

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ
Katedra konstrukcí pozemních staveb**



**DIPLOMOVÁ PRÁCE
Návrh energeticky efektivní mateřské školy**

D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

Bc. Jakub Wright

2023


D.1.2 STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ŘEŠENÍ

D.1.4.1 – TECHNICKÁ ZPRÁVA K STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍMU ŘEŠENÍ

D.1.4.2 – PŘEDBĚŽNÝ STATICKÝ VÝPOČET

D.1.4.3 – VÝKRES STROPU NAD 1.NP / 2.NP M 1:100

D.1.4.4 – VÝKRES ZÁKLADŮ M 1:100

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, PhD.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT 
Diplomová práce – Katedra konstrukcí pozemních staveb			
Název:	Návrh energeticky efektivní mateřské školy		Datum: 5/2023
			Měřítko: -
			Číslo: D.1.2.1
Příloha:	D.1.2.1 Technická zpráva k stavebně konstrukčnímu řešení		Konzultant: Ing. Lukáš Velebil, PhD. Ing. Kamil Staněk, PhD.

D.1.2.1 – TECHNICKÁ ZPRÁVA K STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍMU ŘEŠENÍ

1. POPIS OBJEKTU	2
2. SEZNAM NOREM.....	2
3. NAVRŽENÉ VÝROBKY A HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY	3
3.1 Základové konstrukce	3
3.2 Svislé nosné konstrukce.....	3
3.3 Vodorovné nosné konstrukce	3
3.4 Schodiště	3

1. POPIS OBJEKTU

Dispoziční řešení

Budova mateřské školy se skládá z jednoho podzemního a dvou nadzemních podlaží. V prvním podzemním podlaží je umístěna technické zázemí, komunitní místnost s vlastní toaletou a kuchyňkou a obecní archiv. Nadzemní podlaží slouží pro prostory mateřské školy, kde v prvním podlaží je třída, jídelna, tělocvična a kabinety učitelů. Druhé nadzemní podlaží obsahuje dvě třídy. Každé třídě náleží vlastní šatna a umývárna.

Konstrukční řešení

Objekt je navržen jako konstrukce na bázi dřeva z masivních CLT panelů tl. 100 mm. Vodorovné konstrukce jsou dřevěné žebrové panely tl. 300 mm. Objekt je založen na základových pasech. Spodní stavba je tvořena tvárnicemi ztraceného bednění vyplněné betonem a vnitřními keramickými cihlami, strop je tvořen předpjatým železobetonovými panely.

2. SEZNAM NOREM

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [4] ČSN EN 1993-1-1: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1995-1-1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [7] ČSN EN 1997-1-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

3. NAVRŽENÉ VÝROBKY A HLAVNÍ KONSTRUKČNÍ PRVKY

3.1 Základové konstrukce

Založení objektu je navrženo na betonových základových pasech výšky 300 až 550 mm (podrobně viz výkres základů). Pro část anglického dvorku je navržena základová deska tl. 200 mm. Základové pasy jsou navrženy z betonu C16/20. Anglický dvorek je z betonu C20/25 vyztužený ocelí B500B.

3.2 Svislé nosné konstrukce

Konstrukci nadzemní části budovy tvoří stěnový systém z masivních třívrstevných dřevěných panelů (CLT) tloušťky 100 mm. Stěnový systém zajišťuje také stabilitu objektu. Obvodové stěny v suterénu jsou z tvárnice ztraceného bednění vyplněné betonem C 12/15. Vnitřní nosné zdivo je z keramických bloků AKU tloušťek 200 a 150 mm. Pro nesení nadokenních průvlaků a pro vnitřní sloup v 1.PP jsou navrženy kruhové ocelové sloupy z oceli S 235.

Konstrukční výška v podzemním podlaží je 3,1 m a v nadzemních podlažích 3,42 m.

3.3 Vodorovné nosné konstrukce

Ve vodorovném směru doplňují konstrukční systém průvlaky z lepeného lamelového dřeva (BSH), pro delší rozpory, především pro nadokenní průvlaky jsou tvořeny z lepeného vrstveného dřeva Ultralam (LVL).


Stropní desky nad 1.PP jsou řešeny z předpjatých panelů Spiroll, tl. 160 mm. Stropy nad 1.NP a 2.NP jsou navrženy z žebrových panelů z vícevrstevných masivních smrkových desek tl. 300 mm.

3.4 Schodiště

V objektu se nachází celkem 4 schodiště, z toho dvě vedoucí do 1.PP a dvě vedoucí do 2.NP (z toho vždy jedno schodiště spojuje 1.NP a jedno vede na venkovní prostranství).

Schodiště nadzemního podlaží vedoucí do 2.NP jsou řešena jako prefabrikované CLT schodiště z masivních třívrstevných panelů (např. Stora Enso CLT schodiště). Schodiště jsou řešena jako přímé s vloženou mezipodestou, přičemž podestu tvoří CLT panel pnutý mezi přilehlými stěnami. Spodní rameno schodiště je uloženo na vodorovné konstrukci nad 1.PP a na mezipodestě, horní rameno je uloženo na mezipodestě a vodorovné konstrukci nad 1.NP. Schodiště má výšku stupně nižší 155 mm umožňující pohyb dětí, šířku stupně 290 mm.

Schodiště podzemního podlaží vedoucí do 1.NP je řešeno jako prefabrikované železobetonové. Schodiště jsou přímé s vloženou mezipodestou a jsou řešeny jako 2× zalomená deska podepřena na spodním základovém pasu a na vodorovné konstrukci nad 1.PP. Výška stupně je 172 mm a šířka 285 mm.

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, PhD.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT 
Diplomová práce – Katedra konstrukcí pozemních staveb			
Název:	Návrh energeticky efektivní mateřské školy		Datum: 5/2023
			Měřítko: -
			Číslo: D.1.2.2
Příloha:	D.1.2.2 Předběžný statický výpočet		Konzultant: Ing. Lukáš Velebil, PhD. Ing. Kamil Staněk, PhD.

D.1.2.2 PŘEDBĚŽNÝ STATICKÝ VÝPOČET

1. POPIS KONSTRUKCE.....	3
1.1 Popis konstrukčního řešení.....	3
1.2 Použité materiály.....	3
1.3 Seznam norem.....	3
1.4 Schéma konstrukce.....	4
2. PŘEHLED ZATÍŽENÍ.....	5
2.1 Stálé zatížení.....	5
2.2 Proměnné zatížení.....	8
3. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ	10
3.1 Stropní deska nad 1.PP.....	10
3.2 Stropní deska nad 1.NP.....	11
3.3 Nadokenní průvlak.....	14
3.4 Okenní sloup.....	16
4. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ZALOŽENÍ	18
4.1 Parametry podloží.....	18
4.2 Výpočet zatížení	18
4.3 Návrh rozměru pasu.....	19

1. POPIS KONSTRUKCE

1.1 Popis konstrukčního řešení

Objekt je navržen jako stěnový systém z masivních třívrstevných dřevěných panelů (CLT). Vodorovné konstrukce nad 1.NP a 2.NP jsou průvlaky (lepené lamelové dřevo a lepené vrstvené dřevo) a jednosměrně pnuté žebrové panely z vícevrstevných masivních smrkových desek. Nad 1. PP jsou stropy z předpjatých železobetonových panelů. Obvodové stěny v suterénu jsou z tvárníc ztraceného bednění vyplněné betonem. Objekt je založen na základových pasech.

