

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
katedra betonových a zděných konstrukcí
+
Rozvojové projekty MŠMT
Rozvojové projekty mladých týmů – RPMT 2015

„Podpora projektové výuky betonových a zděných konstrukcí“



PŘEDBĚŽNÝ STATICKÝ VÝPOČET
vzor

Vypracoval
kolektiv autorů katedry K133

OBSAH :

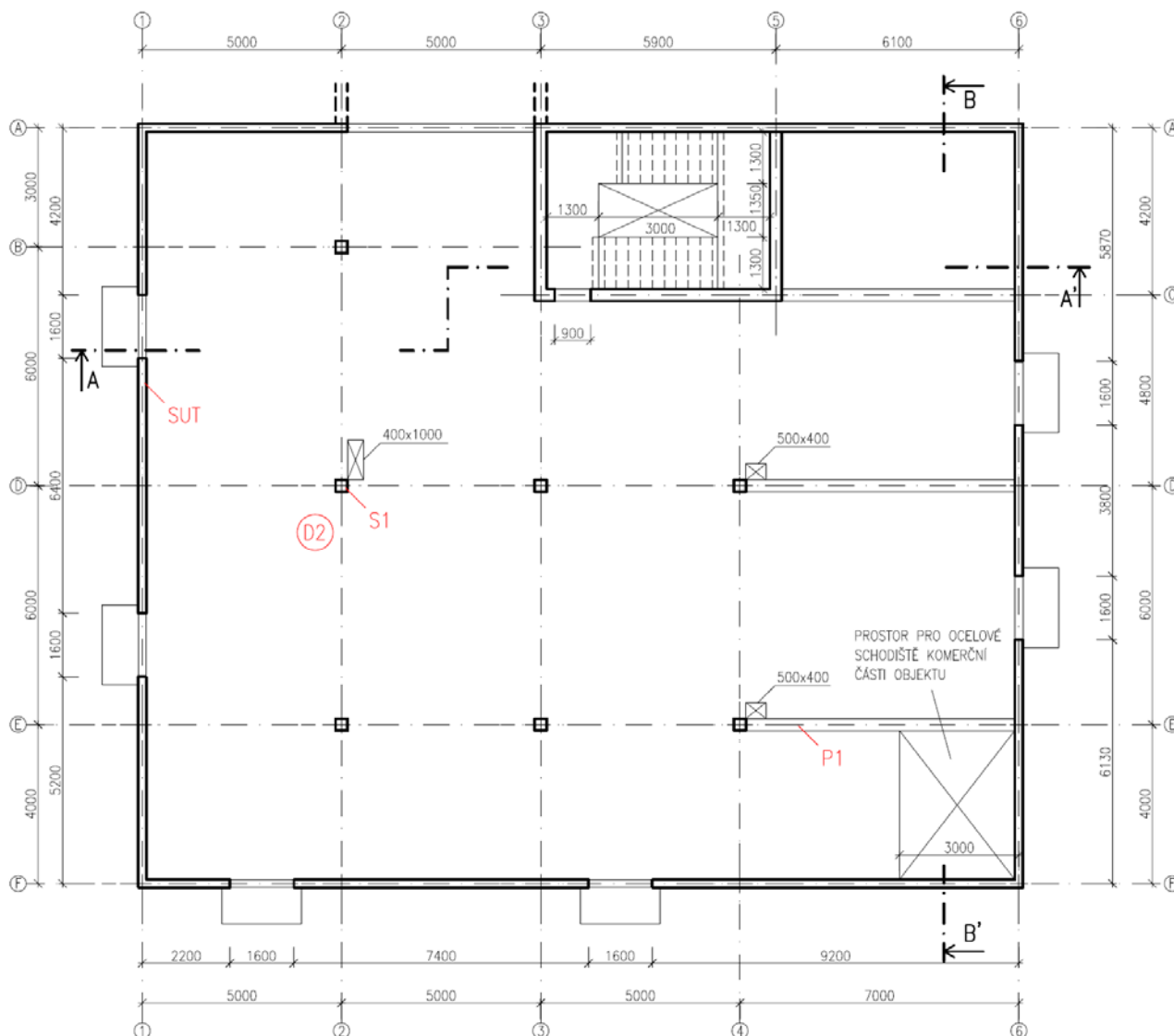
1	SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE	3
1.1	Konstrukční schémata	3
1.2	Použité materiály	8
2	PŘEHLED ZATÍŽENÍ	8
2.1	Stálé zatížení	8
2.1.1	Nosné konstrukce	8
2.1.2	Podlahy	8
2.1.3	Střešní plášť	9
2.1.4	Obvodový plášť	10
2.1.5	Příčky	10
2.1.6	Schodišťové stupně	11
2.1.7	Zemní tlak	11
2.2	Proměnné zatížení	12
2.2.1	Užitné zatížení	12
2.2.2	Zatížení sněhem	12
2.2.3	Zatížení větrem	13
3	PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ	14
3.1	Stropní deska	14
3.2	ŽB průvlaky	20
3.3	Svislé nosné konstrukce	23
3.3.1	Zděné stěny 2NP, 3NP	23
3.3.2	ŽB stěny 1NP	25
3.3.3	Vnitřní ŽB sloupy 1PP, 1NP	26
3.3.4	Suterénní stěny	27
3.4	Schodiště	30
3.5	Předsazené konstrukce	31
3.6	Základové konstrukce	32
3.7	Prostorová tuhost objektu	34
3.8	Opěrná ŽB stěna u vjezdu do garáží	34
3.9	Skica tvaru	35
	Literatura	40

1. Schéma a popis konstrukce

1.1 Konstrukční schémata

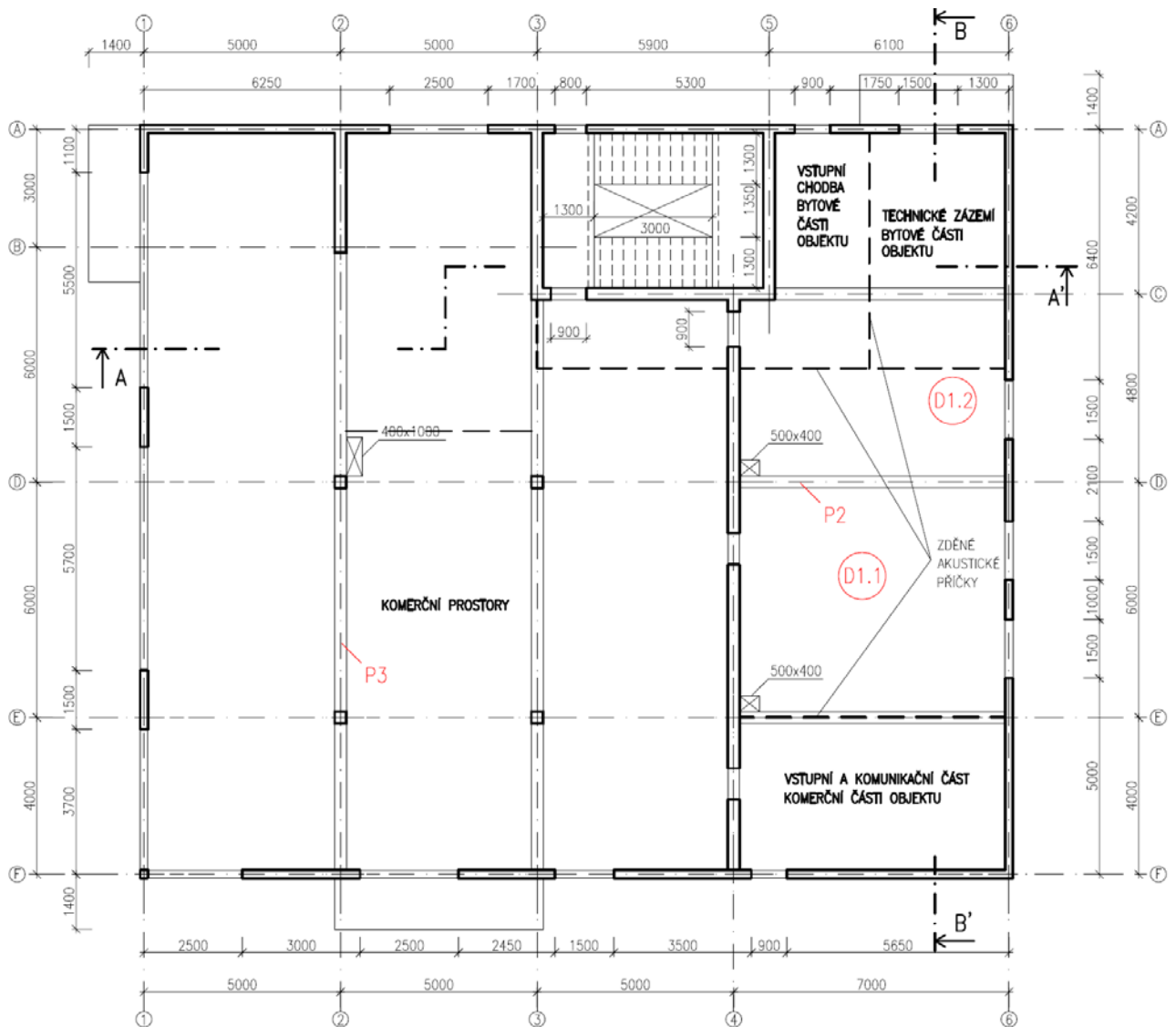
- ❖ zobrazena půdorysná konstrukční schémata jednotlivých podlaží (svislé nosné konstrukce daného podlaží a vodorovné nosné konstrukce nad daným podlažím) + 2 schématické konstrukční řezy objektem

