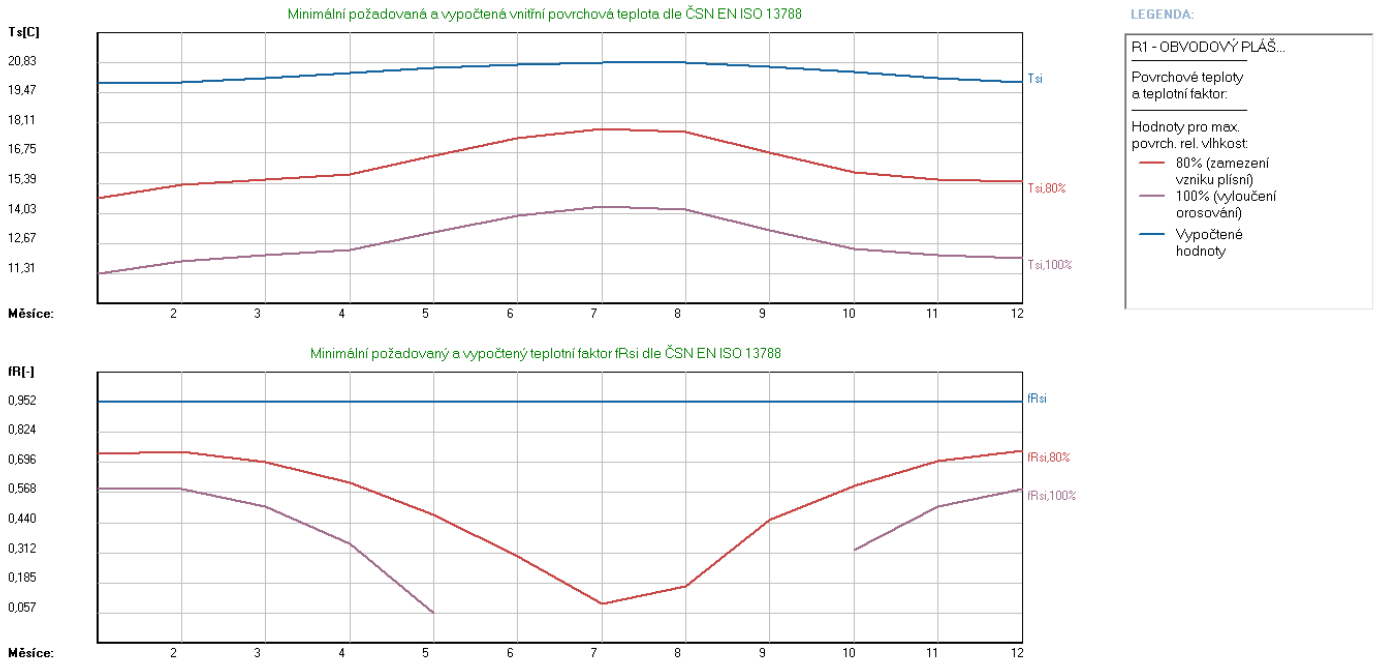
Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



#### LEGENDA:

R1 - OBVODOVÝ PLÁŠ...	
Rozložení teplot:	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

Obrázek 22 – R1-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE



Obrázek 23 – R1-POVRCHOVÉ TEPLoty

## 1.5.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** R1-Obvodový plášť-CLT panel

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
 Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -13,0 C  
 Teplota na vnější straně  $T_e$ : -13,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,120	0,180	157,0
2	Knauf FKD S Thermal	0,120	0,052	1,4
3	Knauf FKD S Thermal	0,100	0,048	1,4

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$   
 Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,952$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritériem vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U, N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Vypočtená hodnota:  $U = 0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U, N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

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

Vypočtené hodnoty: V kci nedochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

Teplo 2010, (c) 2010 Svoboda Software

## 1.6. R4 – OBVODOVÁ SCHODIŠŤOVÁ STĚNA

### 1.6.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Stěna  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	weber S sádrov	0.0040	0.4700	850.0	1510.0	15.0	0.0000
2	Železobeton 1	0.1200	1.4300	1020.0	2300.0	23.0	0.0000
3	Knauf FKD S Th	0.1200	0.0520	880.0	71.5	1.4	0.0000
4	Knauf FKD S Th	0.1000	0.0480	1036.5	83.6	1.4	0.0000
5	Dörken Delta-F	0.0003	0.1700	1000.0	930.0	67.0	0.0000

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Teplotní odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.13 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Teplotní odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.0	1590.8	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	56.9	1414.3	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

### 1.6.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

#### Teplotní odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Teplotní odpor konstrukce R : 4.38 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.220 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 dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 1.7E+0010 m/s  
Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* : 147.6  
Fázový posun teplotního kmitu P<sub>si</sub>\* : 9.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.18 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f,R_{si,p}$  : 0.946

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f,R_{si,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f,R_{si,m}$	$T_{si}[C]$	$f,R_{si}$	$RH_{si}[%]$
1	14.7	0.732	11.3	0.586	19.7	0.946	58.2
2	15.3	0.741	11.9	0.584	19.8	0.946	60.2
3	15.6	0.698	12.1	0.507	20.0	0.946	60.4
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.3	0.946	60.4
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.6	0.946	62.6
6	17.4	0.298	13.9	-----	20.7	0.946	65.1
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.8	0.946	66.5
8	17.7	0.172	14.2	-----	20.8	0.946	66.0
9	16.8	0.450	13.3	-----	20.6	0.946	63.0
10	15.9	0.596	12.4	0.325	20.3	0.946	60.5
11	15.6	0.700	12.1	0.510	20.0	0.946	60.4
12	15.5	0.743	12.0	0.585	19.8	0.946	60.7

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

### **Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)**

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.2	19.2	18.6	2.1	-12.7	-12.7
p [Pa]:	1367	1344	291	227	174	166
p,sat [Pa]:	2226	2218	2137	712	203	203

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

Množství difundující vodní páry  $G_d$  : 7.629E-0008 kg/m2s

### **Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**

#### Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

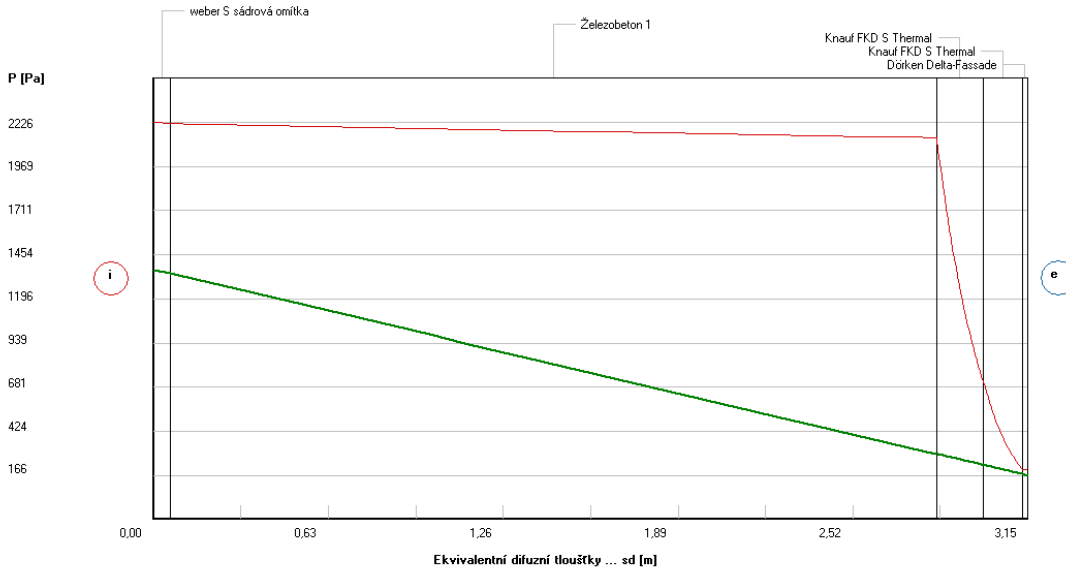
**STOP, Tepllo 2010**



## 1.6.3. GRAFICKÝ VÝSTUP

### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



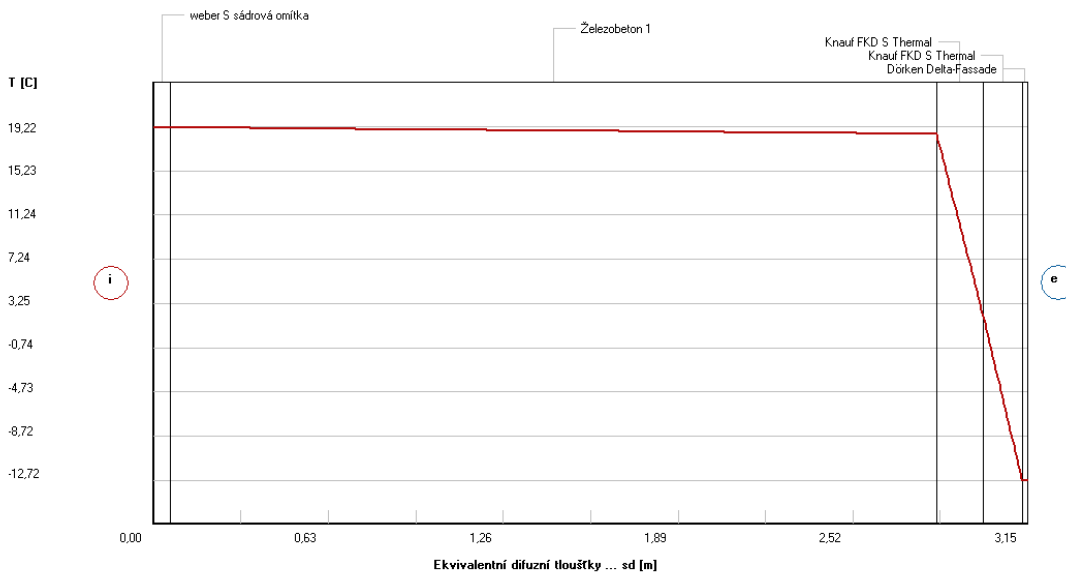
#### LEGENDA:

R4 - OBVODOVÁ SCHO...	
Rozložení tlaků:	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %
<span style="color: red;">—</span>	nasyc. tlak
<span style="color: brown;">—</span>	teoret. tlak
<span style="color: green;">—</span>	skut. tlak
<span style="color: blue;">—</span>	kond. zóna