1.2 Použité materiály

- Dřevo:
 - stěny: masivní panely z křížem lepeného dřeva (CLT)
 - průvlaky: lepené lamelové dřevo (BSH), lepené vrstvené dřevo (LVL)
 - stropy: žebrové panely z vícevrstevných smrkových desek
- Beton:
 - suterénní stěny: C 12/15 X0 – CI 0,2 – D_{max} 22 – S3
 - základové pasy: C 16/20 XC1 – CI 0,2 – D_{max} 22 – S3
 - ostatní: C 20/25 X0 – CI 0,2 – D_{max} 16 – S3
- Použitá ocel:
 - výztuž bet.: B500B
 - ocelové sloupky: S 235

1.3 Seznam norem

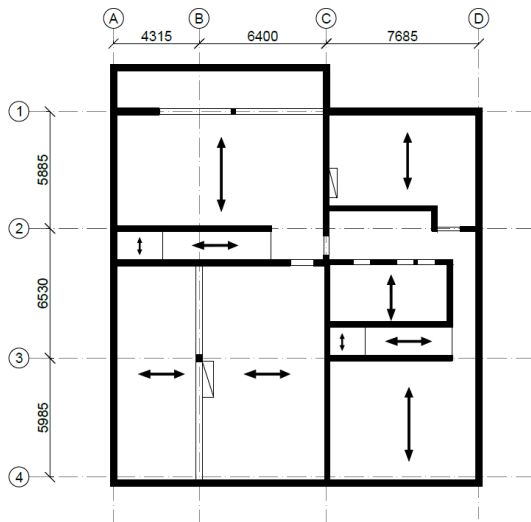
- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [4] ČSN EN 1993-1-1: Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1995-1-1: Eurokód 5: Navrhování dřevěných konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla – Společná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [7] ČSN EN 1997-1-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí – Část 1: Obecná pravidla

1.4 Schéma konstrukce

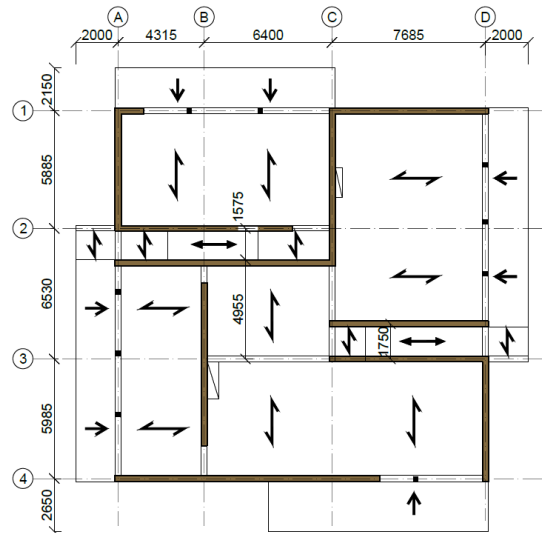
Konstrukční výška:

- 1.PP = 3,1 m
- 1.NP a 2.NP = 3,42 m

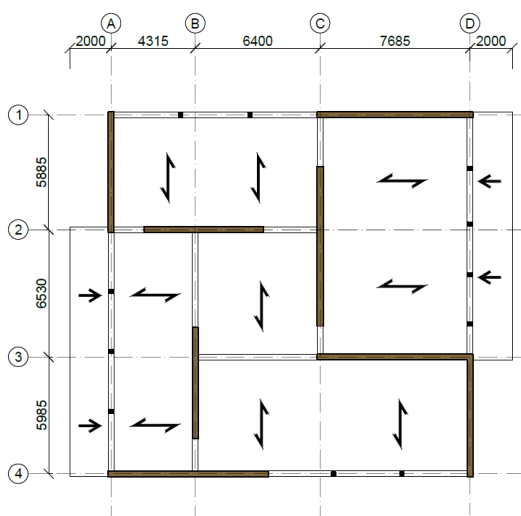
Strop nad 1.PP



Strop nad 1.NP



Strop nad 2.NP



2. PŘEHLED ZATÍŽENÍ

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Vodorovné konstrukce

C1 – Strop nad 1.PP

C1 – Strop nad 1.PP					
Stálé zatížení	Tloušťka	Hmotnost	Charakt.	Souč.	Návrh.
	d (mm)	ρ (kg/m ³)	g_k (kN/m ²)	γ	g_d (kN/m ²)
Nášlapná vrstva - zátěžový vinyl	5	688	0,03	1,35	0,05
Betonová mazanina	60	2150	1,29		1,74
Deska podlahového vytápění	10	35	0,00		0,00
Kročejová izolace z MV	40	35	0,01		0,02
Podložka pod plovoucí podlahy	5	35	0,00		0,00
Panel spiroll	200	1300	2,60		3,51
		Σg_k	3,94		Σg_d

C2 – Strop nad 1.NP

C2 – Strop nad 1NP					
Stálé zatížení	Tloušťka	Hmotnost	Charakt.	Souč.	Návrh.
	d (mm)	ρ (kg/m ³)	g_k (kN/m ²)	γ	g_d (kN/m ²)
Nášlapná vrstva – zátěžový vinyl	5	688	0,03	1,35	0,05
Betonová mazanina	55	2000	1,10		1,49
Deska podlahového vytápění	10	35	0,00		0,00
Kročejová izolace z MV	40	35	0,01		0,02
Podložka pod plovoucí podlahy	5	35	0,00		0,00
Žebrový panel (NOVATOP Element)	300	-	0,41		0,55
Vsyp z vápencové drti (80 kg/m ²)	-	-	0,80		1,08
Konstrukce podhledu + TZB + SDK panel	200	-	0,15		0,20
		Σg_k	2,51		Σg_d

C3 – Strop nad 1.NP (terasa)

C3 – Terasa					
Stálé zatížení	Tloušťka	Hmotnost	Charakt.	Souč.	Návrh.
	d (mm)	ρ (kg/m ³)	g_k (kN/m ²)	γ	g_d (kN/m ²)
Terasová prkna	20	420	0,08	1,35	0,11
Dřevěné latě	40	-	0,01		0,01
Hydroizolace	5	1125	0,06		0,08
Tepelná izolace - spádový EPS	35	35	0,01		0,02
Žebrový panel (NOVATOP Element)	300	-	0,41		0,55
Dřevěné latě	25	-	0,01		0,01
Obklad - hoblované desky	20	600	0,12		0,16
		Σg_k	0,70	Σg_d	0,95