Konstrukční schéma 1PP:



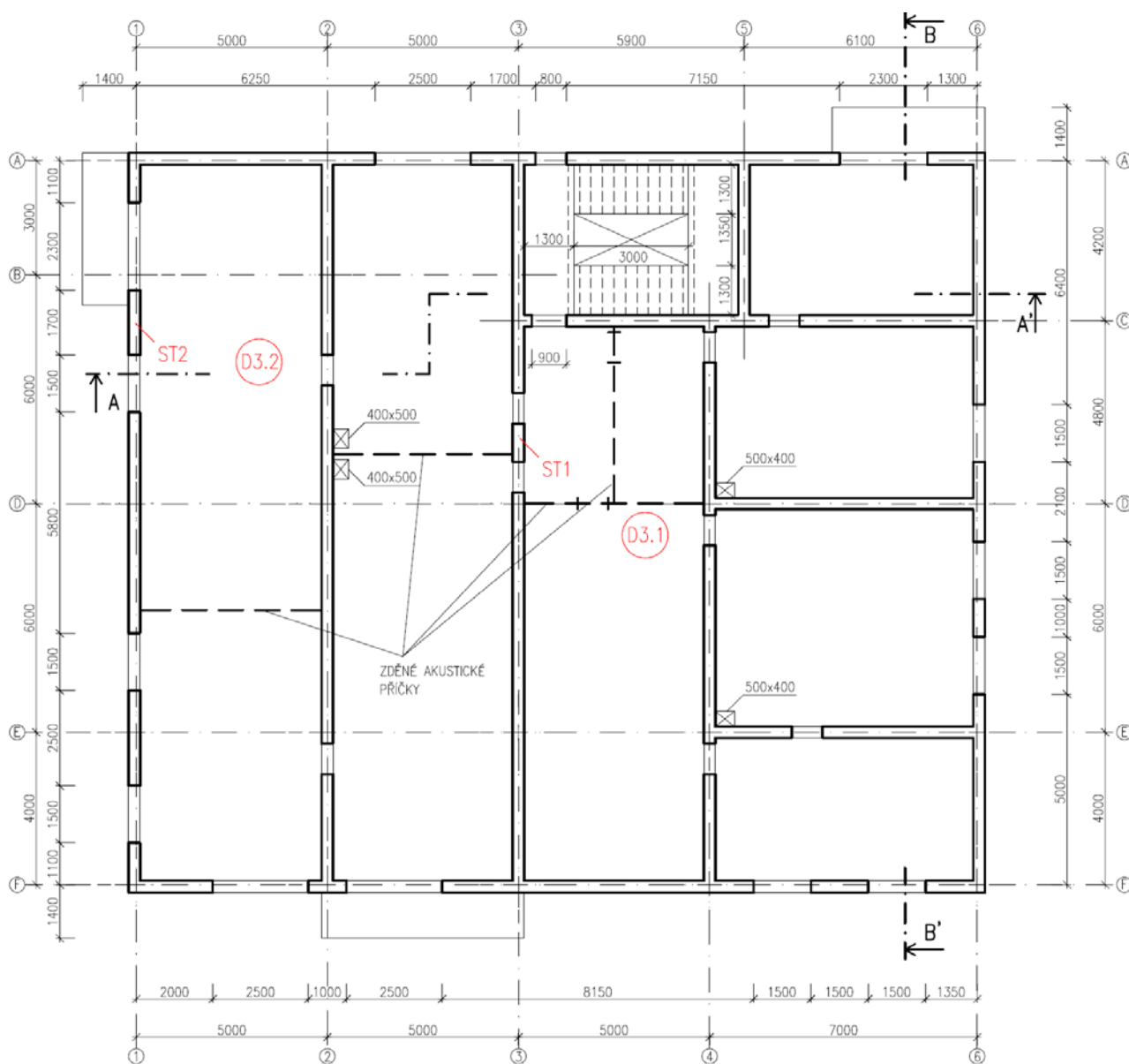
- konstrukční výška podlaží: 2,7 m
- účel využití podlaží: parkoviště, technické zázemí objektu, schodiště
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska + ŽB monolitické průvlaky
- svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny (obvodové a schodišťové) a sloupy
- schodiště: dvouramenné, ŽB monolitické

Konstrukční schéma 1NP:



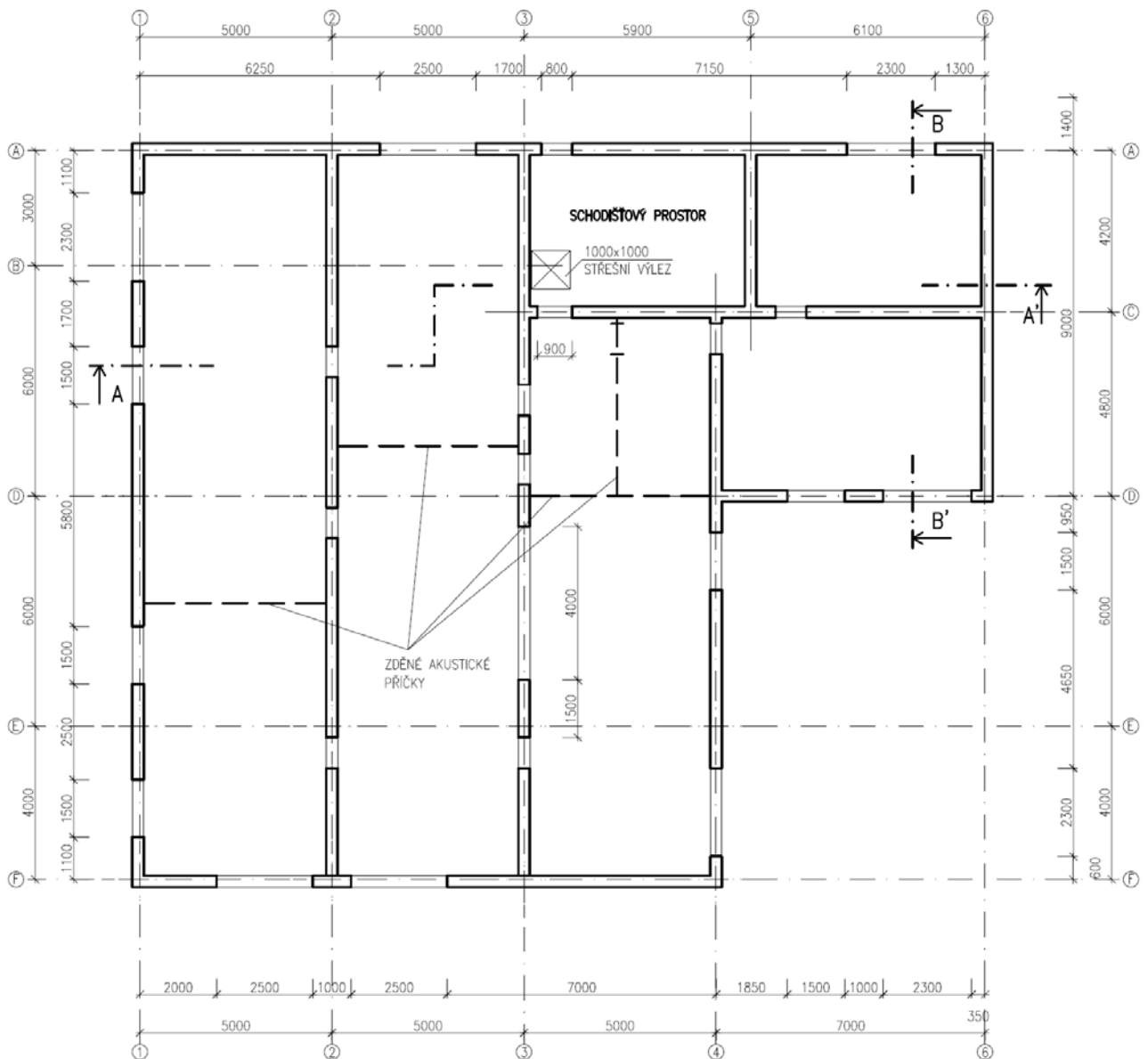
- konstrukční výška podlaží: 3,3 m
- účel využití podlaží: vstupní část bytového domu, technické zázemí bytového domu, komerční prostory, schodiště
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska + ŽB monolitické průvlaky
ŽB monolitické balkónové desky
- svislé nosné konstrukce: ŽB monolitické stěny (vnitřní i obvodové) a sloupy
- schodiště: dvouramenné, ŽB monolitické