Obrázek 24 – R4-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

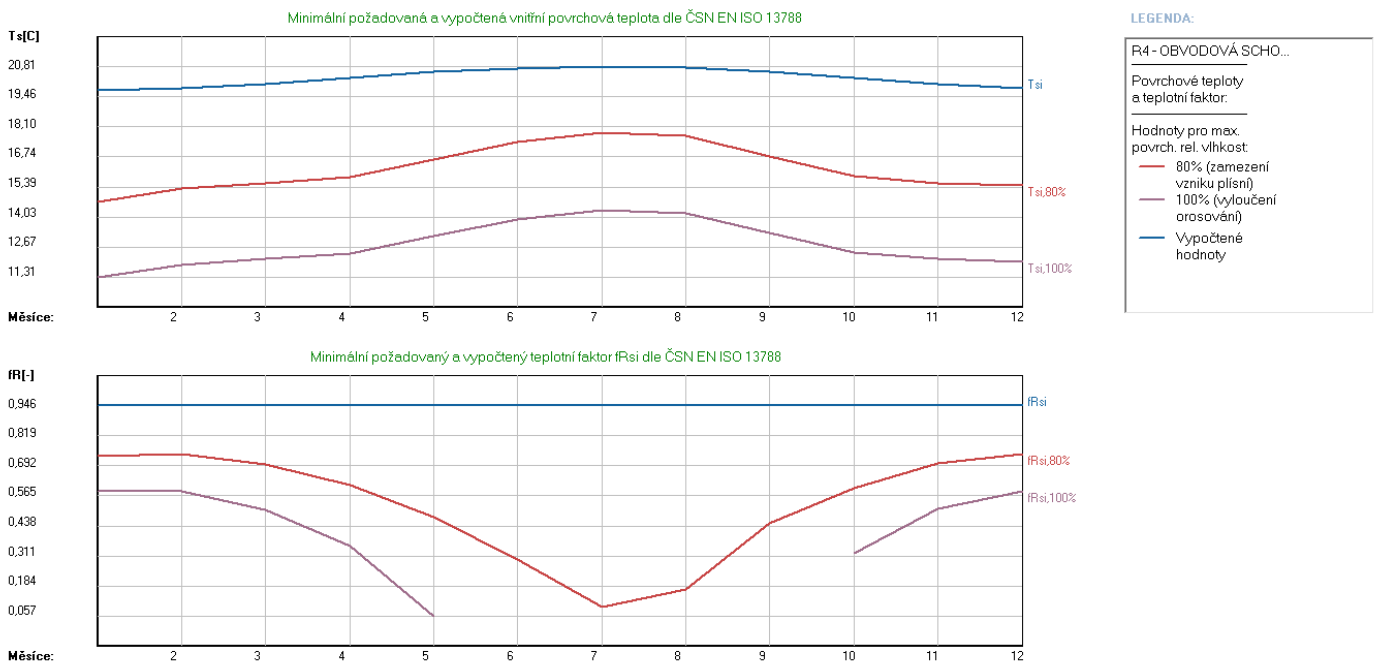
Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



#### LEGENDA:

R4 - OBVODOVÁ SCHO...	
Rozložení teplot:	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

Obrázek 25 – R4-ROZLOŽENÍ TEPLŮ V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE



Obrázek 26 – R4-POVRCHOVÉ TEPLoty

## 1.6.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** R4-Obvodová schodišťová stěna

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota  $T_i$ : 20,0 C  
 Návrhová venkovní teplota  $T_{ae}$ : -13,0 C  
 Teplota na vnější straně  $T_e$ : -13,0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$ : 21,0 C  
 Relativní vlhkost v interiéru RH<sub>i</sub>: 50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	weber S sádrová omítka	0,004	0,470	15,0
2	Železobeton 1	0,120	1,430	23,0
3	Knauf FKD S Thermal	0,120	0,052	1,4
4	Knauf FKD S Thermal	0,100	0,048	1,4
5	Dörken Delta-Fassade	0,0003	0,170	67,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,000 = 0,781$   
 Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,946$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_{,N} = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 Vypočtená hodnota:  $U = 0,22 \text{ W/m}^2\text{K}$

**U < U<sub>N</sub> ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).



## 1.7. S1-V-MIN –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 1- VAR. 2 V NEJSLABŠÍM

### MÍSTĚ

#### 1.7.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Strop, střecha - tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

##### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
2	Knauf SmartRro	0.2000	0.0600	880.0	50.0	1.4	0.0000
3	OSB desky	0.0200	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
4	Rigips EPS 150	0.0200	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
5	Rigips EPS 150	0.1000	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
6	Fatrafol 808	0.0020	0.3500	1470.0	1345.0	11000.0	0.0000

##### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot 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 kondenzace a povrch. teplot 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 RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	Tai[C]	RHi[%]	Pi[Pa]	Te[C]	RHe[%]	Pe[Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.0	1590.8	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	56.9	1414.3	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

#### 1.7.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

##### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.68 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.147 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.17 / 0.20 / 0.25 / 0.35 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 3.9E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce  $N_{y^*}$  : 255.4  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{si}$  : 7.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.78 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.964

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	RHsi[%]
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	14.7	0.732	11.3	0.586	20.2	0.964	56.8
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.2	0.964	58.8
3	15.6	0.698	12.1	0.507	20.4	0.964	59.2
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.5	0.964	59.5
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.7	0.964	62.0
6	17.4	0.298	13.9	-----	20.8	0.964	64.7
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.9	0.964	66.2
8	17.7	0.172	14.2	-----	20.9	0.964	65.7
9	16.8	0.450	13.3	-----	20.7	0.964	62.5
10	15.9	0.596	12.4	0.325	20.5	0.964	59.6
11	15.6	0.700	12.1	0.510	20.4	0.964	59.2
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.2	0.964	59.3

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

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**  
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	19.8	19.8	4.1	3.4	0.7	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1367	608	603	587	577	528	166
p,sat [Pa]:	2311	2311	819	778	642	202	201

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.3402	0.3402	4.236E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$ : 0.024 kg/m2,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$ : 0.091 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

## Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
11	0.3402	0.3402	1.11E-0009	0.0029
12	0.3402	0.3402	2.12E-0009	0.0085
1	0.3402	0.3402	2.35E-0009	0.0148
2	0.3402	0.3402	2.15E-0009	0.0200
3	0.3402	0.3402	1.07E-0009	0.0229
4	0.3402	0.3402	-7.17E-0010	0.0211
5	0.3402	0.3402	-3.29E-0009	0.0123
6	---	---	-5.49E-0009	0.0000
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0229 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

### STOP, Tepló 2010

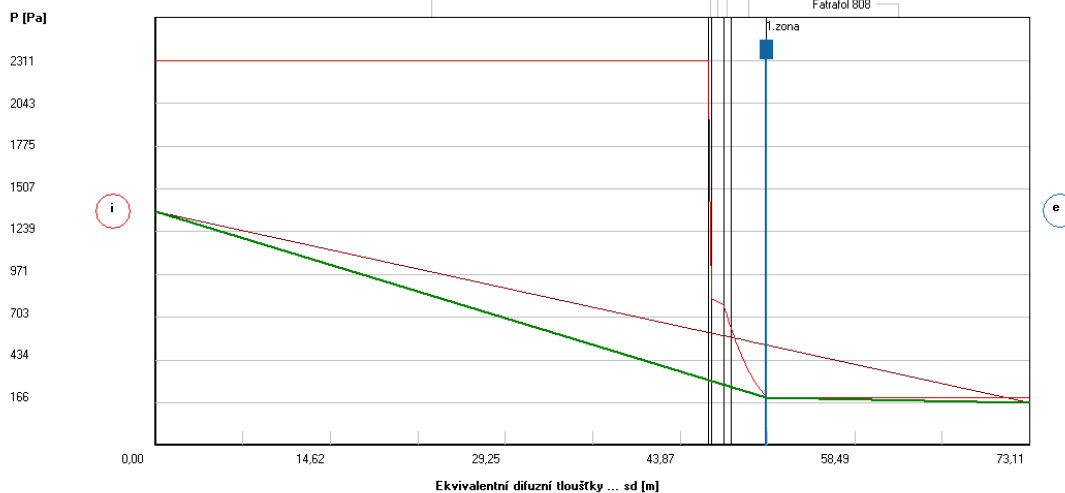
## 1.7.3. GRAFICKÝ VÝSTUP

### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540

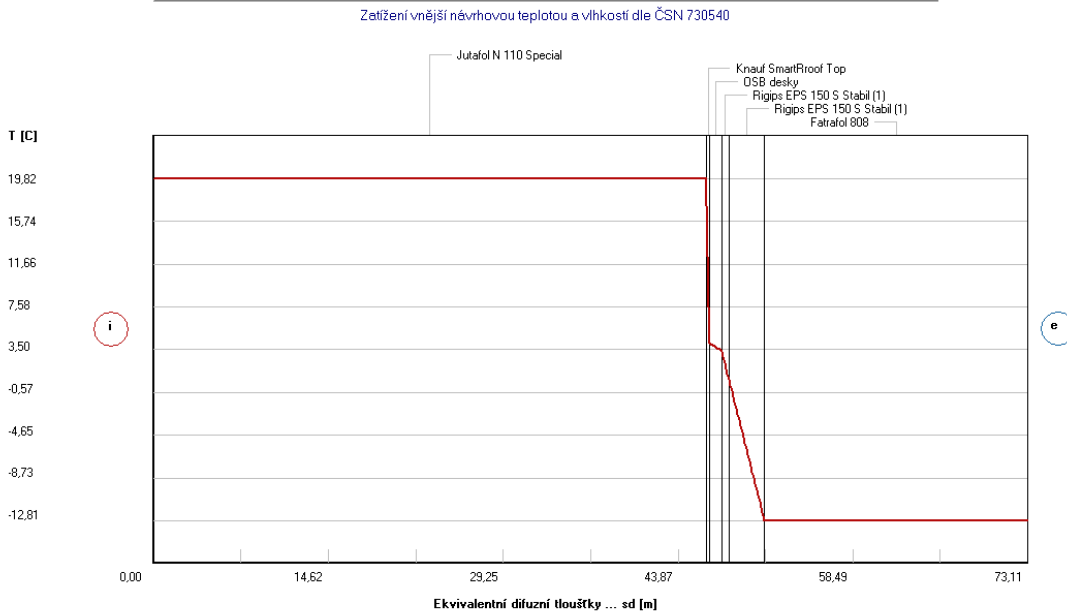
#### LEGENDA:

S1 - V2 - MIN - SK...	
Rozložení tlaků:	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %
—	nasyc. tlak
—	teoret. tlak
—	skut. tlak
—	kond. zóna



Obrázek 27 – S1-V2-MIN-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

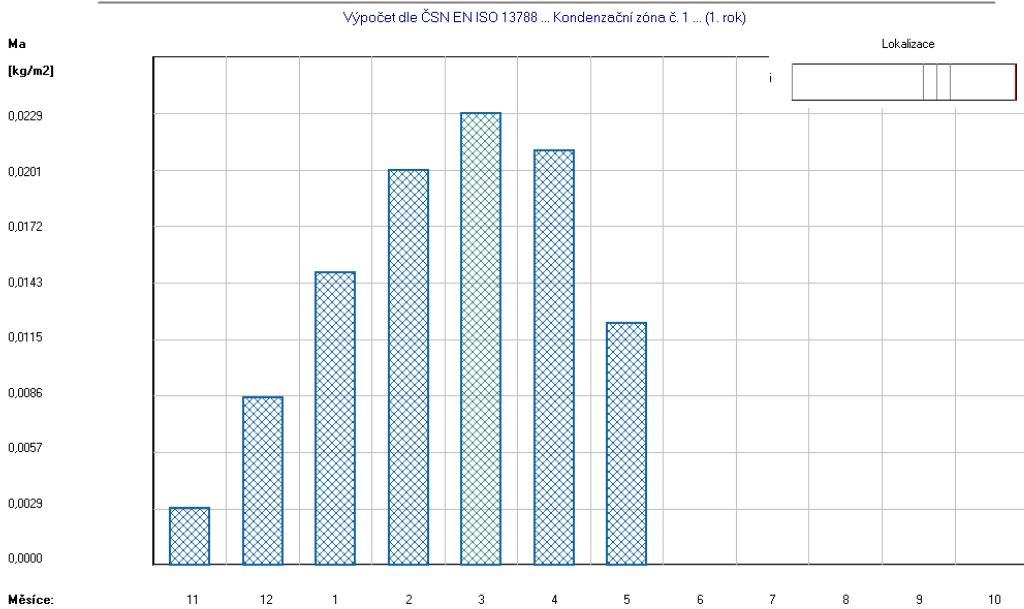


#### LEGENDA:

S1 - V2 - MIN - SK...	
Rozložení teplot	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

Obrázek 28 – S1-V2-MIN-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Akumulované množství zkondenzované vlhkosti



#### LEGENDA:

S1 - V2 - MIN - SK...	
Akumulovaná vlhkost	
Rok výpočtu č. 1	
Kond. zóna č. 1	
Na konci model. roku je zóna vysušená.	

Obrázek 29 – S1-V2-MIN-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI

### Aktuální míra kondenzace a odparu vodní páry

LEGENDA:

S1 - V2 - MIN - SK...

Aktuální míra kondenzace a odparu:

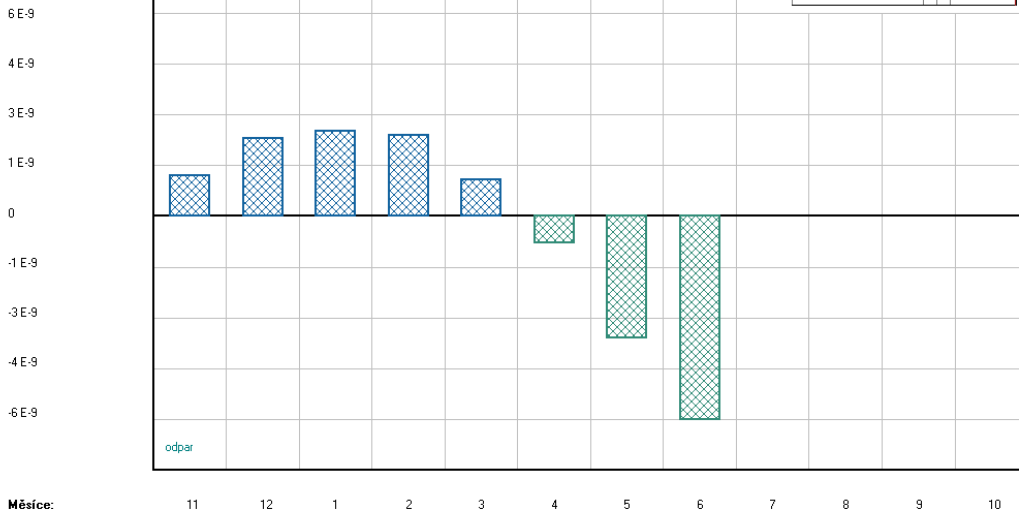
Rok výpočtu č. 1  
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

Gc/Ge  
[kg/m2s]

Výpočet dle ČSN EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)

Lokalizace



Obrázek 30 – S1-V2-MIN-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY

### Minimální požadovaná a vypočtená vnitřní povrchová teplota dle ČSN EN ISO 13788

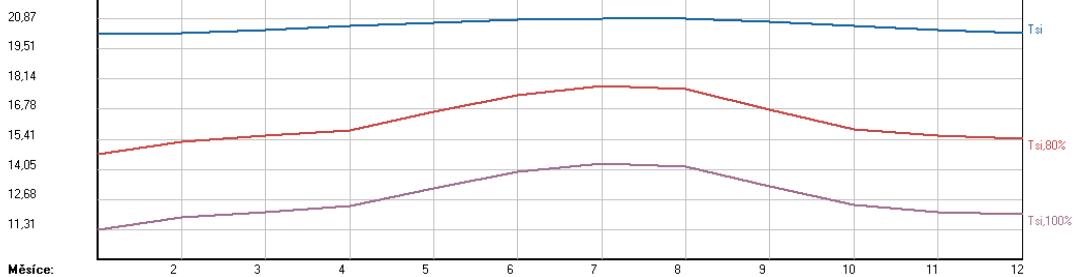
LEGENDA:

S1 - V2 - MIN - SK...

Povrchové teploty a teplotní faktor:

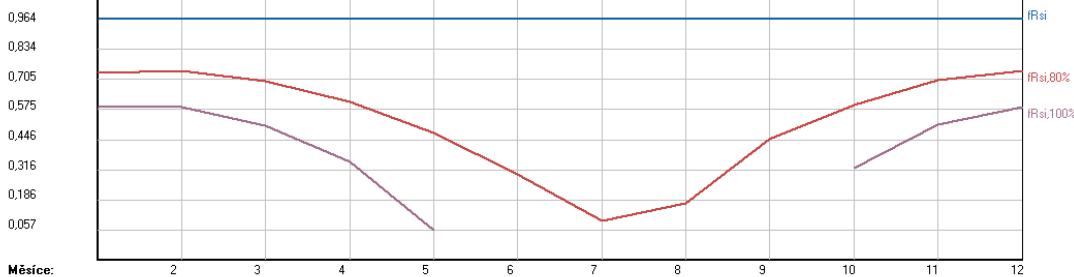
Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:  
 — 80% (zamezení vzniku plísní)  
 — 100% (vyloučení orosování)  
 — Vypočtené hodnoty

Ts[C]



### Minimální požadovaný a vypočtený teplotní faktor fRsi dle ČSN EN ISO 13788

fR[-]



Obrázek 31 – S1-V2-MIN-POVRCHOVÉ TEPLoty



## 1.7.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** S1-V2-MIN-Skladba střešního pláště 1- varianta 2 v nejslabším místě

### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Jutafool N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
2	Knauf SmartRooftop	0,200	0,060	1,4
3	OSB desky	0,020	0,130	50,0
4	Rigips EPS 150 S Stabil (1)	0,020	0,035	30,0
5	Rigips EPS 150 S Stabil (1)	0,100	0,035	30,0
6	Fatrafool 808	0,002	0,350	11000,0

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,964$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### **III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,075 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Rigips EPS 150 S Stabil (1)).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,075 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0238 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0913 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 1.8. S1-V2-MAX –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 1 – VAR. 2 V NEJSILNĚJŠÍM MÍSTĚ

### 1.8.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Strop, střecha-tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Jutafol N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
2	Knauf SmartRro	0.2000	0.0600	880.0	50.0	1.4	0.0000
3	OSB desky	0.0200	0.1300	1700.0	650.0	50.0	0.0000
4	Rigips EPS 150	0.2000	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
5	Rigips EPS 150	0.1000	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
6	Fatrafol 808	0.0020	0.3500	1470.0	1345.0	11000.0	0.0000

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.0	1590.8	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	56.9	1414.3	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
 Počet hodnocených let : 1

### 1.8.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 11.36 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.087 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k,c</sub> : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 W/m<sup>2</sup>K  
 Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce  $Z_{pT}$  : 4.2E+0011 m/s  
 Teplotní útlum konstrukce  $N_{y^*}$  : 769.4  
 Fázový posun teplotního kmitu  $\Psi_{si}$  : 10.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 20.27 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f_{Rsi,p}$  : 0.979

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	$f_{Rsi}$	RHsi[%]
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$			
1	14.7	0.732	11.3	0.586	20.5	0.979	55.6
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.5	0.979	57.6
3	15.6	0.698	12.1	0.507	20.6	0.979	58.3
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.7	0.979	58.8
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.8	0.979	61.6
6	17.4	0.298	13.9	-----	20.9	0.979	64.4
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.9	0.979	66.0
8	17.7	0.172	14.2	-----	20.9	0.979	65.4
9	16.8	0.450	13.3	-----	20.8	0.979	62.0
10	15.9	0.596	12.4	0.325	20.7	0.979	59.0
11	15.6	0.700	12.1	0.510	20.6	0.979	58.3
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.5	0.979	58.1

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

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**  
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
tepl.[C]:	20.3	20.3	11.1	10.7	-5.0	-12.9	-12.9
p [Pa]:	1367	660	656	640	549	503	166
p,sat [Pa]:	2382	2382	1324	1287	401	200	200