R1 – Střecha

R1 - Střecha					
Stálé zatížení	Tloušťka	Hmotnost	Charakt.	Souč.	Návrh.
	d (mm)	ρ (kg/m ³)	g_k (kN/m ²)	γ	g_d (kN/m ²)
Tepelná izolace – XPS	160	40	0,06	1,35	0,09
SBS modifikovaný asfalt	4	1125	0,05		0,06
Tepelná izolace – spádový EPS	347	35	0,12		0,16
SBS mod. Asfalt s Al vložkou	4	1125	0,05		0,06
Žebrový panel (NOVATOP Element)	260	-	0,35		0,47
Konstrukce podhledu + TZB + SDK panel	200	-	0,15		0,20
		Σg_k	0,78	Σg_d	1,05

2.1.2 Svislé konstrukce

S1 – Obvodová stěna

S1 – Obvodová stěna					
Stálé zatížení	Tloušťka	Hmotnost	Charakt.	Souč.	Návrh.
	d (mm)	ρ (kg/m ³)	g_k (kN/m ²)	γ	g_d (kN/m ²)
Obklad – modřínové desky (20×68 mm)	20	600	0,12	1,35	0,09
Horizontální kontralatě (25×40 mm)	25	-	0,01		0,06
Vertikální latě (40×60 mm)	40	-	0,01		0,16
Tepelná izolace z MV vložena v roštu	280	85	0,24		0,06
Masivní třívrstvé panely CLT	100	400	0,40		0,47
SDK panel	15	750	0,11		0,20
		Σg_k	0,89	Σg_d	1,21

2.2 Proměnné zatížení

2.2.1 Užité zatížení

Užitná zatížení dle ČSN EN 1991-1-1.

- 1PP archiv – plochy pro skladování knih a dalších dokumentů, kategorie E1
 $q_k = 7,5 \text{ kN/m}^2$
- 1NP a 2NP třídy MŠ, jídelna – plochy se stoly atd., např. plochy ve školách, kavárnách, restauracích, jídelnách, čítárnách, recepcích. kategorie C1
 $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
- Střecha nad 1PP – střecha nepřístupná s výjimkou běžné údržby a úprav
 $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

2.2.2 Zatížení sněhem

- Plochá střecha: $<30^\circ$ → tvarový součinitel: $\mu = 0,8$
- Součinitel expozice: $C_e = 1$
- Součinitel tepla: $C_t = 1$
- charakteristické zatížení sněhem: $s_k = 0,96 \text{ kN/m}^2$
(pro účely práce uvažována lokalita – Cheb)

Průměrné zatížení sněhem: $s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,77 \text{ kN/m}^2$

Hodnota proměnného zatížení střechy bude uvažována jako větší z hodnot:

- užité zatížení střechy: $0,75 \text{ kN/m}^2$
- zatížení sněhem: $0,77 \text{ kN/m}^2$

⇒ Proměnné zatížení střechy: $q_k = 0,77 \text{ kN/m}^2$

2.2.3 Vnitřní příčky

Vnitřní příčky v 1.NP

Stálé zatížení	Tloušťka	Hmotnost	Charakt.
	d (mm)	ρ (kg/m ³)	g_k (kN/m ²)
2× SDK panel	25	600	0,15
Výplň z MV v dřevěné konstrukci	100	60	0,06
Předsazená stěna	40	-	0,01
2× SDK panel	25	600	0,15
		Σg_k	0,37

Zatížení na metr (výška 3,1 m) = $0,37 \cdot 3,1 = 1,15$ kN/m'

Vnitřní příčky v 2.NP

Stálé zatížení	Tloušťka	Hmotnost	Charakt.
	d (mm)	ρ (kg/m ³)	g_k (kN/m ²)
SDK panel	15	600	0,12
Výplň z MV v dřevěné konstrukci	100	60	0,06
Předsazená stěna	40	-	0,01
SDK panel	15	600	0,12
		Σg_k	0,25

Zatížení na metr (výška 3,1 m) = $0,25 \cdot 3,1 = 0,78$ kN/m'

Za předpokladu, že stropní konstrukce umožňuje příčné roznášení zatížení, lze vlastní tíhu příček uvažovat jako **ekvivalentní rovnoměrné zatížení g_k**

⇒ Pro přemístitelné příčky s vlastní tíhou < 1,0 kN/m lze uvažovat

$$q_k = 0,5 \text{ kN/m}^2$$

⇒ Pro přemístitelné příčky s vlastní tíhou < 2,0 kN/m lze uvažovat

$$q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$$

3. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ

3.1 Stropní deska nad 1.PP

Stropní desky nad 1.PP a jsou navrženy z předpjatých železobetonových panelů spirall. Maximální rozpětí je 6 400 mm nad archivem.

Pro předběžný návrh je uvažován panel PPD/165 výšky 160 mm, přičemž doporučený rozpon je 2,0 – 7,5 m.

Tabulka pro předběžný návrh (Prefa Brno a.s.):

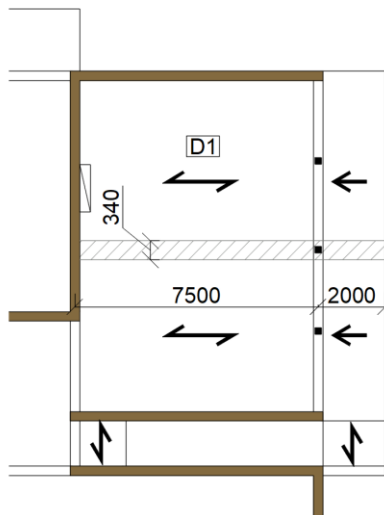
výška panelu [mm]	typ panelu	l_{min} [mm]	l_{max} [mm]
160	PPD .../165	2 000	7 000
	PPD .../167	2 000	7 500
	PPD .../169	2 000	7 500
	PPD .../171	2 000	8 000
	PPD .../205	2 000	7 500
200	PPD .../207	2 000	8 500
	PPD .../209	2 000	8 500
	PPD .../219	2 000	11 000
	PPD .../254	2 000	9 500
250	PPD .../256	2 000	11 000
	PPD .../258	2 000	12 000
	PPD .../250	2 000	12 000
	PPD .../252	2 000	13 000

3.2 Stropní deska nad 1.NP

Stropní desky nad 1.NP a 2.NP jsou navrženy jako žebrové velkoplošné panely z vícevrstevných masivních smrkových desek.

Pro předběžný návrh bude posouzena deska nad 1.NP, která má vyšší zatížení. Maximální rozpětí je 7 500 mm (s vykonzolováním 2 000 mm) nad třídou A.

Schéma konstrukce:



Materiál:

Je uvažován žebrový panel NOVATOP – element tl. 300 mm.