Konstrukční schéma 2NP:



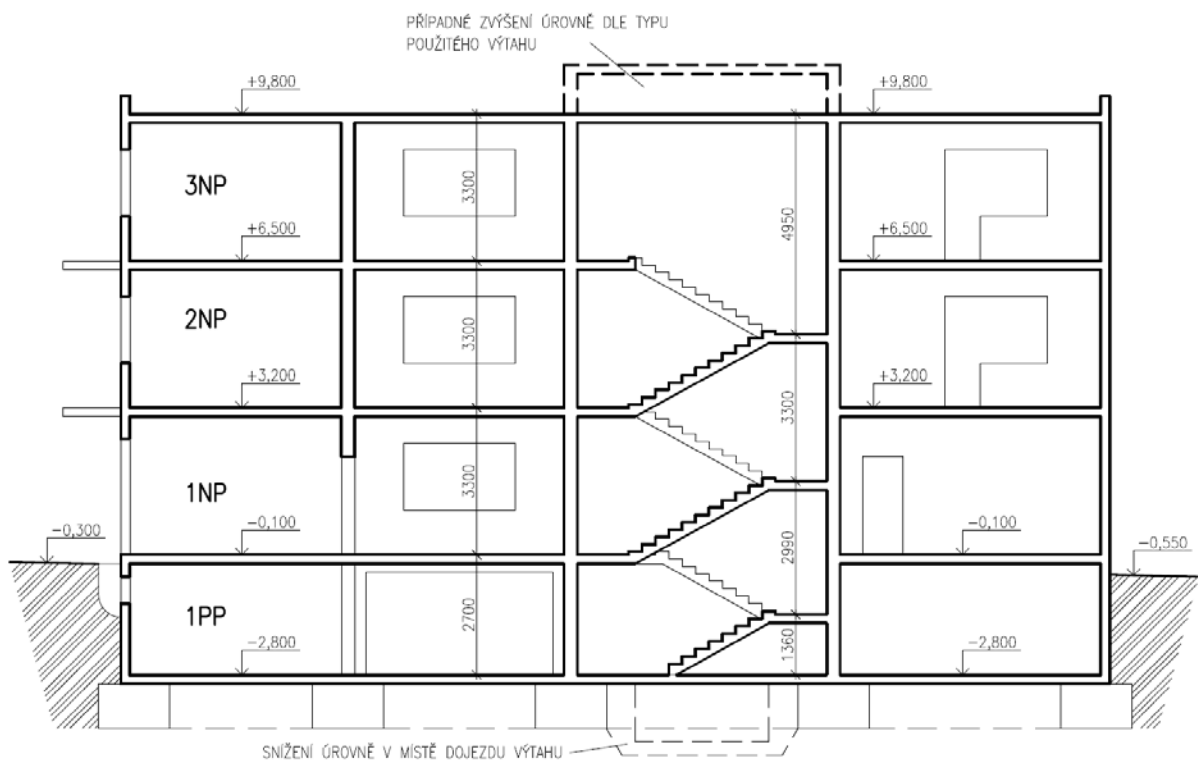
- konstrukční výška podlaží: 3,3 m
- účel využití podlaží: bytové prostory, schodiště
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska
ŽB monolitické balkónové desky
- svislé nosné konstrukce: zděné stěny (vnitřní i obvodové)
- schodiště: dvouramenné, ŽB monolitické

Konstrukční schéma 3NP:

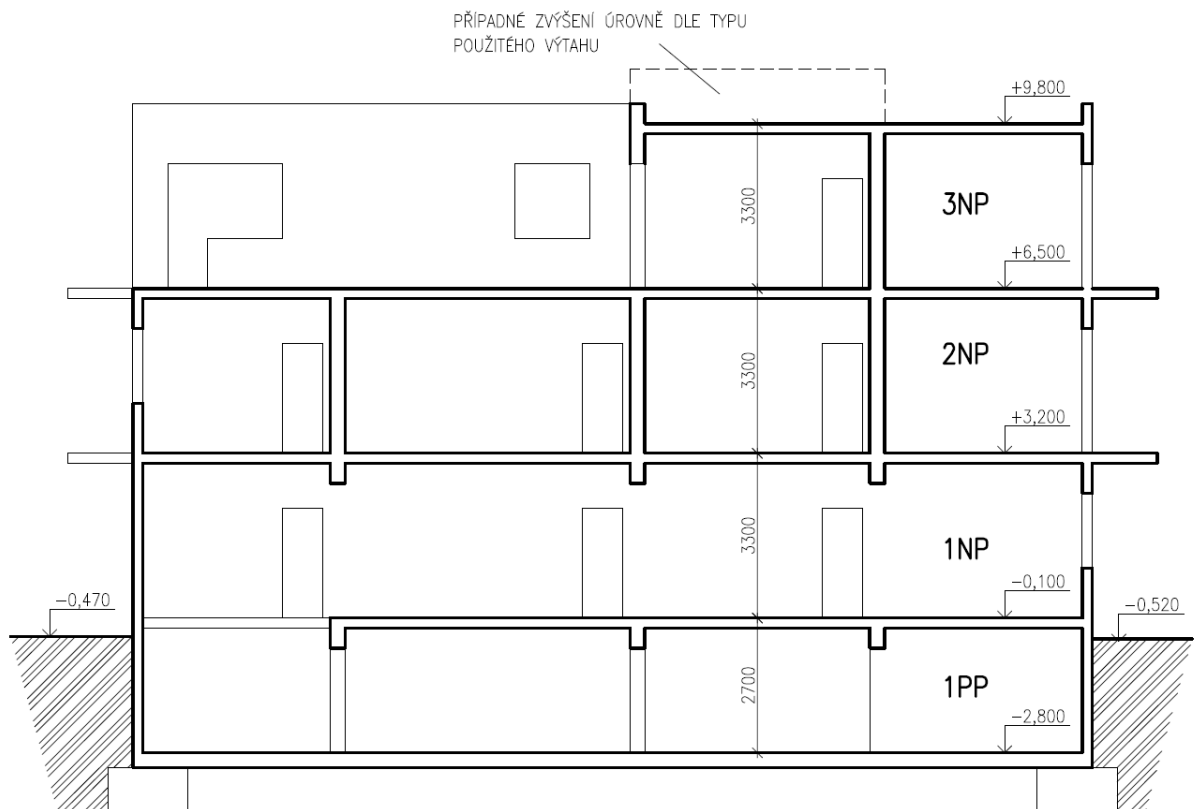


- konstrukční výška podlaží: K.V. = 3,3 m
- účel využití podlaží: bytové prostory, schodiště, terasa
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska
- svislé nosné konstrukce: zděné stěny (vnitřní i obvodové)

Konstrukční schéma - ŘEZ A-A':



Konstrukční schéma - ŘEZ B-B':



1.2 Použité materiály

- beton: suterénní stěny a základy : C 25/30 XC2 (CZ) - Cl 0,2 - D_{max} 16 - S3
ostatní nosné konstrukce : C 30/37 XC1 (CZ) - Cl 0,2 - D_{max} 16 - S3
*) $E_{cm} = 33 \text{ GPa}$
- použitá ocel: B 500 B
- nosné zdivo: zdivo z vylehčených keramických bloků P15 na MC5
keramické okenní a dveřní překlady

*) Pozn.: Modul pružnosti betonu nepatří do povinné specifikace, uvádí se pouze v případě, že projektant vyžaduje konkrétní hodnotu.

2. Přehled zatížení

2.1 Stálé zatížení

2.1.1 Nosné konstrukce

- ❖ vlastní tíha nosných prvků - viz předběžný návrh prvků, kapitola 3

2.1.2 Podlahy

- podlaha A - chodba 1PP, parkovací plochy 1PP, technické zázemí objektu 1PP:

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
protiskluzný epoxidový nátěr	1	1400	0,02

- podlaha B - komerční prostory 1NP, byty 2NP a 3NP, technické zázemí objektu 1NP:

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
antistatické PVC + lepidlo	5	1200 (PVC 760)	0,06
anhydritový potěr	65	2100	1,37
separační vrstva - PE folie	-	-	-
minerální kročejová izolace	30	35	0,01
			1,44

- podlahy C - koupelny, umývárny, WC:

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
keramická dlažba + lepidlo	15	2800	0,42
hydroizolační stěrka	5	2400	0,12
anhydritový potěr	50	2100	1,05
separační vrstva - PE folie	-	-	-
minerální kročejová izolace	30	35	0,01
			1,60

- podlaha D - balkóny 2NP a 3NP, terasa 3NP:

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
dřevěné terasové dlaždice	17	400	0,07
ochranný vodotěsný nátěr	-	-	-
spádová betonová mazanina	40-60	2400	1,20
			1,27

- podlaha E - vstupní chodba bytové části objektu 1NP, schodišťové podesty a mezipodesty, chodba 2NP a 3NP:

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
keramická dlažba + lepidlo	15	2800	0,42
anhydritový potěr	55	2100	1,16
separační vrstva - PE folie	-	-	-
minerální kročejová izolace	30	35	0,01
			1,59

- podlaha F - schodišťová ramena:

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
kamenná dlažba + lepidlo	30	2800	0,84

Souhrn zatížení podlahou :

- V suterénu je podlaha tvořena pouze epoxidovým nátěrem (0,02 kN/m²).
⇒ **Ize zanedbat**
- Ve vnitřních prostorách 1NP - 3NP jsou navrženy anhydritové tl. 100 mm, s různými nášlapnými vrstvami.
⇒ **Uvažovaná jednotná vlastní tíha podlah užitných prostor 1NP - 3NP :**

$$g_k = 1,60 \text{ kN/m}^2$$

2.1.3 Střešní plášť

- střecha plochá jednoplášťová:

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
plavené kamenivo fr. 16/32	120	2100	2,52
ochranná a filtrační textilie	2	150	0,01
vrchní modifikovaný asfaltový pás	4	1100	0,05
podkladní modifik. asfaltový pás	3	1100	0,03
EPS 100 sabil	260	35	0,09
parotěsná zábrana - mod. asfalt. pás	3	1100	0,03
asfaltový mod. penetrační nátěr	-	1400	-
			2,73

2.1.4 Obvodový plášť

Nosnou vrstvu obvodového pláště objektu tvoří železobetonové stěny (1NP) a zděné stěny (2NP a 3NP) - zatížení viz předběžný návrh prvků, **kapitola 3.3.1 a 3.3.2.**

Na horní stavbě objektu použit kontaktní zateplovací systém s tepelnou izolací (stabilizovaný pěnový polystyren) tl. 200 mm (ŽB stěna), rep. 100 mm (zděná stěna).

- vlastní tíha tepelné izolace: $g_{0, EPS-1NP,k} = \gamma_{EPS} \cdot t_{1NP} = 0,35 \cdot 0,2 = 0,07 \text{ kN/m}^2$
 $g_{0, EPS-2NP,k} = \gamma_{EPS} \cdot t_{2NP} = 0,35 \cdot 0,1 = 0,035 \text{ kN/m}^2$

⇒ lze zanedbat

2.1.5 Příčky

V komerčních prostorách 1NP jsou umístěny **sádrokartonové příčky** na kovovém roštu s jednoduchým opláštěním, tl. 100 mm.

- plošná hmotnost příčky: 25 kg/m^2
- světlá výška místnosti: $3,1 \text{ m}$
- vlastní tíha příčky: $g_k = 25 \cdot 0,01 \cdot 3,1 = 0,78 \text{ kN/m}'$

⇒ Pro přemístitelné příčky s vlastní tíhou $\leq 1,0 \text{ kN/m}'$ délky příčky lze uvažovat náhradní rovnoměrné zatížení stropní konstrukce:

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

Bytové prostory v 2NP a 3NP jsou odděleny **zděnými akustickými stěnami** POROTHERM 30 AKU P+D - umístění viz konstrukční schémata.

- plošná hmotnost stěny: 362 kg/m^2
- světlá výška místnosti (odhad): $3,1 \text{ m}$ mimo průvlaky; $2,7 \text{ m}$ v místě průvlaků
- vlastní tíha stěny: $g_k = 362 \cdot 0,01 \cdot 3,1 = 11,22 \text{ kN/m}'$... mimo průvlaky

$$g_k = 362 \cdot 0,01 \cdot 2,7 = 9,77 \text{ kN/m}' \text{ ... v místě průvlaků}$$

Ostatní dělicí příčky objektu jsou zděné, tl. 100 a 150 mm.

⇒ Z důvodu neznámého konkrétního rozmístění příček bude zatížení od jejich vlastní tíhy započítáno pomocí náhradního rovnoměrného plošného zatížení: *)

$$g_k = 1,2 \text{ kN/m}^2 \text{ ... odhad}$$

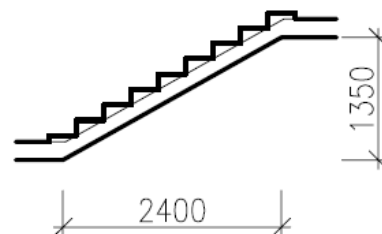
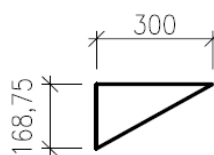
*) Pozn.: V případě větší koncentrace příček nutno hodnotu náhradního rovnoměrného zatížení přesněji spočítat.

2.1.6 Schodišťové stupně

schody 1PP:

- konstrukční výška podlaží: 2,7 m
- počet stupňů v podlaží: 2 × 8
- šířka schod. stupně: 300 mm
- výška schod. stupně: $\frac{2700}{2 \cdot 8} = 168,75 \text{ mm}$

schod. stupeň



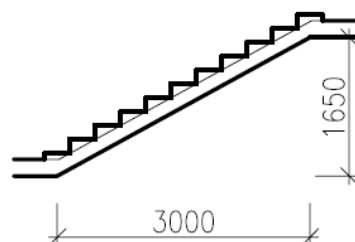
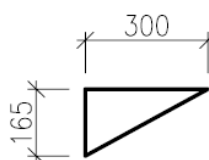
⇒ náhradní spojité zatížení od schodišťových stupňů:

$$g_k = \frac{1}{2} \cdot 0,16875 \cdot 24 = 2,03 \text{ kN/m}^2$$

schody 1NP a 2NP:

- konstrukční výška podlaží: 3,3 m
- počet stupňů v podlaží: 2 × 10
- šířka schod. stupně: 300 mm
- výška schod. stupně: $\frac{3300}{2 \cdot 10} = 165 \text{ mm}$

schod. stupeň



⇒ náhradní spojité zatížení od schodišťových stupňů:

$$g_k = \frac{1}{2} \cdot 0,165 \cdot 24 = 1,98 \text{ kN/m}^2$$

2.1.7 Zemní tlak

Zásyp podzemní části objektu bude proveden nenamrzavou zeminou s následujícími vlastnostmi:

- charakteristická objemová tíha zeminy : $\gamma_{zem,k} = 19,5 \text{ kN/m}^3$
- návrhový efektivní úhel vnitřního tření : $\varphi_d = 32^\circ$
- užité zatížení na terénu: $q_{0,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$
- souč. zemního tlaku: a) v klidu: $K_0 = 1 - \sin \varphi_d = 1 - \sin 32 = 0,47$...**suterénní stěny**

b) aktivní: $K_a = \frac{1 - \sin \varphi_d}{1 + \sin \varphi_d} = \frac{1 - \sin 32}{1 + \sin 32} = 0,31$...**opěrné stěny**

⇒ Charakteristický zemní tlak: $\sigma_{i,k} = K_i \cdot (q_{0,k} + \gamma_{zem,k} \cdot h_i) = K_i \cdot (5,0 + 19,5 \cdot h_i)$

- ❖ Hladina podzemní vody nebyla při hydrogeologickém průzkumu do hl. 6,0 m zastížena.

2.2 Proměnné zatížení

2.2.1 Užité zatížení

- 1PP - parkovací plochy pro lehká vozidla - kategorie F :

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

- 1NP - komerční prostory (plocha v malých obchodech) - kategorie D1:

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

- 1NP, 2NP, 3NP - bytová část objektu - kategorie A:

- stropní konstrukce: $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$

- schodiště: $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$

- balkóny: $q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$ $Q_k = 3,0 \text{ kN}$

- nepřístupná střecha s výjimkou běžné údržby a oprav - kategorie H:

$$q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Pozn.: Redukci užitého zatížení s ohledem na počet podlaží (1PP + 3NP) není nutné v rámci předběžného návrhu uvažovat.

2.2.2 Zatížení sněhem

- plochá střecha : $\alpha < 30^\circ \Rightarrow$ tvarový součinitel : $\mu_1 = 0,8$

- součinitel expozice : $C_e = 1$

- součinitel tepla : $C_t = 1$

- Jihlava - sněhová oblast III \Rightarrow charakteristické zatížení sněhem : $s_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

\Rightarrow **Průměrné zatížení sněhem :** $s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,5 = 1,2 \text{ kN/m}^2$

❖ **Hodnota proměnného zatížení střechy bude uvažována jako větší z hodnot:**

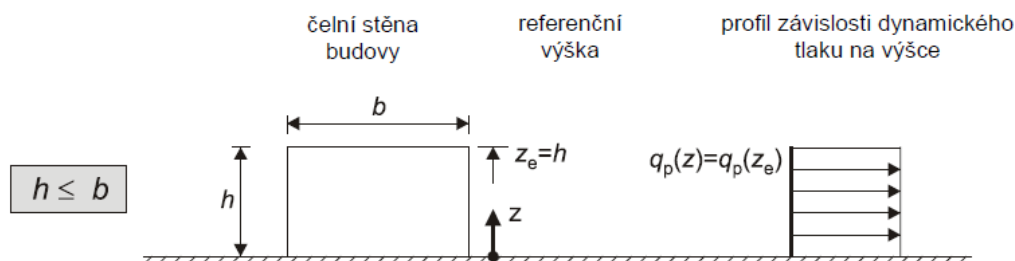
- užité zatížení střechy: $0,75 \text{ kN/m}^2$