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.5202	0.5202	3.821E-0009

**Celoroční bilance vlhkosti:**

Množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a}$ : 0.020 kg/m2,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry  $M_{ev,a}$ : 0.089 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

## Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

### Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
11	0.5202	0.5202	8.97E-0010	0.0023
12	0.5202	0.5202	1.85E-0009	0.0073
1	0.5202	0.5202	2.07E-0009	0.0128
2	0.5202	0.5202	1.88E-0009	0.0174
3	0.5202	0.5202	8.68E-0010	0.0197
4	0.5202	0.5202	-8.27E-0010	0.0176
5	0.5202	0.5202	-3.28E-0009	0.0088
6	---	---	-5.38E-0009	0.0000
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

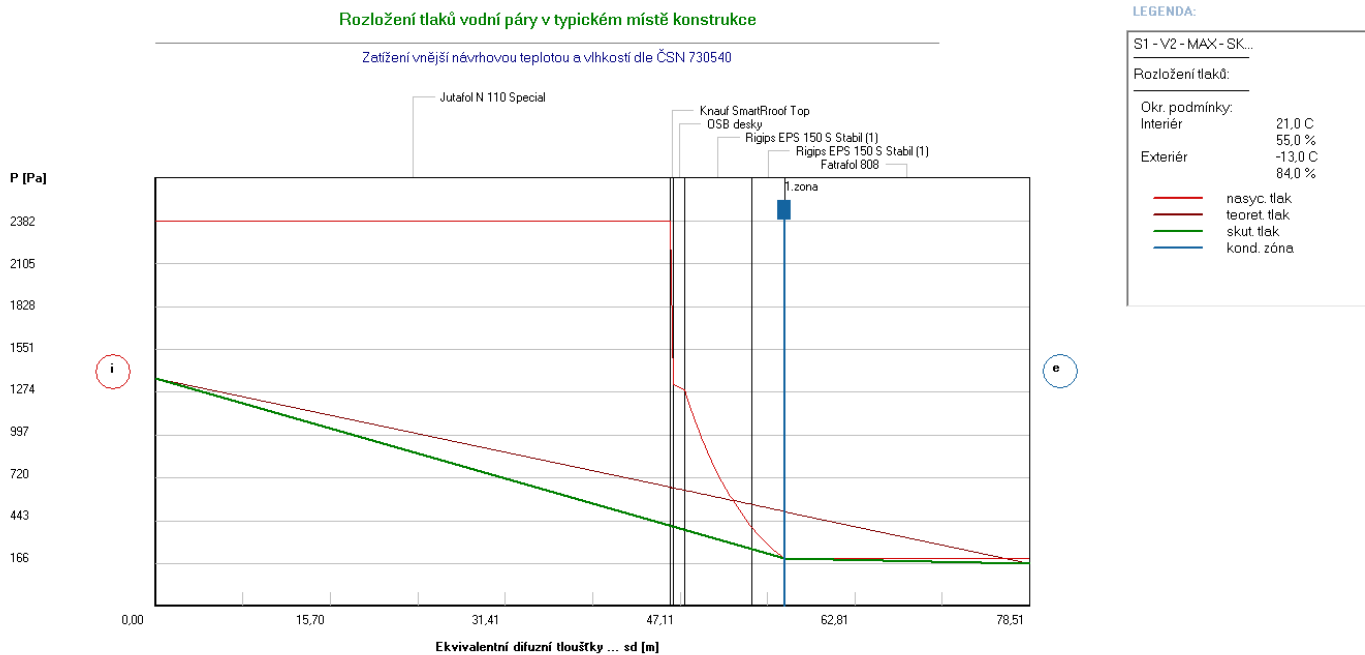
Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0197 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

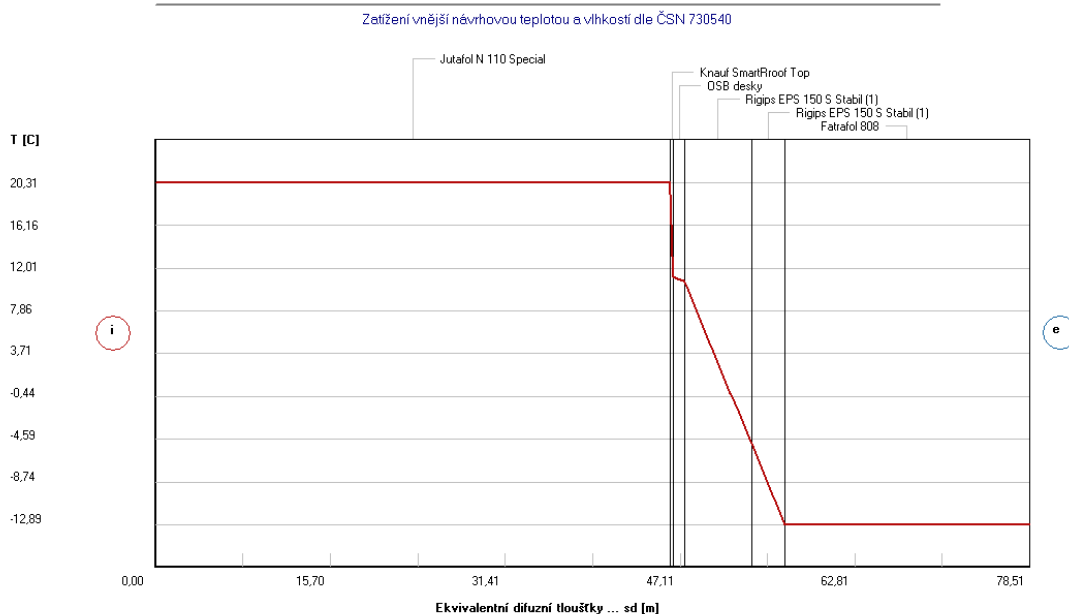
STOP, Teplota 2010

## 1.8.3. GRAFICKÝ VÝSTUP



Obrázek 32 – S1-V2-MAX-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TIPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

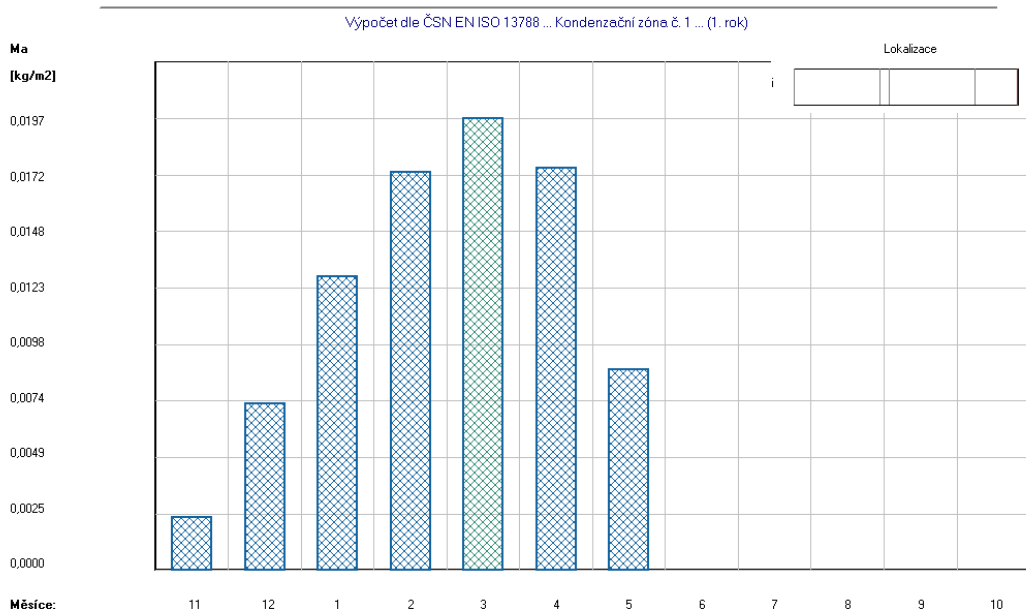


#### LEGENDA:

S1 - V2 - MAX - SK...	
Rozložení teplot	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

Obrázek 33 – S1-V2-MAX-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

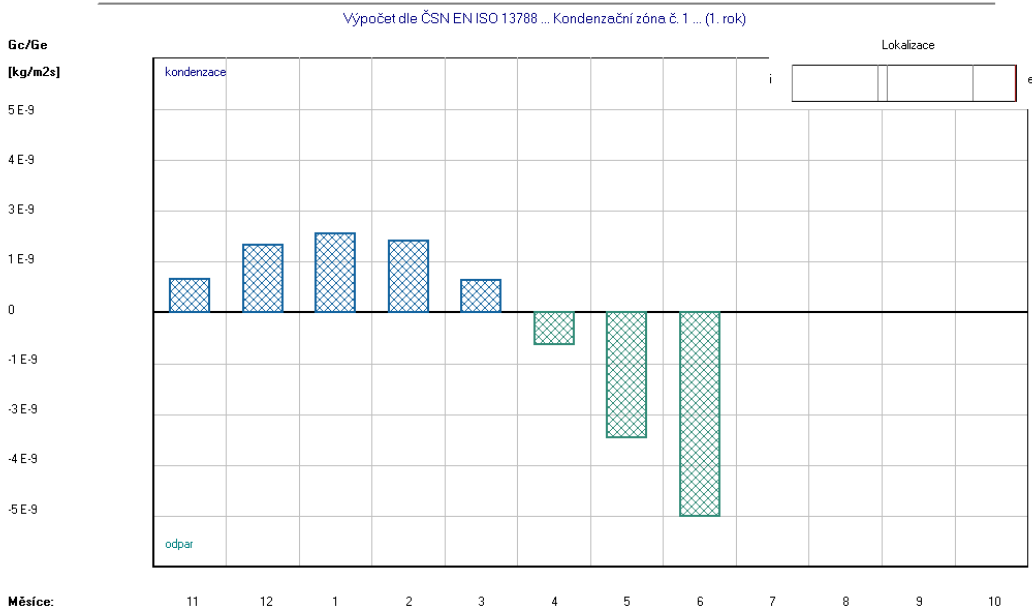


#### LEGENDA:

S1 - V2 - MAX - SK...	
Akumulovaná vlhkost	
Rok výpočtu č. 1	
Kond. zóna č. 1	
Na konci model. roku je zóna vysušená.	