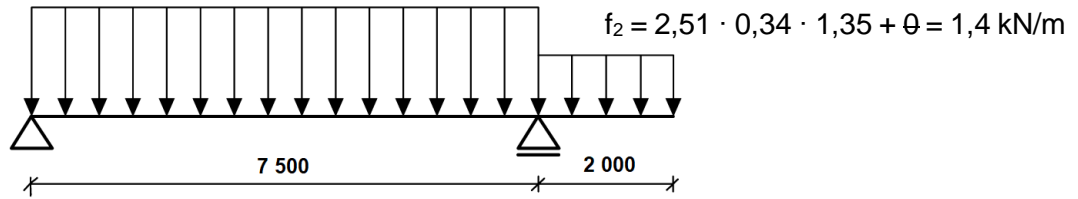
- Rozteč žebor (zatěžovací šířka): $e = 340$ mm
- Výška panelu: $h = 300$ mm

	Deska	Žebro
$f_{m,k}$ [MPa]	20,3	13,9
$f_{t,d}$ [MPa]	11,5	9,3
$f_{v,k}$ [MPa]	3	3
$E_{0,mean}$ [Mpa]	7800	5300

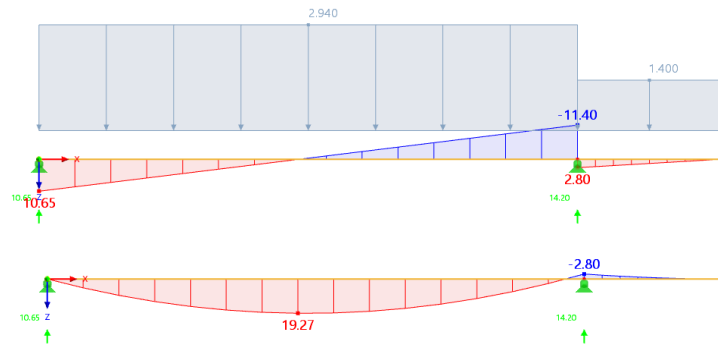
$E_v =$	11000	N/mm^2	... relační modul E
$EI_{eff} =$	$7,27E+12$	Nmm^2	... efektivní ohybová tuhost
$I_{eff} =$	676000000	mm^4	... efektivní moment setrvačnosti
S1	2590000	mm^3	... statický moment (těžiště)
S2	1250000	mm^3	... statický moment (lepená spára)

Mezní stav únosnosti:

$$f_1 = 2,51 \cdot 0,34 \cdot 1,35 + (3 + 0,5) \cdot 0,34 \cdot 1,5 = 2,94 \text{ kN/m}$$



Pozn.: uvažován zatěžovací stav bez užitečného zatížení na předsazené konstrukci.



- $M_{\max} = 19,27 \text{ kNm}; V_{\max} = 11,4 \text{ kN}$

- POSOUZENÍ - OHYB V KRAJNÍCH VLÁKECH:

$$\sigma_{m,d} = (M_d \cdot E_{0,\text{mean}} \cdot z_s) / (E \cdot I_{\text{eff}}) = 3,08 \text{ Mpa}$$

$$f_{m,d} = f_{m,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_M = 12,49 \text{ Mpa}$$

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

3,08 ≤ 12,49 ... VYHOVÍ

- POSOUZENÍ - NAPĚTÍ V TĚŽIŠTI SPODNÍ DESKY:

$$\sigma_{t,d} = (M_d \cdot E_{0,\text{mean}} \cdot z_i) / (E \cdot I_{\text{eff}}) = 2,74 \text{ Mpa}$$

$$f_{t,d} = f_{t,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_M = 7,08 \text{ Mpa}$$

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

2,74 ≤ 7,08 ... VYHOVÍ

- POSOUZENÍ - SMYK V TĚŽIŠTI PRŮŘEZU:

$$\tau_{v,d} = (V_d \cdot S_1) / (t \cdot I_{\text{eff}}) = 1,32 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = f_{v,k} \cdot k_{\text{mod}} / \gamma_M = 1,85 \text{ Mpa}$$

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

1,32 ≤ 1,85 ... VYHOVÍ

$$z_s = h/2$$

$$z_s = 152 \text{ mm}$$

$$z_i = z_s - t/2$$

$$t = 33 \text{ mm}$$

$$z_i = 136 \text{ mm}$$

- POSOUZENÍ - SMYK V DESCE:

$$\tau_{v,d} = (V_d * S_2) / (t * I_{eff}) = 0,64 \text{ MPa}$$

$$f_{v,d} = f_{v,k} * k_{mod} / \gamma_M = 1,85 \text{ Mpa}$$

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

0,64 ≤ 1,85 ... VYHOVÍ

Mezní stav použitelnosti:

$$w_{inst} = w_{inst,1} + w_{inst,2}$$

Průhyb od stálého zatížení:

$$w_{inst,1} = 5 * g_k * l^4 / (384 * E * I_y) = 4,82 \text{ mm}$$

Průhyb pd proměnného zatížení:

$$w_{inst,2} = 5 * q_k * l^4 / (384 * E * I_y) = 6,74 \text{ mm}$$

Celkový průhyb

$$\mathbf{w_{inst} = 11,56 \text{ mm}}$$

Limitní průhyb

$$\mathbf{w = l/300 = 25 \text{ mm}}$$

$$\underline{\underline{11,6 < 25}}$$

Nosník na průhyb vyhovuje

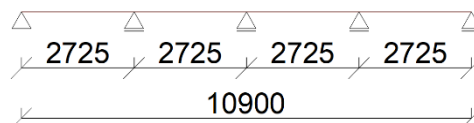
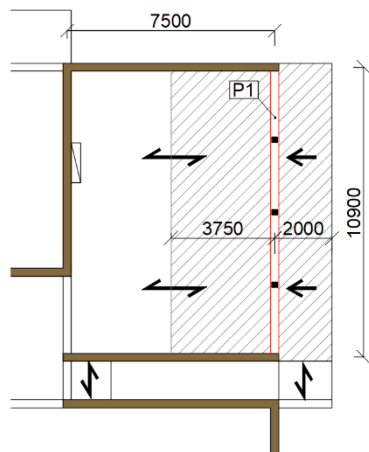
$$g_k = 0,85 \text{ kN/m'}$$
$$q_k = 1,19 \text{ kN/m'}$$
$$L = 7,5 \text{ m}$$

3.3 Nadokenní průvlak

Průvlaky na obvodových stěnách jsou podepřeny stěnových CLT panelech po krajích a uprostřed ocelovými sloupy.

Pro předběžný návrh bude posouzen průvlak na východní části u třídy A, na který působí nejvyšší zatížení. Maximální rozpětí je 7 500 mm (s vykonzolováním 2 000 mm) nad třídou A. Průvlak je podepřen 3 sloupy v osové vzdálenosti 2,725 m.