- zatížení sněhem: $1,2 \text{ kN/m}^2$

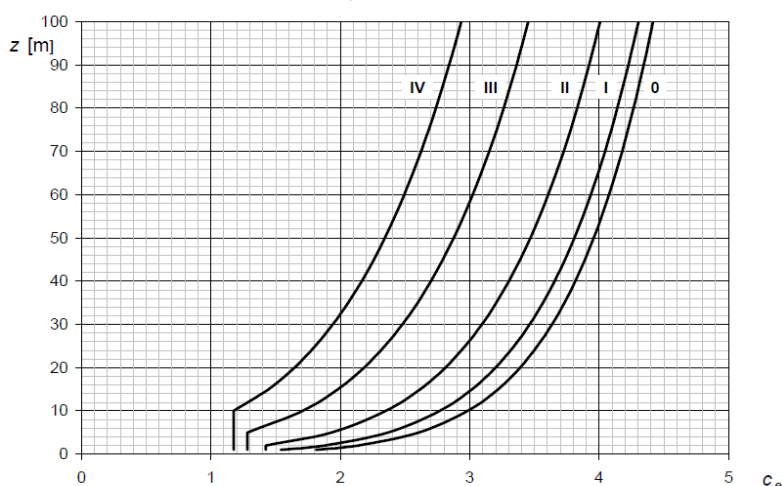
\Rightarrow **Proměnné zatížení střechy:** $q_{stř,k} = 1,2 \text{ kN/m}^2$

2.2.3 Zatížení větrem

- Jihlava - větrná oblast II \Rightarrow základní rychlost větru : $v_b = 25 \text{ m/s}$
 \Rightarrow základní rychlost větru : $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$
- kategorie terénu III - plocha rovnoměrně pokrytá vegetací, budovami a překážkami
- výška atiky nad terénem: $h = 10,7 \text{ m} \leq b = 19 \text{ m} \Rightarrow z = h = 10,7 \text{ m}$



\Rightarrow součinitel expozice : $c_e(z) = 1,75$



Z hlediska účinku na ztužující konstrukce objektu (schodišťové jádro, železobetonové a zděné nosné stěny) hraje rozhodující roli tlak větru na návětrné straně objektu (oblast D) a současné sání větru na závětrné straně objektu (oblast E). Výsledný součinitel můžeme uvažovat jako součet těchto dvou hodnot.

- délka obvodové stěny : příčný směr : $d = 19,1 \text{ m} \Rightarrow h/d = 0,56$
 podélný směr : $d = 22,0 \text{ m} \Rightarrow h/d = 0,49$
- součinitel vnějšího tlaku :

Oblast	D	E
Příčný směr	0,74	-0,38
Podélný směr	0,73	-0,36

\Rightarrow součinitel vnějšího tlaku : $c_{pe} = 0,74 + 0,38 = 1,12$

\Rightarrow **Charakteristická hodnota zatížení větrem:**

$$w_k = q_b \cdot c_e(z) \cdot c_{pe} = 0,39 \cdot 1,75 \cdot 1,12 = 0,76 \text{ kN/m}^2$$

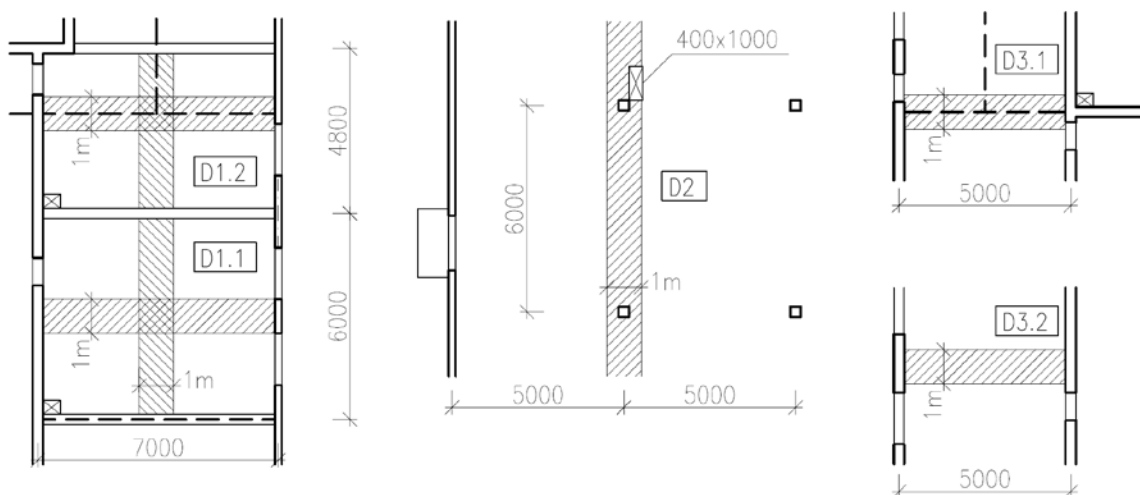
3. Předběžný návrh a posouzení nosných prvků

3.1 Stropní deska

Stropní desky budou provedeny v celém objektu jako monolitické, železobetonové. Vzhledem k podobnému rozpětí i zatížení jednotlivých částí budou navrženy v jednotné tloušťce.

❖ beton: C 30/37
$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

Schémata konstrukcí:



- návrh na základě splnění podmínky ohybové štíhlosti desky:

$$\lambda = \frac{L}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} \quad \Leftrightarrow \quad d \geq \frac{L}{\lambda_d}$$

$\kappa_{c1} = 1$ obdélníkový průřez

$\kappa_{c2} = 1$ rozhodující rozpětí desky $L < 7,0 \text{ m}$ *)

$\kappa_{c3} = 1,2$ odhad součinitele napětí tahové výztuže

- předpokládaný stupeň vyztužení desek $\rho \leq 0,5\%$
- předpokládaný profil výztuže: 10 mm
- předpokládané krytí výztuže: 20 mm

typ podepření	L [m]	$\lambda_{d,tab}$	λ_d	d [mm]	h_d [mm]
po obvodě podepřená d. (D1) - 1PP, 1NP	6,0 *)	30,8	37,0	162	188
lokálně podepřená d. (D2) - 1PP	6,0 *)	24	28,8	208	238
jednosměrně pnutá d. (D3) - 1NP, 2NP, 3NP	5,0	26,0	31,2	160	186

*) Pozn.: U obdélníkové desky po obvodě podepřené je rozhodující kratší rozpětí pole, u lokálně podepřené desky delší rozpětí pole.

- empirický návrh tloušťky desky :
 - po obvodě podepřená deska 7 x 6 m (D1) - 1PP, 1NP - viz str. 4, 5

$$h_d \geq \frac{1}{75} \cdot (L_{1,x} + L_{1,y}) + \Delta = \frac{1}{75} \cdot (7000 + 6000) + \Delta = 182 + \Delta \text{ mm}$$
 - lokálně podepřená deska 6 x 5 m (D2) - 1PP - viz str. 4

$$h_d \geq \frac{1}{33} \cdot L_2 = \frac{1}{33} \cdot 6000 = 182 \text{ mm}$$
 - jednosměrně pnutá ŽB deska, L = 5m (D3) - 1NP, 2NP, 3NP - viz str. 5, 6, 7

$$h_d \geq \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot L_3 = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot 5000 = 167 \div 200 \text{ mm}$$

⇒ **návrh** : deska **1PP**: $h_d = 240 \text{ mm}$

deska **1NP-3NP**: $h_d = 200 \text{ mm}$

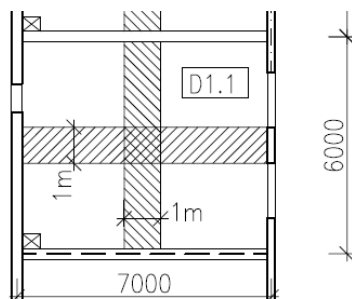
Ověření desek z hlediska únosnosti v ohybu:

⇒ **Metoda výpočtu momentů musí odpovídat typu desky.**

Pro výpočet ohybových momentů desek D1.1 a D1.2 (po obvodě podepřené desky) použity statické tabulky pro plastické rozdělení momentů *) [13].

*) pozn.: Plastické tabulky je možno použít jen v případě splnění předpokladů pro jejich použití - konstantní tloušťka desky, nepoddajné podepření po obvodě, zabránění zvedání rohů desky, rozpětí následných polí se neliší více než o 20% většího z nich!