Obrázek 34 – S1-V2-MAX-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI

### Aktuální míra kondenzace a odparu vodní páry



#### LEGENDA:

S1 - V2 - MAX - SK...

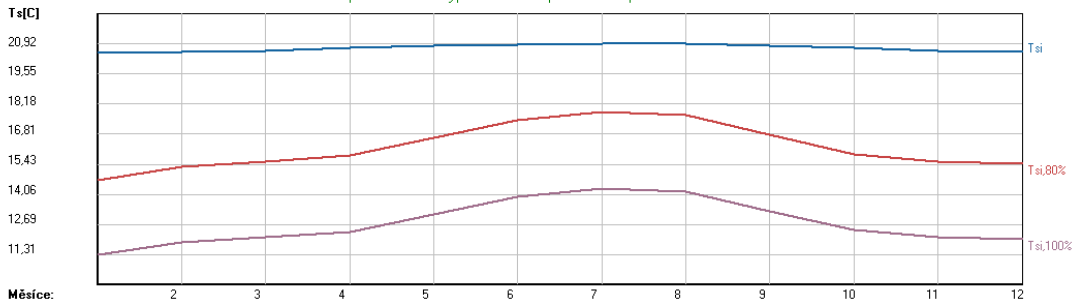
Aktuální míra kondenzace a odparu:

Rok výpočtu č. 1  
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

Obrázek 35 – S1-V2-MAX-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY

### Minimální požadovaná a vypočtená vnitřní povrchová teplota dle ČSN EN ISO 13788



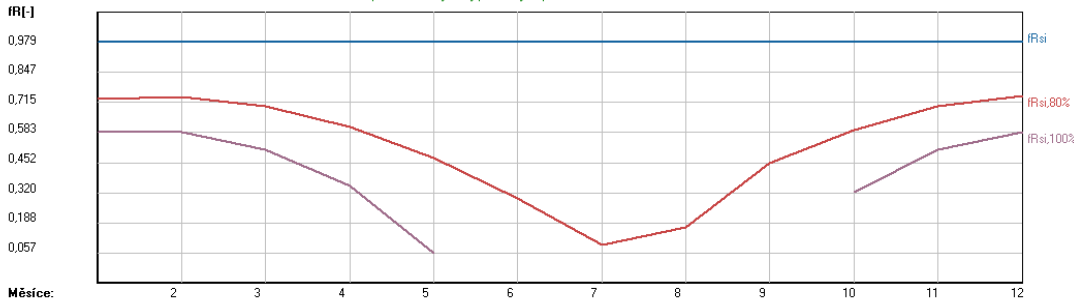
#### LEGENDA:

S1 - V2 - MAX - SK...

Povrchové teploty a teplotní faktor:

Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:  
 — 80% (zamezení vzniku plísní)  
 — 100% (vyloučení orosování)  
 — Vypočtené hodnoty

### Minimální požadovaný a vypočtený teplotní faktor fRsi dle ČSN EN ISO 13788



Obrázek 36 – S1-V2-MAX-POVRCHOVÉ TEPLITY

## 1.8.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** S1-V2-MAX-Skladba střešního pláště 1 - varianta 2 v nejsilnějším místě

### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Jutafool N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
2	Knauf SmartRoof Top	0,200	0,060	1,4
3	OSB desky	0,020	0,130	50,0
4	Rigips EPS 150 S Stabil (1)	0,200	0,035	30,0
5	Rigips EPS 150 S Stabil (1)	0,100	0,035	30,0
6	Fatrafool 808	0,002	0,350	11000,0

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,979$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### **III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavky:

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

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,075 kg/m<sup>2</sup>.rok (materiál: Rigips EPS 150 S Stabil (1)).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,075 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0203 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0889 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 1.9. S2-V2-MIN –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 2- VAR. 2 V NEJSLABŠÍM MÍSTĚ

### 1.9.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Strop, střecha-tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dřevo měkké (t	0.1600	0.1800	2510.0	400.0	157.0	0.0000
2	Jutafoł N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
3	Rigips EPS 150	0.0200	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
4	Rigips EPS 150	0.2000	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
5	Fatrafoł 808	0.0020	0.3500	1470.0	1345.0	11000.0	0.0000

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.0	1590.8	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	56.9	1414.3	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
 Počet hodnocených let : 1

### 1.9.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.92 m<sup>2</sup>K/W  
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.142 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 dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.3E+0011 m/s



Teplotní útlum konstrukce  $Ny^*$  : 450.0  
 Fázový posun teplotního kmitu  $Psi^*$  : 11.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 19.82 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f,R_{si,p}$  : 0.965

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f,R_{si,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f,R_{si,m}$	$T_{si}[C]$	$f,R_{si}$	$RH_{si}[%]$
1	14.7	0.732	11.3	0.586	20.2	0.965	56.7
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.2	0.965	58.7
3	15.6	0.698	12.1	0.507	20.4	0.965	59.1
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.5	0.965	59.5
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.7	0.965	62.0
6	17.4	0.298	13.9	-----	20.8	0.965	64.7
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.9	0.965	66.2
8	17.7	0.172	14.2	-----	20.9	0.965	65.7
9	16.8	0.450	13.3	-----	20.7	0.965	62.4
10	15.9	0.596	12.4	0.325	20.6	0.965	59.6
11	15.6	0.700	12.1	0.510	20.4	0.965	59.1
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.3	0.965	59.2

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

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**  
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.9	15.8	15.8	13.2	-12.8	-12.8
p [Pa]:	1367	1065	510	503	431	166
p,sat [Pa]:	2317	1796	1796	1518	202	201

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
1	0.3802	0.3802	2.667E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry  $Mc,a$ : 0.012 kg/m2,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry  $Mev,a$ : 0.086 kg/m2,rok

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 5.0 C.

## Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### **Kondenzační zóna č. 1**

Měsíc	Hranice kondenzační zóny		Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
	levá [m]	pravá		
11	0.3802	0.3802	2.28E-0010	0.0006
12	0.3802	0.3802	1.01E-0009	0.0033
1	0.3802	0.3802	1.22E-0009	0.0066
2	0.3802	0.3802	1.05E-0009	0.0092
3	0.3802	0.3802	2.05E-0010	0.0097
4	0.3802	0.3802	-1.22E-0009	0.0065
5	---	---	-3.34E-0009	0.0000
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---

Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0097 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

**STOP, Teplo 2010**

## 1.9.3. GRAFICKÝ VÝSTUP

### Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zetížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540

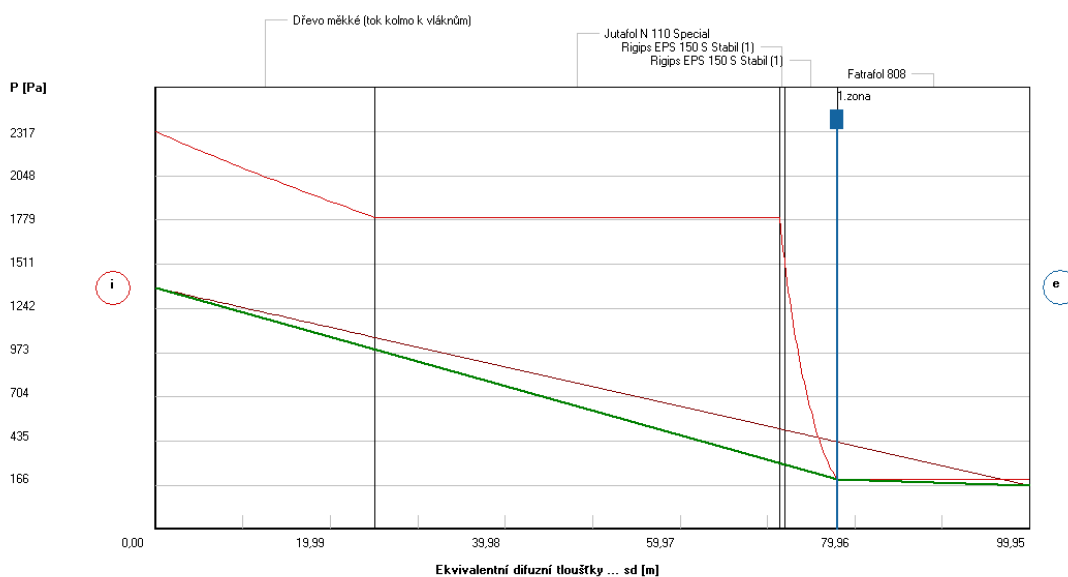
#### LEGENDA:

S2 - V2 - MIN - SK...

Rozložení tlaků:

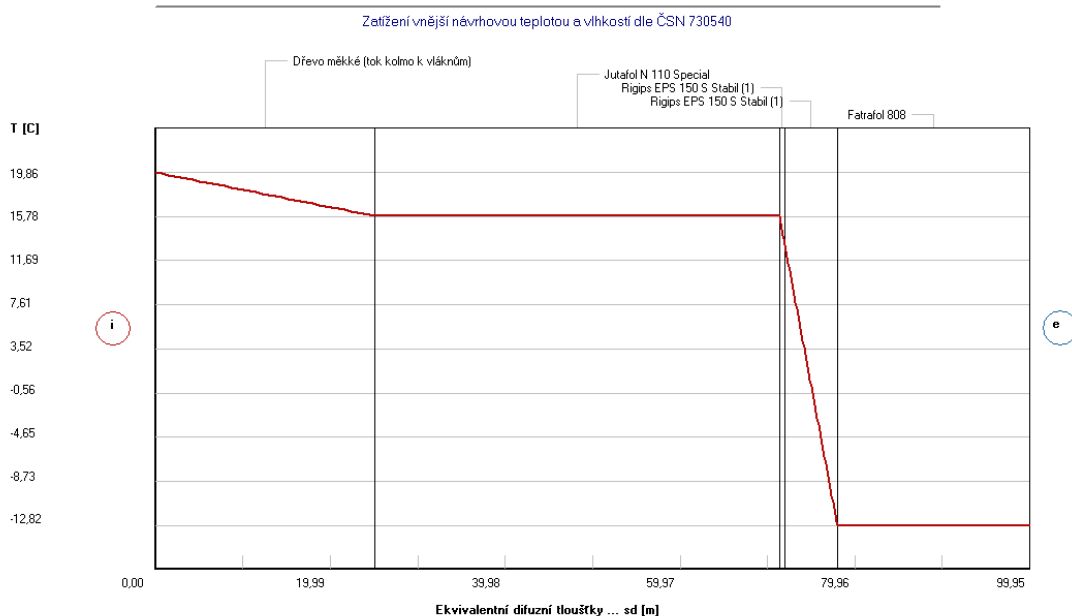
Okr. podmínky:  
Interiér 21,0 C  
55,0 %  
Exteriér -13,0 C  
84,0 %