Schéma konstrukce:



Zatížení	g_k (kN/m^2)	ρ (kN/m^3)	B (m)	H (m)	g_k ($\text{kN/m}'$)	γ	g_d ($\text{kN/m}'$)
Stálé							
skladba stropní konstrukce - strop 2NP	2,51	-	-	3,75	9,43	1,35	12,73
skladba stropní konstrukce - balkon	0,64	-	-	2	1,28		1,73
vlastní tíha průvlaku	-	420	0,1	0,3	0,13		0,17
Nahodilé							
nahodilé zatížení (třída 2.NP)	3	-	-	3,75	11,25	1,5	16,88
nahodilé zatížení (balkon)	3	-	-	2	6,00		9,00
				g_k	28,08	g_d	40,50

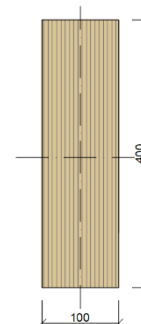
Materiál:

Je navržen nosník z vrstveného dřeva (LVL) – Ultralam R

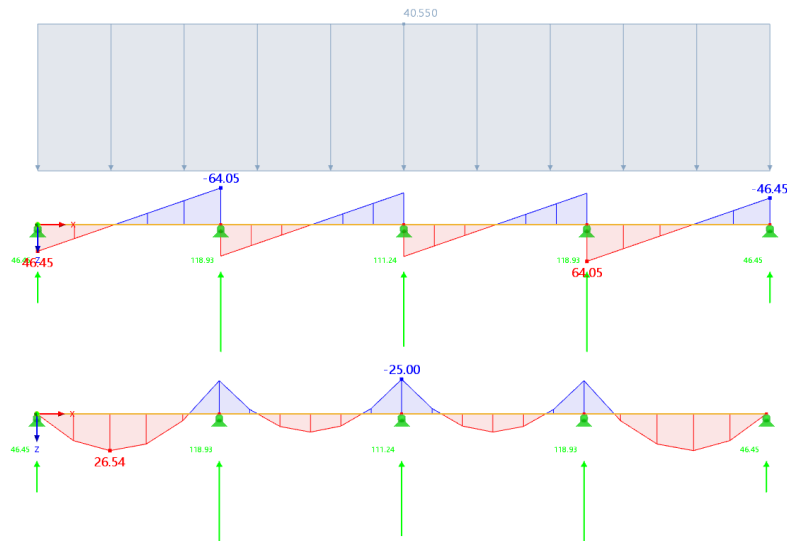
$f_{m,k}$ [MPa]	55
$f_{v,k}$ [MPa]	5,2
$E_{0,mean}$ [MPa]	15 600

Průřez obdélníkový: $b \times h$

$b = 100$ mm ... šířka
 $h = 400$ mm ... výška
 $A = 40\,000$ mm^2 ... plocha
 $W_v = 2,66 \times 10^6$ mm^3 ... průřezový modul
 $I_v = 5,33 \times 10^8$ mm^4 ... moment setrvačnosti



Mezní stav únosnosti:



- $M_{\max} = 26,54 \text{ kNm}$; $V_{\max} = 64,05 \text{ kN}$
- Reakce v podpoře: $F = 118,9 \text{ kN}$

- POSOUZENÍ - OHYB:

$$M_{\max} = \frac{26,54}{1} \text{ kNm}$$

$$f_{m,d} = \frac{f_{m,k} * k_{\text{mod}}}{\gamma_M} = 36,67 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{m,d} = 9,95 \text{ Mpa}$$

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

$$9,95 \leq 36,67 \quad \dots \quad \text{VYHOVÍ}$$

- POSOUZENÍ - SMYK:

$$V_{\max} = \frac{64,05}{1} \text{ kN}$$

$$k_{\text{crit}} = \frac{1}{1} = 1$$

$$f_{v,d} = \frac{f_{v,k} * k_{\text{mod}}}{\gamma_M} = 3,47 \text{ Mpa}$$

$$\tau_{v,d} = \frac{3}{2} \frac{V_{Ed}}{b h k_{\text{crit}}} = 2,402 \text{ Mpa}$$

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

$$2,40 \leq 3,47 \quad \dots \quad \text{VYHOVÍ}$$

Mezní stav použitelnosti:

$$w_{\text{inst}} = w_{\text{inst},1} + w_{\text{inst},2}$$

Průhyb od stálého zatížení:

$$w_{\text{inst},1} = \frac{5 * g_k * l^4}{384 * E * I_y} = 1,69 \text{ mm}$$

Průhyb pd proměnného zatížení:

$$w_{\text{inst},2} = \frac{5 * q_k * l^4}{384 * E * I_y} = 2,69 \text{ mm}$$

Celkový průhyb

$$w_{\text{inst}} = 4,38 \text{ mm}$$

Limitní průhyb

$$w = l/300 = 10,53 \text{ mm}$$

$$4,4 < 10,53$$

Nosník na průhyb vyhovuje

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

$$\gamma = 1,2$$

$$g_k = 10,8 \text{ kN/m}'$$

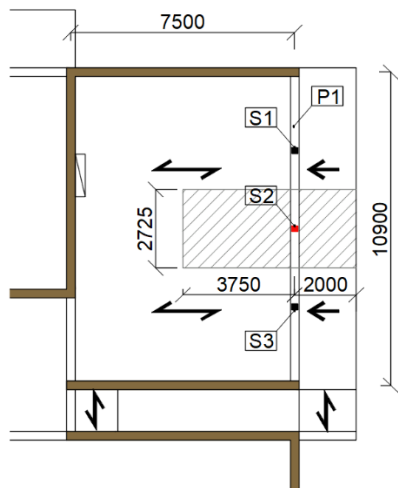
$$q_k = 17,3 \text{ kN/m}'$$

$$L = 2,725 \text{ m}$$

3.4 Okenní sloup

Meziokenní sloupy (podpírající nadokenní průvlak) budou navrženy ocelové kruhové. Pro předběžný návrh bude posouzen prostřední sloup podpírající nadokenní průvlak ve východní části u třídy A, na který působí nejvyšší zatížení (viz výpočet nadokenního průvlaku). Průvlak je podepřen 3 sloupy v osové vzdálenosti 2,725 m.

Schéma konstrukce:



Zatížení	g_k (kN/m ²)	ρ (kN/m ³)	L (m)	B (m)	H (m)	G_k (kN)	γ	G_d (kN)
Stálé								
Atika	0,89	-	2,725	0,6	-	1,46	1,35	1,97
R1 - skladba stropní konstrukce - strop 2NP	0,78	-	2,725	5,75	-	12,15		16,40
Nadokenní průvlak	0,89	-	2,725	0,4	-	0,98		1,32
C2 - skladba stropní konstrukce - strop 1NP	2,51	-	2,725	5,75	-	39,39		53,17
Nadokenní průvlak	0,89	-	2,725	0,4	-	0,98		1,32
Vlastní tíha sloupu	-	78,5	A (m ²) = 0,002		5,64	0,90		1,22
Nahodilé								
zatížení sněhem (střecha)	0,77	-	2,725	5,75	-	12,03	1,5	18,05
užitné zatížení (třída 2.NP)	3	-	2,725	5,75	-	47,01		70,51
příčky (2.NP; < 1,0 kN/m)	0,5	-	2,725	3,75	-	5,11		7,66
					N_k	120,00	N_d	171,62

Materiál:

Je navržena ocelová kruhová trubka (89×8,0 mm) z oceli S 235.