❖ **část stropní desky D1.1 - 1PP:** po obvodě podepřená deska



		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 200 mm	0,2 · 25	5,0	1,35	6,75
podlaha	(viz str. 9)	1,6	1,35	2,16
zděné příčky - náhradní stálé zat.	(viz str. 10)	1,2	1,35	1,62
užitné zat. - komerční prostory	(viz str. 12)	5,0	1,50	7,50
(g+q)_d =				18,03

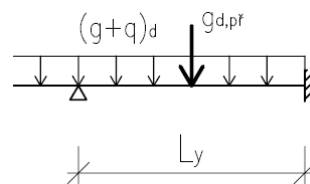
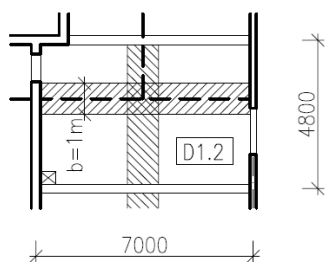
▪ max. návrhový moment - D1.1:

$$m_{0,1} = (g + q)_d \cdot L_{x,1}^2 = 18,03 \cdot 6^2 = 649,1 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

$$\frac{L_{y,1}}{L_{x,1}} = \frac{7,0}{6,0} = 1,16 \rightarrow \beta_1 = 0,039$$

$$m_{Ed,1} = \beta_1 \cdot m_{0,1} = 0,039 \cdot 649,1 = 25,3 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

❖ část stropní desky D1.2 - 1PP: po obvodě podepřená deska



		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 200 mm	0,2 · 25	5,0	1,35	6,75
podlaha	(viz str. 9)	1,6	1,35	2,16
zděná akustická příčka (viz str. 10)	11,222 / 3,5	3,2	1,35	4,33
- rozpočítána do šířky desky $L/2 = 3,5m$				
užitné zat. - bytové prostory	(viz str. 12)	5,0	1,50	7,50
(g+q)_d =				20,74

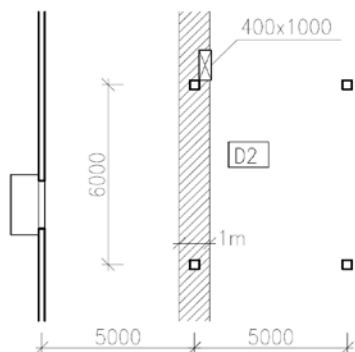
▪ max. návrhový moment - D1.2:

$$m_{0,2} = (g + q)_d \cdot L_{x,2}^2 = 20,74 \cdot 4,8^2 = 477,8 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

$$\frac{L_{y,2}}{L_{x,2}} = \frac{7,0}{4,8} = 1,46 \rightarrow \beta_2 = 0,032$$

$$m_{Ed,2} = \beta_2 \cdot m_{0,2} + \frac{1}{4} \cdot g_{d,př} \cdot b_{pruh} \cdot L_{y,2} = 0,032 \cdot 477,8 + 1,35 \cdot \frac{1}{4} \cdot 11,22 \cdot 1 \cdot 7 = 41,8 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

❖ část stropní desky D2 - 1PP: lokálně podepřená deska



		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 240 mm	0,2 · 25	6,0	1,35	8,10
podlaha	(viz str. 9)	1,6	1,35	2,16
příčky (sádkokarton) - náhradní proměnné zat. (str. 10)		0,5	1,5	0,75
užitné zat. - komerční prostory	(viz str. 12)	5,0	1,50	7,50
(g+q)_d =				18,51

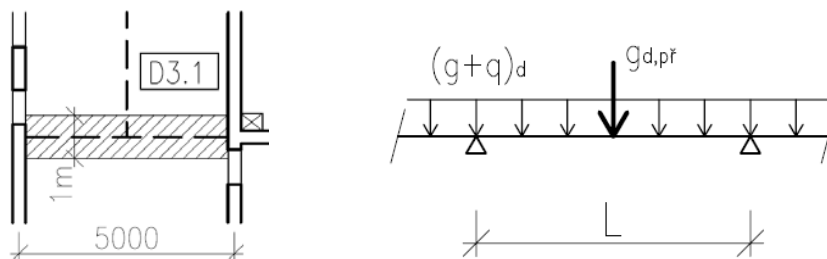
▪ max. součtový moment:

$$M_{tot} = \frac{1}{8} \cdot (g + q)_d \cdot L_y \cdot L_{n,x}^2 = \frac{1}{8} \cdot 18,51 \cdot 5 \cdot (6 - 0,3)^2 = 375,9 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

- šířka sloupového pruhu: $b_{sloup,pruh} = 2,5m$
- max. návrhový moment - vnitřní podpora, sloupový pruh desky D2:

$$m_{Ed} = \frac{M_{tot} \cdot \gamma \cdot \omega}{b_{sloup,pruh}} = \frac{375,9 \cdot 0,65 \cdot 0,75}{2,5} = 73,3 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

❖ část stropní desky D3.1 - 1NP: jednosměrně pnutá deska

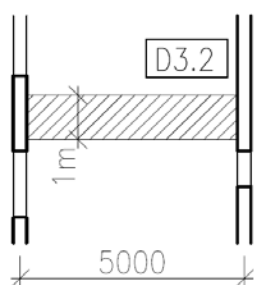


		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 200 mm	0,2 · 25	5,0	1,35	6,75
podlaha		1,6	1,35	2,16
zděná akustická příčka	11,22 / 2,5	4,5	1,35	6,10
- rozpočítána do šířky desky $L/2 = 2,5m$				
užitné zat. - bytové prostory		2,0	1,50	3,00
(g+q)_d =				18,01

- max. návrhový moment - D3.1: jednosměrně pnutá deska

$$m_{Ed,1} = \frac{1}{12} \cdot (g + q)_d \cdot L^2 + \frac{1}{4} \cdot g_{d,př} \cdot b_{pruh} \cdot L = \frac{18,01 \cdot 5^2}{12} + \frac{1,35 \cdot 11,22 \cdot 1 \cdot 5}{4} = 56,5 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

❖ část stropní desky D3.2 - 1NP: jednosměrně pnutá deska



		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 200 mm	0,2 · 25	5,0	1,35	6,75
podlaha		1,6	1,35	2,16
zděné příčky - náhradní stálé zat.		1,2	1,35	1,62
užitné zat. - bytové prostory		2,0	1,50	3,00
(g+q)_d =				13,53

- max. návrhový moment - D3.2:

$$m_{Ed,2} = \frac{1}{12} \cdot (g + q)_d \cdot L^2 = \frac{1}{12} \cdot 13,53 \cdot 5^2 = 28,2 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

- ověření poměrné výšky tlačené oblasti ξ a stupně vyztužení ohybovou výztuží ρ :

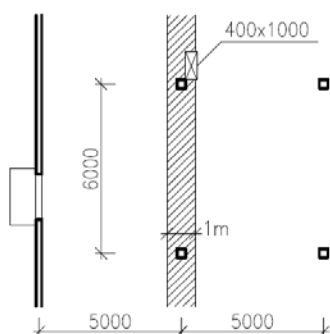
- poměrný ohybový moment: $\mu = \frac{m_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}$
 \Rightarrow poměrná výška tlačené oblasti: ξ z tabulek [11]
- potřebná plocha výztuže: $a_{s,req} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd}}{f_{yd}}$
- orientační stupeň vyztužení: $\rho = \frac{a_{s,req}}{b \cdot d}$

		h_d [mm]	d [mm]	m_{Ed} [kN.m/m']	μ [-]	ξ ¹⁾ [-]	$A_{s,reqd}$ [mm ²]	ρ ²⁾ [%]
D1.1	1PP	200	175	25,4	0,041	0,053	341	0,19
D1.2	1PP	200	175	41,8	0,068	0,088	570	0,33
D2	1PP	240	210	73,3	0,081	0,106	829	0,39
D3.1	1NP	200	175	56,5	0,092	0,121	780	0,45
D3.2	1NP	200	175	28,2	0,046	0,059	380	0,22

- \Rightarrow 1) Hodnoty ξ vyhovují: $\xi < \xi_{opt} = (0,1 \div 0,15)$
- \Rightarrow 2) Předpoklad $\rho \leq 0,005$, použitý při výpočtu vymežující ohybové štíhlosti desek, je splněn.

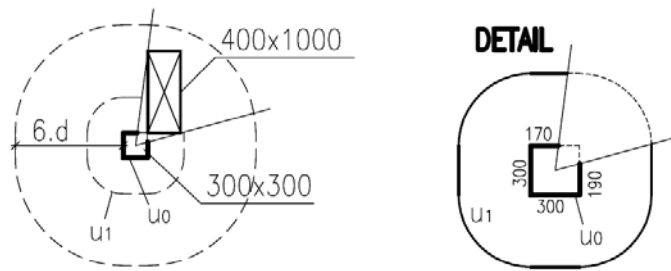
Pozn.: U desek s větším rozpětím a zatížením rozhodují o jejich dimenzích a vyztužení obvykle požadavky MSP.

Ověření části stropní desky D2 z hlediska protlačení:



- tl. desky: $h_d = 240 \text{ mm}$ \Rightarrow odhad účinné výšky průřezu: $d = \frac{d_x + d_y}{2} = 210 \text{ mm}$
- předpokládané rozměry průřezu sloupu: $300 \times 300 \text{ mm}$ (viz str. 26)
- zatěžovací plocha sloupu: $A = 6 \cdot 5 = 30 \text{ m}^2$
- návrhové zatížení stropní desky: $(g + q)_d = 18,51 \text{ kN/m}^2$
- odhad max. posouvající síly v desce: $V_{Ed} = A \cdot (g + q)_d = 30 \cdot 18,51 = 555,3 \text{ kN}$

- ❖ Při stanovení délky kontrolovaných obvodů je nutné zohlednit všechny stropní prostupy do vzdálenost $6d$ od líce sloupu.