— nasyc. tlak  
— teoret. tlak  
— skut. tlak  
— kond. zóna



Obrázek 37 – S2-V2-MIN-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

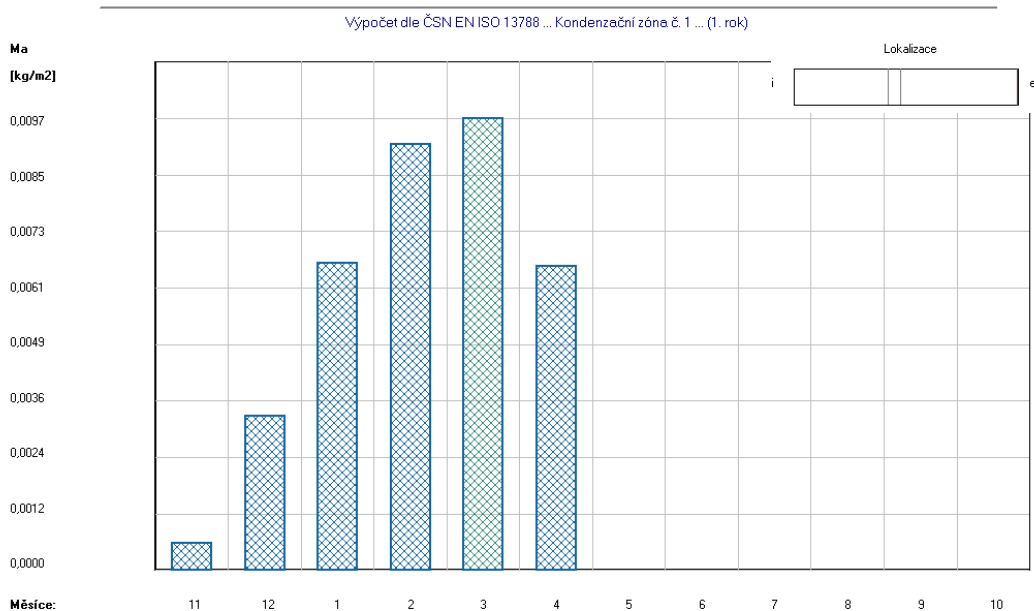


#### LEGENDA:

S2 - V2 - MIN - SK...	
Rozložení teplot	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

Obrázek 38 – S2-V2-MIN-ROZLOŽENÍ TEPLOT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Akumulované množství zkondenzované vlhkosti



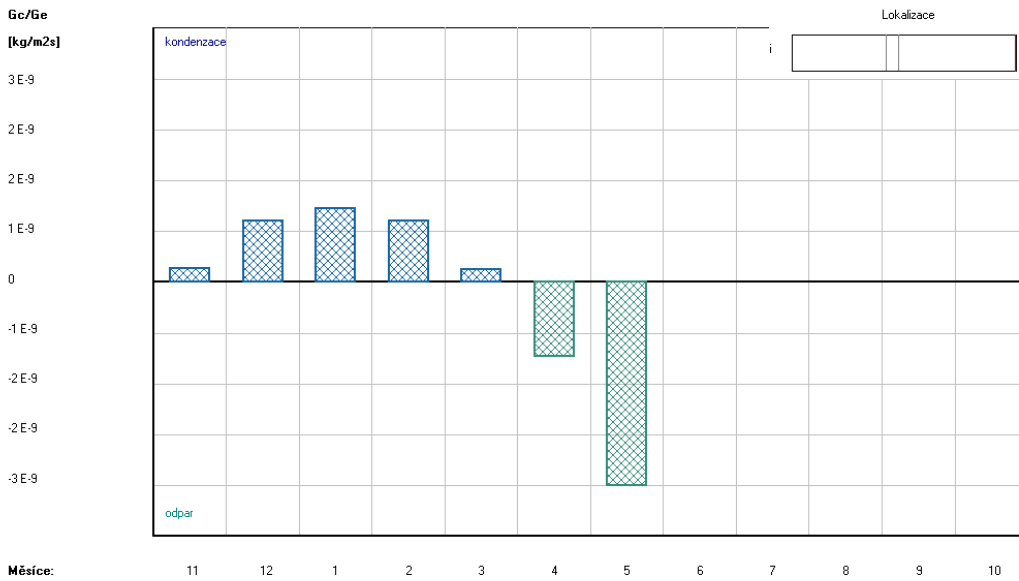
#### LEGENDA:

S2 - V2 - MIN - SK...	
Akumulovaná vlhkost	
Rok výpočtu č. 1	
Kond. zóna č. 1	
Na konci model. roku je zóna vysušená.	

Obrázek 39 – S2-V2-MIN-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI

### Aktuální míra kondenzace a odparu vodní páry

Výpočet dle ČSN EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



#### LEGENDA:

S2 - V2 - MIN - SK...

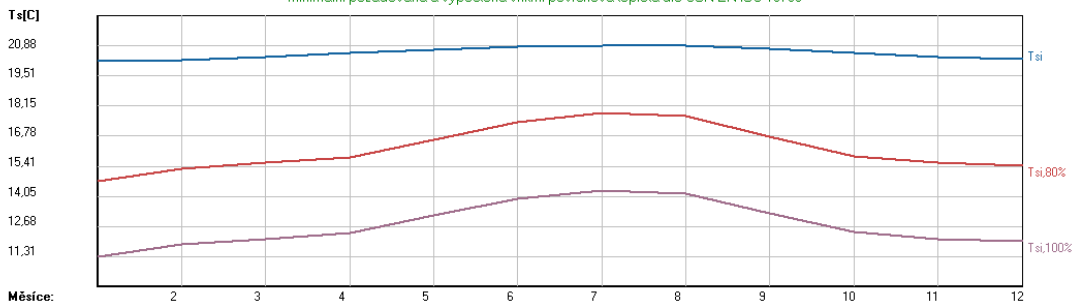
Aktuální míra kondenzace a odparu:

Rok výpočtu č. 1  
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

Obrázek 40 - S2-V2-MIN-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDEZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY

### Minimální požadovaná a vypočtená vnitřní povrchová teplota dle ČSN EN ISO 13788



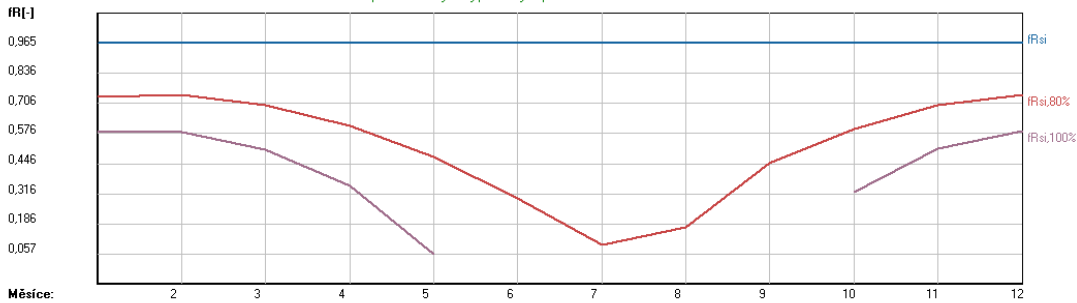
#### LEGENDA:

S2 - V2 - MIN - SK...

Povrchové teploty a teplotní faktor:

Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:  
 - 80% (zamezení vzniku plísní)  
 - 100% (vyloučení orosování)  
 - Vypočtené hodnoty

### Minimální požadovaný a vypočtený teplotní faktor fRsi dle ČSN EN ISO 13788



Obrázek 41 – S2-V2-MIN-POVRCHOVÉ TEPLoty

## 1.9.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** S2-V2-MIN-Skladba střešního pláště 2- varianta 2 v nejslabším místě

### **Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

### **Skladba konstrukce**

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,160	0,180	157,0
2	Jutafoł N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
3	Rigips EPS 150 S Stabil (1)	0,020	0,035	30,0
4	Rigips EPS 150 S Stabil (1)	0,200	0,035	30,0
5	Fatrafoł 808	0,002	0,350	11000,0

### **I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,965$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### **II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)**

Požadavek:  $U_{,N} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota:  $U = 0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_{,N}$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### **III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
  2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
  3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,081 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$  (materiál: Fatrafoł 808).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,081 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0122 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0864 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 1.10. S2-V2-MAX –STŘEŠNÍ PLÁŠŤ 2 – VAR. 2 V NEJSILNĚJŠÍM MÍSTĚ

### 1.10.1. KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT

Typ hodnocené konstrukce: Strop, střecha-tepelný tok zdola  
Korekce součinitele prostupu dU: 0.005 W/m<sup>2</sup>K

#### Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m <sup>3</sup> ]	Mi[-]	Ma[kg/m <sup>2</sup> ]
1	Dřevo měkké (t	0.1600	0.1800	2510.0	400.0	157.0	0.0000
2	Jutafoł N 110	0.0002	0.3900	1700.0	440.0	210154.0	0.0000
3	Rigips EPS 150	0.2000	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
4	Rigips EPS 150	0.2000	0.0350	1270.0	25.0	30.0	0.0000
5	Fatrafoł 808	0.0012	0.3500	1470.0	1345.0	11000.0	0.0000

#### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R<sub>si</sub> : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>si</sub> : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R<sub>se</sub> : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota T<sub>e</sub> : -13.0 C  
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T<sub>ai</sub> : 21.0 C  
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R<sub>He</sub> : 84.0 %  
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R<sub>Hi</sub> : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T <sub>ai</sub> [C]	R <sub>Hi</sub> [%]	P <sub>i</sub> [Pa]	T <sub>e</sub> [C]	R <sub>He</sub> [%]	P <sub>e</sub> [Pa]
1	31	21.0	53.9	1339.7	-2.4	81.2	406.1
2	28	21.0	56.0	1391.9	-0.9	80.8	457.9
3	31	21.0	56.9	1414.3	3.0	79.5	602.1
4	30	21.0	57.8	1436.7	7.7	77.5	814.1
5	31	21.0	60.9	1513.7	12.7	74.5	1093.5
6	30	21.0	64.0	1590.8	15.9	72.0	1300.1
7	31	21.0	65.7	1633.0	17.5	70.4	1407.2
8	31	21.0	65.1	1618.1	17.0	70.9	1373.1
9	30	21.0	61.4	1526.1	13.3	74.1	1131.2
10	31	21.0	58.0	1441.6	8.3	77.1	843.7
11	30	21.0	56.9	1414.3	2.9	79.5	597.9
12	31	21.0	56.5	1404.4	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %  
Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.  
Počet hodnocených let : 1

### 1.10.2. TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ

#### Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 11.59 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.085 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kce U<sub>k</sub> : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 W/m<sup>2</sup>K  
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difúzní odpor konstrukce Z<sub>pT</sub> : 5.1E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce  $Ny^*$  : 1198.9  
 Fázový posun teplotního kmitu  $Psi^*$  : 15.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách  $T_{si,p}$  : 20.28 C  
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách  $f,R_{si,p}$  : 0.979

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		$T_{si}[C]$	$f,R_{si}$	$RH_{si}[%]$
	$T_{si,m}[C]$	$f,R_{si,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f,R_{si,m}$			
1	14.7	0.732	11.3	0.586	20.5	0.979	55.6
2	15.3	0.741	11.9	0.584	20.5	0.979	57.6
3	15.6	0.698	12.1	0.507	20.6	0.979	58.2
4	15.8	0.610	12.4	0.351	20.7	0.979	58.8
5	16.6	0.474	13.2	0.057	20.8	0.979	61.6
6	17.4	0.298	13.9	-----	20.9	0.979	64.4
7	17.8	0.095	14.3	-----	20.9	0.979	66.0
8	17.7	0.172	14.2	-----	20.9	0.979	65.4
9	16.8	0.450	13.3	-----	20.8	0.979	62.0
10	15.9	0.596	12.4	0.325	20.7	0.979	59.0
11	15.6	0.700	12.1	0.510	20.6	0.979	58.2
12	15.5	0.743	12.0	0.585	20.5	0.979	58.1

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

**Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:**  
 (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	20.3	17.9	17.9	2.5	-12.9	-12.9
p [Pa]:	1367	1055	480	405	330	166
p,sat [Pa]:	2385	2054	2054	732	200	200

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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny		Kondenzující množství vodní páry [kg/m2s]
	levá	pravá [m]	
1	0.5602	0.5602	2.288E-0009

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry  $Mc,a$ : 0.006 kg/m2,rok  
 Množství vypařitelné vodní páry  $Mev,a$ : 0.138 kg/m2,rok  
 Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

## Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

### Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. Gc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
12	0.5602	0.5602	2.14E-0010	0.0006
1	0.5602	0.5602	5.31E-0010	0.0020
2	0.5602	0.5602	2.69E-0010	0.0026
3	0.5602	0.5602	-8.35E-0010	0.0004
4	---	---	-2.71E-0009	0.0000
5	---	---	---	---
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---

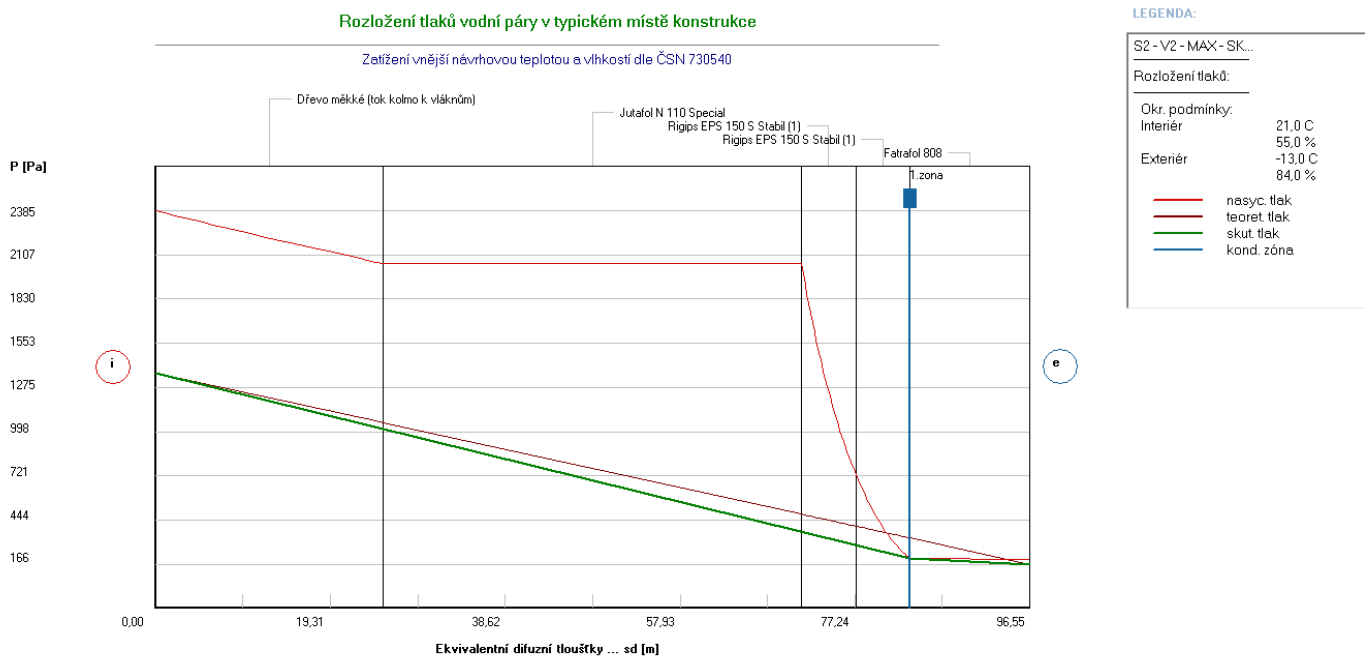
Maximální množství kondenzátu Mc,a: 0.0026 kg/m2

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

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

STOP, Tepló 2010

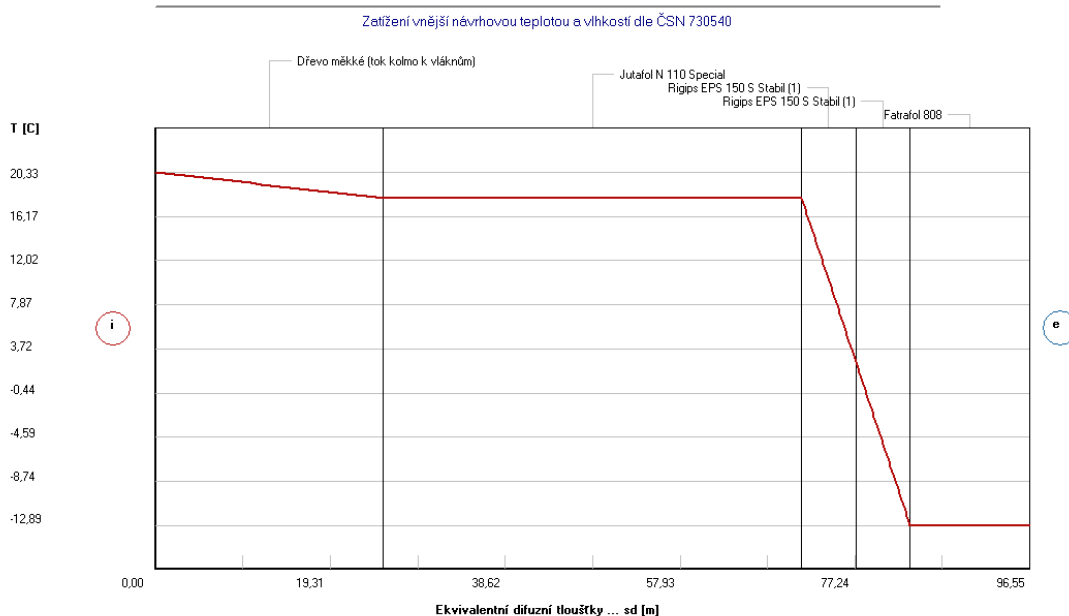
## 1.10.3. GRAFICKÝ VÝSTUP



Obrázek 42 – S2-V2-MAX-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE



### Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

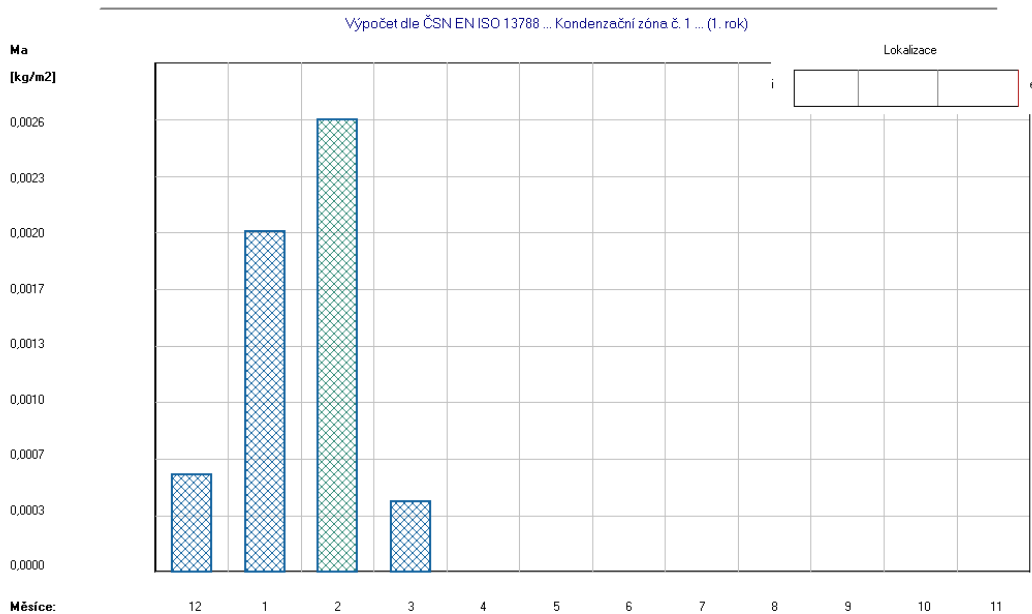


#### LEGENDA:

S2 - V2 - MAX - SK...	
Rozložení teplot	
Okr. podmínky:	
Interiér	21,0 C 55,0 %
Exteriér	-13,0 C 84,0 %