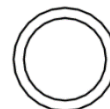
$h = 2,82$ m ... výška sloupu

$D \times t = 89 \times 8,0$ mm ... rozměr kruhové trubky

$A = 2036$ mm² ... plocha průřezu

$i_y = 28,8$ mm ... poloměr setrvačnosti

vzpěrná křivka: c



Posouzení vzpěrné únosnosti sloupu:

Vybočení ve směru osy x

- štíhlost: $\lambda_y = l_y/i_y = 97,92$

- poměrná štíhlost: $\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 1,28$

- vzpěrnostní součinitel: $\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = 0,397$

$\phi = 0,5 \left[1 + \alpha(\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2 \right] = 1,59$

Posouzení ve směru větší štíhlosti - dle osy z

$$N_{b,RD} = \frac{\chi \cdot A \cdot f_y}{\gamma_{M1}} = 189,7828 \text{ kN}$$

$$N_{c,D} \leq N_{b,RD}$$

171,62 ≤ 189,78

... **VYHOVÍ**

$$\lambda_1 = 93,9 \cdot \sqrt{\frac{235}{355}} = 76,4$$

$$\alpha = 0,49$$

4. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ZALOŽENÍ

Založení objektu je navrženo na betonových základových pasech z betonu C 16/20. Objekt má jedno podzemní podlaží. Obvodové stěny k zemině spodní stavby jsou navrženy z tvárníc ztraceného bednění vyplněné betonem C12/15.

4.1 Parametry podloží

V hloubce založení je zemina jemnozrnná (F5) – hlína se střední plasticitou (MI). Podzemní voda není uvažována.

- Hloubka založení: $h = 3,1 \text{ m}$
- Únosnost zeminy: $R_{dt} = 250 \text{ kPa}$

4.2 Výpočet zatížení

Základové pasy objektu budou navrženy na 1 bm v místě, kde nejsou otvory.

- Zatěžovací plocha: $A = 2,875 \text{ m}^2$ (orientačně v jižní části objektu)
- Výška stěn v 1.NP a 2.NP = 3,1 m
- Výška stěny v 1.PP = 2,95 m

Zatížení v patě stěny, na 1 běžný metr:

Zatížení	g_k (kN/m ²)	ρ (kN/m ³)	B (m)	H (m)	g_k (kN/m')	γ	g_d (kN/m')
Stálé							
Atika	0,89	-	0,6	-	0,54	1,35	0,72
R1 - skladba stropní konstrukce - strop 2NP	0,78	-	2,875	-	2,23		3,01
S1 - obvodová stěna 2NP	0,89	-	3,1	-	2,77		3,74
C2 - skladba stropní konstrukce - strop 1NP	2,51	-	2,875	-	7,23		9,76
S1 - obvodová stěna 1NP	0,89	-	3,1	-	2,77		3,74
C1 - skladba stropní konstrukce - strop 1PP	3,94	-	3	-	11,83		15,97
Tvárnice ztraceného bednění	-	23	2,85	0,25	16,39		22,12
Vlastní tíha základu	-	23	0,5	0,55	6,33		8,54
Nahodilé							
zatížení sněhem (střecha)	0,77	-	2,875	-	2,21	1,5	3,31
užitné zatížení (třída 2.NP)	3	-	2,875	-	8,63		12,94
příčky (2.NP; < 1,0 kN/m)	0,5	-	2,875	-	1,44		2,16
užitné zatížení (třída 1.NP)	3	-	2,875	-	8,63		12,94
příčky (1.NP; < 2,0 kN/m)	0,8	-	2,875	-	2,30		3,45
				g_k	73,28	g_d	102,40

4.3 Návrh rozměru pasu

Veličina	Hodnota	Jednotka
Únosnost zeminy - R_{dt}	250	kPa
Liniové zatížení - q_d	102,4	kN/m'
Šířka - b	0,5	m
Výška - h	0,55	m

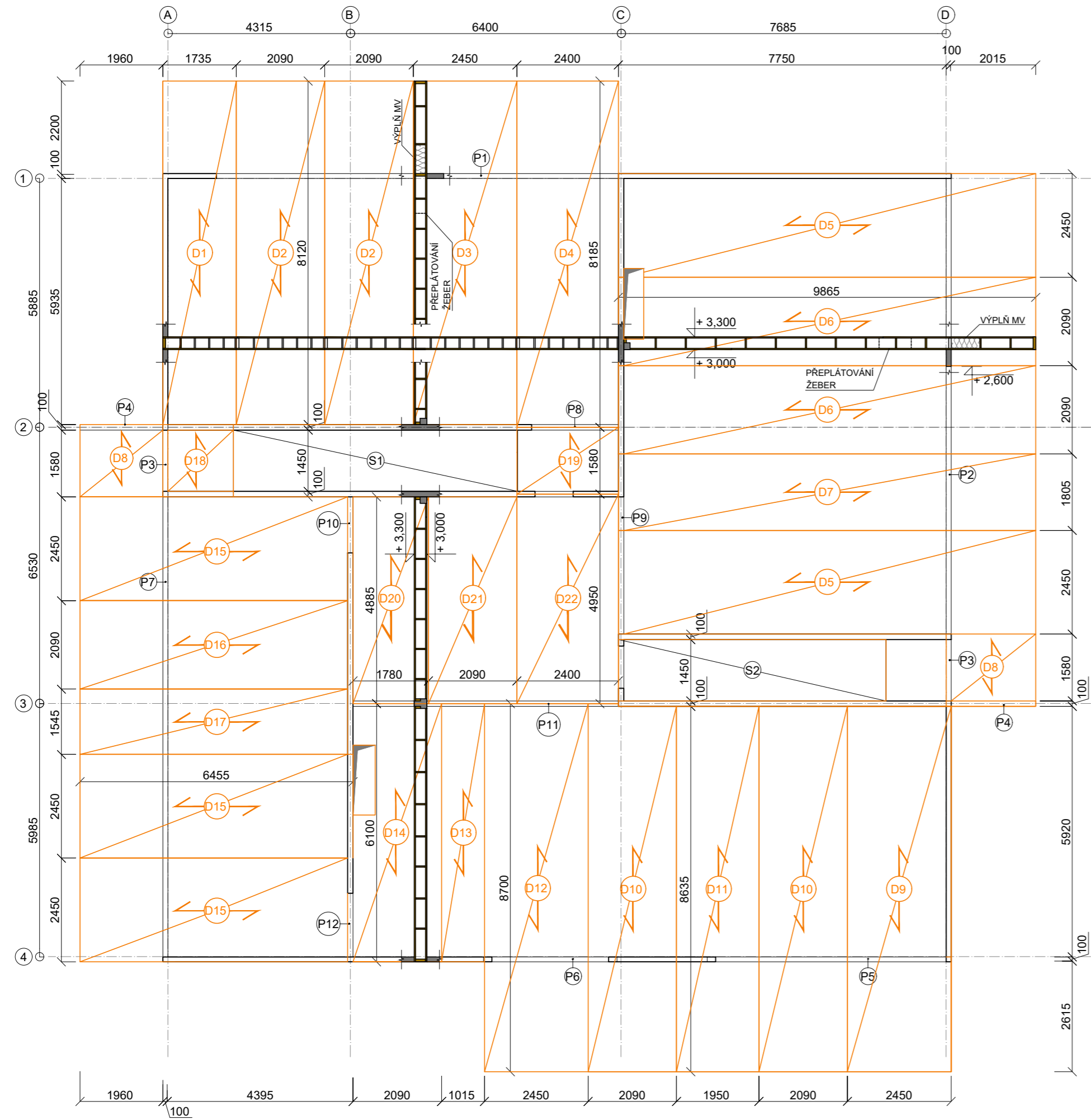
- POSOUZENÍ

$$\sigma = q_d / b = 204,8 \text{ MPa}$$

$$\sigma \leq R_{dt}$$

$$204,8 \leq 250,00 \dots \text{ VYHOVÍ}$$

STROP NAD 1.NP (M1:100)