- kontrolované obvody: $u_0 = 960 \text{ mm}$ v líci sloupu
 $u_1 = 3109 \text{ mm}$ $2d$ za lícem sloupu
- odhad součinitele β : $\beta = 1,2$ vnitřní sloup poblíž stropního otvoru
- účinek zatížení v kontr. obvodech : $v_{Ed,0} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = \frac{1,2 \cdot 555,3 \cdot 10^3}{960 \cdot 210} = 3,31 \text{ N/mm}^2$
 $v_{Ed,1} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = \frac{1,2 \cdot 555,3 \cdot 10^3}{3109 \cdot 210} = 1,02 \text{ N/mm}^2$
- únosnost tlakové diagonály:
 $v_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 = 4,22 \text{ MPa}$
 $> v_{Ed,0} = 3,31 \text{ MPa}$ **vyhovuje**
- smyková únosnost desky bez smykové výztuže :
 $v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3} = \frac{0,18}{\gamma_c} \cdot \left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}\right) \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}$
 - odhad stupně vyztužení ohyb. výztuží: $\rho_l = 0,005$ $v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,97 \cdot (100 \cdot 0,005 \cdot 30)^{1/3} = 0,58 \text{ MPa}$
 - $\alpha_{max} = 1,8$ odhad pro vyztužení proti protlačení třmínkovými lištami $\alpha_{max} \cdot v_{Rd,c} = 1,8 \cdot 0,58 = 1,04 \text{ MPa} > v_{Ed,1} = 1,02 \text{ MPa}$ **vyhovuje**

Pozn.: V případě, že by deska při podrobnějším výpočtu nevyhověla, je možné vložit do hlavy desky skrytou ocelovou hlavici.

⇒ **Navržené rozměry desek vyhovují.**

3.2 ŽB průvlaky :

Návrh je proveden pro 3 nejvíce namáhané stropní průvlaky:

- průvlak P1: ŽB průvlak o 1 poli nad 1PP, monoliticky spojen s ŽB sloupem a ŽB stěnou, rozpětí 7,0 m, z 1NP přitížen zděnou akustickou příčkou (POROTHERM 30 AKU P+D)
- průvlak P2: ŽB průvlak o 1 poli nad 1NP, monoliticky spojen s ŽB stěnami, rozpětí 7,0 m, z 2NP a 3NP přitížen zděnými nosnými stěnami objektu (předpoklad: POROTHERM 30 P+D)
- průvlak P3: ŽB spojitý průvlak nad komerčními prostory 1NP, monoliticky spojen s ŽB sloupy, rozpětí 6,0 m, z 2NP a 3NP přitížen zděnými nosnými stěnami objektu (předpoklad: POROTHERM 30 P+D)

- empirický návrh rozměrů průvlaků:

$$h_{p,1} = h_{p,2} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \right) \cdot L_{p,1} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \right) \cdot 7000 = 583 \div 700 \text{ mm}$$

$$h_{p,3} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \right) \cdot L_{p,3} = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \right) \cdot 6000 = 500 \div 600 \text{ mm}$$

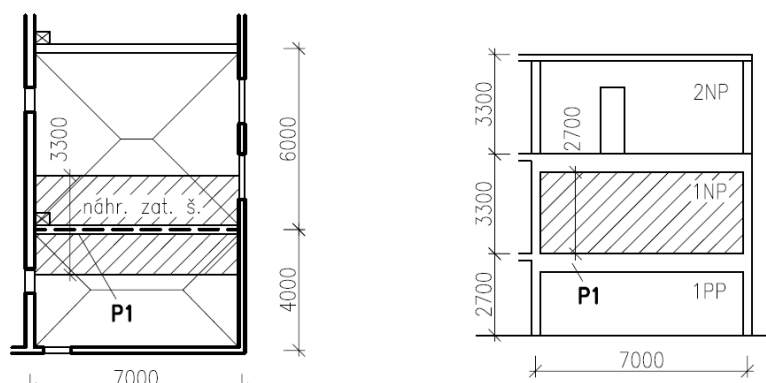
$$b_p = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2} \right) \cdot h_{p,1} = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2} \right) \cdot 600 = 200 \div 300 \text{ mm}$$

⇒ **návrh:** průvlaky **P1** a **P2:** $h_p = 600 \text{ mm}$ $b_p = 300 \text{ mm}$
 průvlak **P3:** $h_{p,3} = 650 \text{ mm}$ $b_{p,3} = 300 \text{ mm}$ *)

*) Pozn.: Výška průvlaku **P3** navržena s ohledem na větší hodnotu zatížení (viz str. 21).

Statické ověření průvlaků z hlediska ohybu:

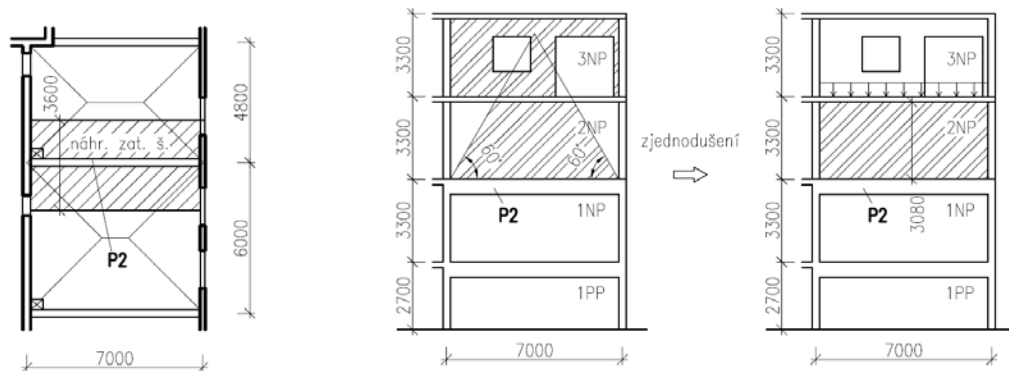
❖ **průvlak P1 - 1PP:**



- o náhradní šířka zatěžovacího obrazce desky: 3,3 m

		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 240 mm (str. 15)	0,24 . 25 . 3,3 m	19,8	1,35	26,73
ŽB trám, 300x600 mm	(0,6-0,24) . 0,3 . 25	2,7	1,35	3,65
podlaha (viz str. 9)	1,6 . 3,3 m	5,3	1,35	7,13
příčka - AKU, h = 2,7m	(viz str. 10)	9,8	1,35	13,23
užitné zat. - komerční prostory	5,0 . 3,3 m	16,5	1,50	24,75
(g+q)_d =				75,49

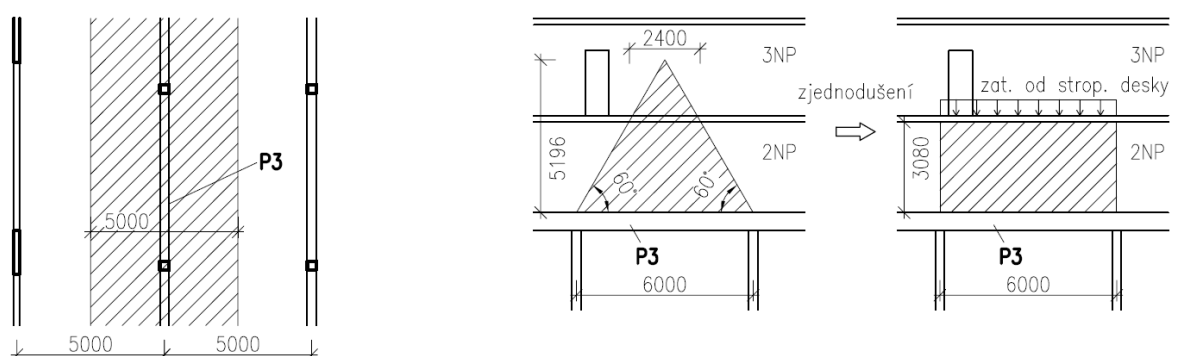
❖ **průvlak P2 - 1NP:**



- ⇒ Pro předběžný návrh provedena statická idealizace, kdy předpokládáme, že navrhovaný průvlak přenáší zatížení ze stropní konstrukce 1NP, nosnou stěnu 2NP a zatížení ze stropní konstrukce 2NP.
- náhradní šířka zatěžovacího obrazce desky: 3,6 m

		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 200 mm (2x)	2 . 0,2 . 25 . 3,6 m	36,0	1,35	48,60
ŽB trám, 300x600 mm	(0,6-0,2) . 0,3 . 25	3,0	1,35	4,05
podlaha (2x)	2 . 1,6 . 3,6 m	11,5	1,35	15,55
nosná stěna 2NP, h = 3,1 m (Porotherm 30 P+D, 318kg/m ²)	3,18 . 3,1 m	9,9	1,35	13,31
užitné zat. - bytové prostory (2x)	2 . 2,0 . 3,6 m	14,4	1,50	26,1
(g+q)_d =				107,61

❖ **průvlak P3 - 1NP:**



⇒ Pro předběžný návrh provedena statická idealizace, kdy předpokládáme, že navrhovaný průvlak přenáší zatížení ze stropní konstrukce 1NP, nosnou stěnu 2NP a zatížení ze stropní konstrukce 2NP.