Obrázek 43 – S2-V2-MAX-ROZLOŽENÍ TEPLOT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE

### Akumulované množství zkondenzované vlhkosti



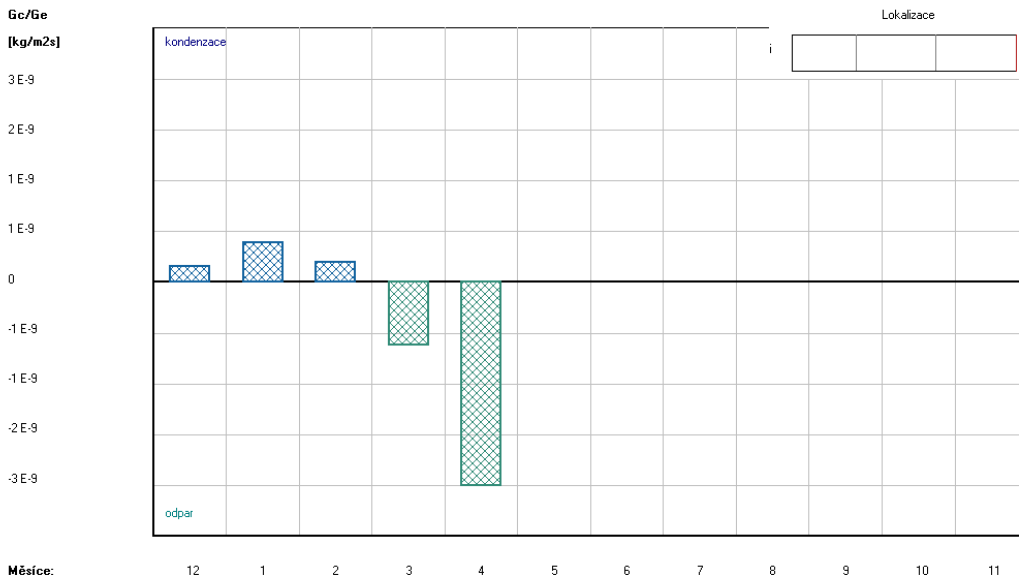
#### LEGENDA:

S2 - V2 - MAX - SK...	
Akumulovaná vlhkost	
Rok výpočtu č. 1 Kond. zóna č. 1	
Na konci model. roku je zóna vysušená.	

Obrázek 44 – S2-V2-MAX-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI

### Aktuální míra kondenzace a odparu vodní páry

Výpočet dle ČSN EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



#### LEGENDA:

S2 - V2 - MAX - SK...

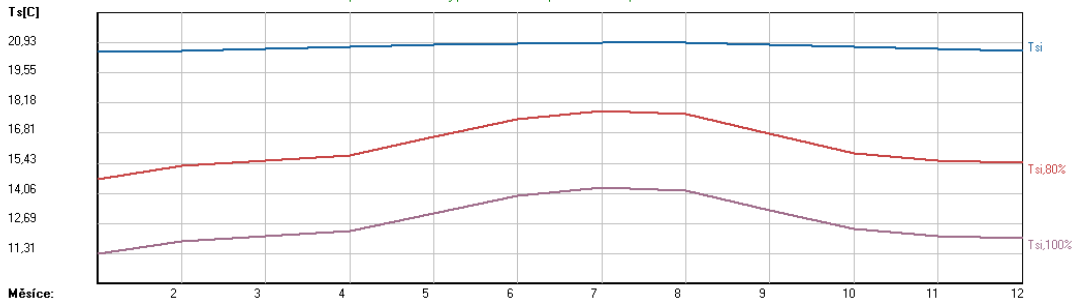
Aktuální míra kondenzace a odparu:

Rok výpočtu č. 1  
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

Obrázek 45 – S2-V2-MAX-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY

### Minimální požadovaná a vypočtená vnitřní povrchová teplota dle ČSN EN ISO 13788



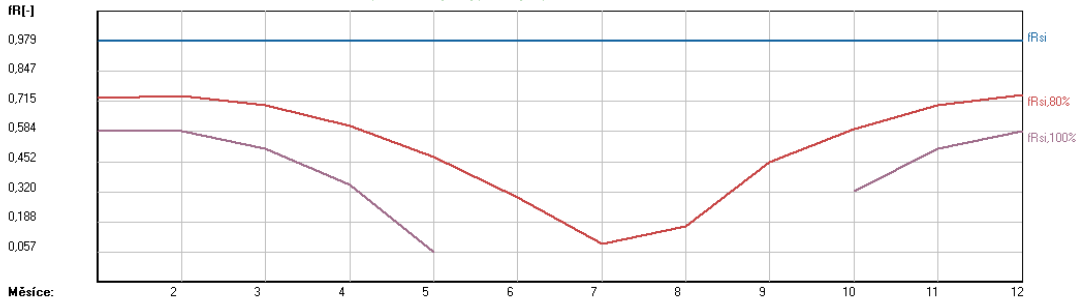
#### LEGENDA:

S2 - V2 - MAX - SK...

Povrchové teploty a teplotní faktor:

Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:  
 — 80% (zamezení vzniku plísní)  
 — 100% (vyloučení orosování)  
 — Vypočtené hodnoty

### Minimální požadovaný a vypočtený teplotní faktor fRsi dle ČSN EN ISO 13788



Obrázek 46 – S2-V2-MAX-POVRCHOVÉ TEPLoty

## 1.10.4. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2007)

**Název konstrukce:** S2-V2-MAX-Skladba střešního pláště 2 - varianta 2 v nejsilnějším místě

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	21,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn	0,160	0,180	157,0
2	Jutafoł N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
3	Rigips EPS 150 S Stabil (1)	0,200	0,035	30,0
4	Rigips EPS 150 S Stabil (1)	0,200	0,035	30,0
5	Fatrafoł 808	0,0012	0,350	11000,0

### I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,781 + 0,015 = 0,796$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,979$

Kritický teplotní faktor  $f_{Rsi,cr}$  byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota  $f_{Rsi,m}$  (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Jejich převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

### II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek:  $U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$   
Vypočtená hodnota:  $U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. krokví v zateplené šikmé střeše).

### III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$ , nebo 3% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí:  $0,048 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$  (materiál: Fatrafoł 808).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu:  $0,048 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Vypočtené hodnoty: V kci dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0060 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,1379 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

**$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

**$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 2. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 – S1-V1-MIN-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	7
Obrázek 2 – S1-V1-MIN-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	8
Obrázek 3 – S1-V1-MIN-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI .....	8
Obrázek 4 – S1-V1-MIN-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY .....	9
Obrázek 5 – S1-V1-MIN-POVRCHOVÉ TEPLITY .....	9
Obrázek 6 – S1-V1-MAX-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	13
Obrázek 7 – S1-V1-MAX-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	14
Obrázek 8 – S1-V1-MAX-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI .....	14
Obrázek 9 – S1-V1-MAX-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY .....	15
Obrázek 10 – S1-V1-MAX-POVRCHOVÉ TEPLITY.....	15
Obrázek 11 – S2-V1-MIN-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	19
Obrázek 12 – S2-V1-MIN-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	20
Obrázek 13 – S2-V1-MIN-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI .....	20
Obrázek 14 – S2-V1-MIN-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY .....	21
Obrázek 15 – S2-V1-MIN-POVRCHOVÉ TEPLITY .....	21
Obrázek 16 – S2-V1-MAX-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	25
Obrázek 17 – S2-V1-MAX-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE.....	26
Obrázek 18 – S2-V1-MAX-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI .....	26
Obrázek 19 – S2-V1-MAX-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY .....	27
Obrázek 20 – S2-V1-MAX-POVRCHOVÉ TEPLITY.....	27
Obrázek 21 – R1-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	31
Obrázek 22 – R1-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE.....	31
Obrázek 23 – R1-POVRCHOVÉ TEPLITY.....	32
Obrázek 24 – R4-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	36
Obrázek 25 – R4-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE.....	36
Obrázek 26 – R4-POVRCHOVÉ TEPLITY.....	37
Obrázek 27 – S1-V2-MIN-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	41
Obrázek 28 – S1-V2-MIN-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	42
Obrázek 29 – S1-V2-MIN-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI .....	42
Obrázek 30 – S1-V2-MIN-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY .....	43
Obrázek 31 – S1-V2-MIN-POVRCHOVÉ TEPLITY .....	43
Obrázek 32 – S1-V2-MAX-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TIPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	47
Obrázek 33 – S1-V2-MAX-ROZLOŽENÍ TEPLIT V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	48
Obrázek 34 – S1-V2-MAX-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI .....	48
Obrázek 35 – S1-V2-MAX-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY .....	49

Obrázek 36 – S1-V2-MAX-POVRCHOVÉ TEPLoty.....	49
Obrázek 37 – S2-V2-MIN-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE.....	53
Obrázek 38 – S2-V2-MIN-ROZLOŽENÍ TEPLoty V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	54
Obrázek 39 – S2-V2-MIN-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI .....	54
Obrázek 40 - S2-V2-MIN-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY .....	55
Obrázek 41 – S2-V2-MIN-POVRCHOVÉ TEPLoty .....	55
Obrázek 42 – S2-V2-MAX-ROZLOŽENÍ TLAKŮ VODNÍ PÁRY V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	59
Obrázek 43 – S2-V2-MAX-ROZLOŽENÍ TEPLoty V TYPICKÉM MÍSTĚ KONSTRUKCE .....	60
Obrázek 44 – S2-V2-MAX-AKUMULOVANÉ MNOŽSTVÍ ZKONDENZOVANÉ VLHKOSTI .....	60
Obrázek 45 – S2-V2-MAX-AKTUÁLNÍ MÍRA KONDENZACE A ODPARU VODNÍ PÁRY .....	61
Obrázek 46 – S2-V2-MAX-POVRCHOVÉ TEPLoty.....	61