TABULKA - PANELE

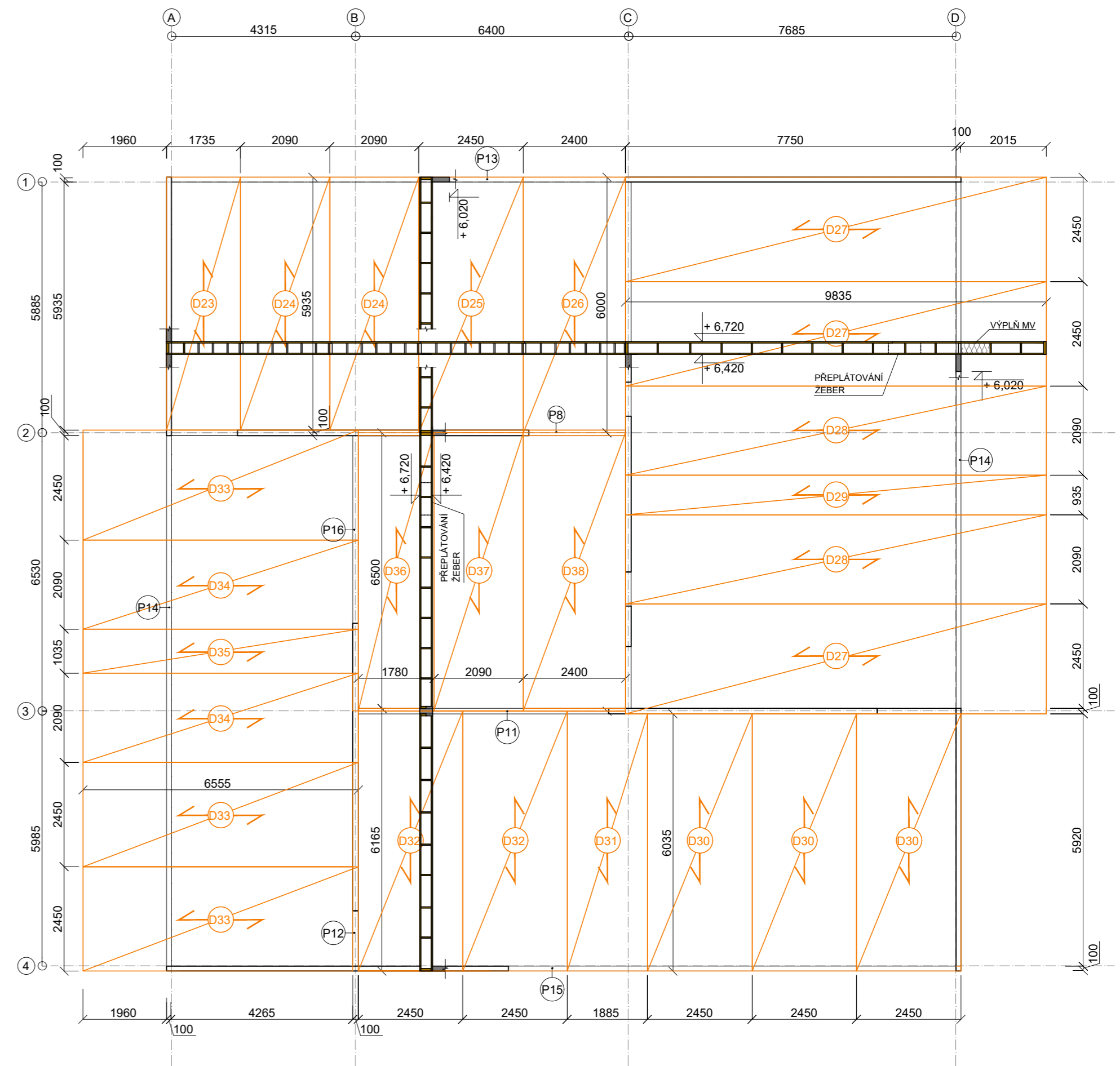
Ozn.	Rozměr Š×D (mm)	Počet (ks)
D1	1735 × 8120	1
D2	2090 × 8120	2
D3	2450 × 8120	1
D4	2400 × 8185	1
D5	2450 × 9740	2
D6	2090 × 9740	2
D7	1805 × 9740	3
D8	2000 × 1580	2
D9	2450 × 8635	1
D10	2090 × 8635	2
D11	1950 × 8635	1
D12	2450 × 8700	1
D13	1015 × 6100	1
D14	2090 × 6100	1
D15	2450 × 6455	3
D16	2090 × 6455	1
D17	1545 × 6455	1
D18	1560 × 1450	1
D19	2400 × 1580	1

Ozn.	Rozměr Š×D (mm)	Počet (ks)
D20	1780 × 4885	1
D21	2090 × 4885	1
D22	2400 × 4950	1
D23	1735 × 5935	1
D24	2090 × 5935	2
D25	2450 × 6000	1
D26	2400 × 6000	1
D27	2450 × 9835	3
D28	2090 × 9835	2
D29	935 × 9835	1
D30	2450 × 6032	3
D31	1885 × 6165	1
D32	2450 × 6165	1
D33	2450 × 6555	1
D34	2090 × 6555	3
D35	1035 × 6555	2
D36	1780 × 6500	1
D37	2090 × 6500	1
D38	2400 × 6500	1

TABULKA - PRŮVLAKY

Ozn.	Typ	Rozměr B×H (mm)	Délka L (mm)	Počet (ks)
P1	LVL (ULTRALAM-R)	100 × 400	10000	1
P2	LVL (ULTRALAM-R)	100 × 400	10950	1
P3	BSH GI 28c	100 × 200	1450	1
P4	BSH GI 28c	100 × 250	4000	1
P5	LVL (ULTRALAM-R)	100 × 400	5800	1
P6	BSH GI 28c	100 × 300	3200	1
P7	LVL (ULTRALAM-R)	100 × 400	11400	1
P8	BSH GI 28c	100 × 200	2400	2
P9	BSH GI 28c	180 × 300	3400	1
P10	BSH GI 28c	100 × 200	1800	1
P11	BSH GI 28c	180 × 300	6800	2
P12	BSH GI 28c	100 × 200	2000	1
P13	LVL (ULTRALAM-R)	100 × 400	11000	1
P14	LVL (ULTRALAM-R)	100 × 400	12000	2
P15	LVL (ULTRALAM-R)	100 × 400	10800	1
P16	BSH GI 28c	180 × 300	4600	1

STROP NAD 2.NP (M1:100)



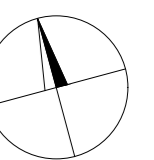
POZNÁMKY

- Panely NOVATOP Element - standardní délka 6000 mm, delší prvky spojené cínovým spojem, modulové šířky 1035, 2090 a 2450 mm

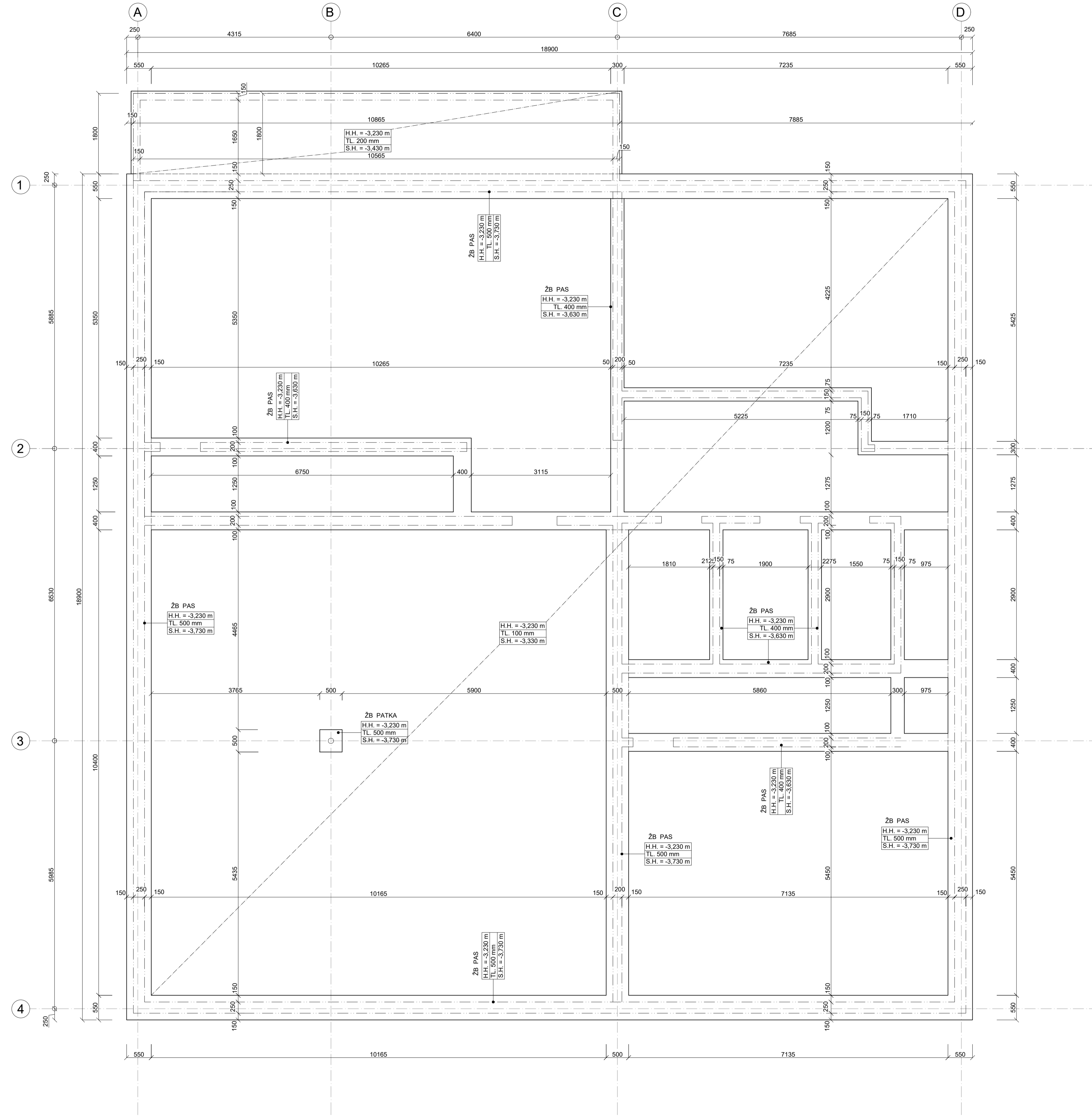
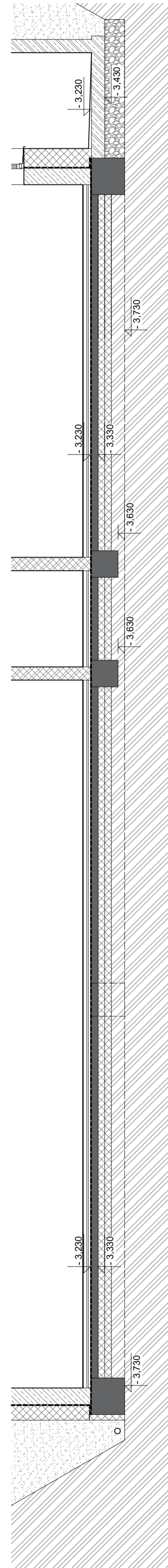
S1, S2 - schodiště CLT

±0,000 = 350,000 m.n.m. Bpv

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, Ph.D.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra konstrukcí pozemních staveb			Datum 4/2023
Název: Návrh energeticky efektivní mateřské školy			Meřítko 1:100
Příloha: STROP NAD 1.NP / 2.NP			Číslo výkresu D.1.2.3
			Konzultant Ing. Kamil Staněk, Ph.D. Ing. Lukáš Velebil, Ph.D.



VÝKRES TVARU ZÁKLADŮ (M1:50)



LEGENDA MATERIÁLŮ

- BETON C16/20
- TVÁRNICE ZTRACENÉHO BEDNĚNÍ, 500×250×250 mm, VYPLNĚNÉ BETONEM C12/15
- NOSNÉ CIHLOVÉ BLOKY AKU, 497×200×249 mm / 497×140×249 mm
- TEPelná IZOLACE XPS
- HYDROIZOLACE
- ROSTLÝ TERÉN
- NASYPANÁ ZEMINA

±0,000 = 496,000 m.n.m. Bpv

Zpracoval Bc. Jakub Wright	Vedoucí diplomové práce Ing. Kamil Staněk, PhD.	Školní rok 2022-2023	Fakulta stavební ČVUT
Diplomová práce - Katedra konstrukcí pozemních staveb			Datum 4/2023
Název: Návrh energeticky efektivní mateřské školy			Meřítko 1:50
Příloha: VÝKRES TVARU ZÁKLADŮ			Číslo výkresu D.1.2.4
			Konzultant Ing. Kamil Staněk, PhD.