		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 200 mm (2x)	2 · 0,2 · 25 · 5 m	50,0	1,35	67,5
ŽB trám, 300x650 mm	(0,65-0,2) · 0,3 · 25	3,4	1,35	4,56
podlaha (2x)	2 · 1,6 · 5 m	16,0	1,35	21,60
příčky - ostatní zděné (2x)	2 · 1,2 · 5 m	12,0	1,35	16,20
nosná stěna 2NP, h = 3,08 m (Porotherm 30 P+D, 318kg/m ²)	3,18 · 3,1 m	9,9	1,35	13,37
užitné zat. - bytové prostory (2x)	2 · 2,0 · 5 m	20,0	1,50	30,00
(g+q)_d =				153,23

- max. návrhové momenty (pro všechny průvlaků): $M_{Ed} = \frac{1}{12} \cdot (g + q)_d \cdot L_p^2$



- ověření poměrné výšky tlačené oblasti ξ a stupně vyztužení ohybovou výztuží ρ *

	h_p [mm]	L_p [m]	$(g+q)_d$ [kN/m ²]	M_{Ed} [kN.m]	d [mm]	μ [-]	ξ ¹⁾ [-]	$A_{s,rqd}$ [mm ²]	ρ ²⁾ [%]
P1	600	7,0	75,49	308,3	557	0,17	0,23	1400	0,84
P2	600	7,0	107,61	439,4	557	0,24	0,34	2102	1,26
P3	650	6,0	153,23	459,7	607	0,21	0,30	1975	1,08

*) Pozn.: obdobný postup jako u stropních desek (viz str. 17)

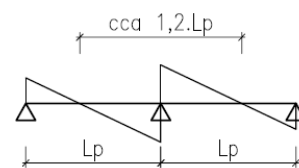
⇒ ¹⁾ Hodnoty ξ vyhovují: $\xi < \xi_{max} = 0,45$

⇒ ²⁾ Hodnoty ρ vyhovují: $\xi \approx 1,0\%$

Statické ověření průvlaků z hlediska smyku:

- přibližně stanovená posouvající síla: $V_{Ed,max} = 0,6 \cdot (g + q)_d \cdot L_p$

- únosnost tlačené diagonály: $V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} \geq V_{Ed,max}$



	h_p [mm]	L [m]	$V_{Ed,max}$ [kN]	$z = 0,9 \cdot d$ [mm]	volba $\cot \theta$ [-]	$V_{Rd,max}$ [kN]
P1	600	7,0	317,1	501	1,5	732,5
P2	600	7,0	452,0	501	1,5	732,5
P3	650	6,0	551,6	546	1,5	798,3

Ověření ohybové štíhlosti průvlaků:

- souč. napětí tahové výztuže: bezpečně $\kappa_{c3} = 1,0$

$$\lambda = \frac{L_p}{d_p} = \frac{7000}{557} = 12,6 \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,stab} = 1 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 19,5 = 19,5 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

⇒ **Navržené rozměry průvlaků vyhovují.**

3.3 Svislé nosné konstrukce

V 1PP jsou navrženy vnitřní ŽB sloupy, ŽB suterénní stěny a ŽB stěny schodišťového jádra.

V 1NP jsou navrženy vnitřní ŽB sloupy, vnitřní a obvodové ŽB stěny, včetně stěn schodišťového jádra.

V 2NP a 3NP jsou navrženy vnitřní a obvodové zděné stěny.

3.3.1 Zděné stěny 2NP, 3NP

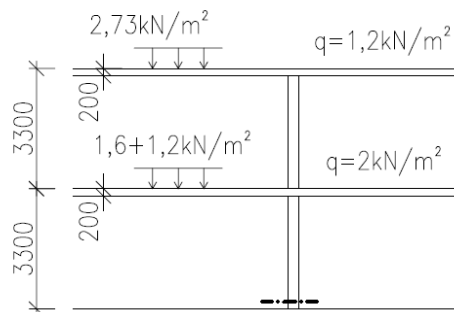
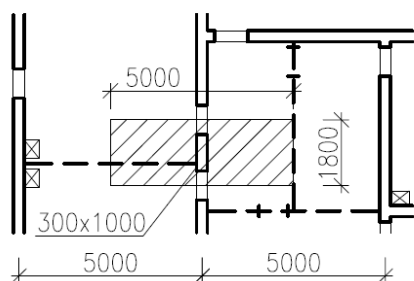
⇒ **návrh:** keramické zdicí prvky **POROTHERM 30 P+D P15** na **MC5**, $m = 318 \text{ kg/m}^2$

- skupina zdicích prvků: 2
- charakteristická pevnost zdiva v tlaku (údaj výrobce [12]): $f_k = 5,33 \text{ MPa}$
- návrhová pevnost zdiva v tlaku: $f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{5,33}{2,2} = 2,42 \text{ MPa}$
 - kategorie zdicích prvků: I
 - malta: předpisová
 - keramické zdivo

❖ **vnitřní pilíř ST1 - 2NP:**

- pilíř předběžně posouzen jako dostředně tlačěný

2NP



- účinná průřezová plocha pilíře: $300 \times 1000 \text{ mm}$ *) $A = 0,3 \cdot 1,0 = 0,3 \text{ m}^2$
- zatěžovací plocha: $A_{zat} = 5,0 \cdot 1,8 = 9,0 \text{ m}^2$

*) Pozn.: V předběžném návrhu možno zjednodušeně uvažovat skladebné rozměry zdiva. Při podrobném posouzení je nutné zohlednit konkrétní typ a skutečné rozměry zdicích prvků.

normálové zatížení patě pilíře:

	počet	výpočet	char. zat. [kN]	γ_F	návrh. zat. [kN]
ŽB stropní deska	2	$2 \cdot 9 \cdot 5,0$	90,0	1,35	121,5
zděná nosná stěna	$h=6,2m$	$6,2m \cdot 1m \cdot 3,18$	19,7	1,35	26,6
podlahy (str. 9)	1	$9,0m^2 \cdot 1,6$	14,4	1,35	19,4
příčky - ostatní (str. 10)	1	$9,0m^2 \cdot 1,2$	10,8	1,35	14,6
příčky - AKU (str.10)	$L=3,25 m$	$11,22 \cdot 3,25$	36,5	1,35	49,2
střešní plášť (str.9)	1	$9,0m^2 \cdot 2,73$	24,6	1,35	33,2
Σ stálé					264,5
užitné 3NP (str.12)	1	$9,0m^2 \cdot 2,0$	18,0	1,5	27,0
sníh (str.12)	1	$9,0m^2 \cdot 1,2$	10,8	1,5	16,2
Σ proměnné					43,2
Σ CELKEM				$N_{Ed,max} =$	307,7

- normálová únosnost v patě pilíře:

$$N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d = 0,9 \cdot 0,3 \cdot 2,42 = 653,4 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 307,7 \text{ kN}$$

..... vyhovuje

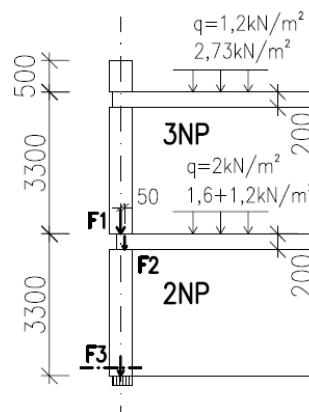
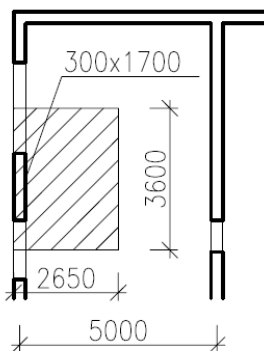
- zmenšující součinitel zohledňující vliv výstřednosti zatížení:

$$\Phi = 0,9 \quad \text{..... odhad pro vnitřní pilíř}$$

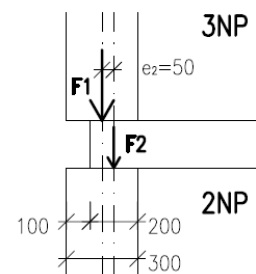
❖ **obvodový pilíř ST2 - 2NP:**

- pilíř posouzen jako excentricky tlačený

2NP



DETAIL ULOŽENÍ STROPU



- účinná průřezová plocha pilíře: **300 x 1700 mm** $A = 0,3 \cdot 1,7 = 0,51 \text{ m}^2$
- zatěžovací plocha: $A = 2,65 \cdot 3,6 = 9,54 \text{ m}^2$

normálové zatížení patě pilíře:

	počet	výpočet	char. zat. [kN]	γ_F	návrh. zat. [kN]
ŽB stropní deska	2	$2 \cdot 9,54\text{m}^2 \cdot 5,0$	95,4	1,35	128,8
zděná nosná stěna	h=6,2m	$6,2 \cdot 1,7\text{m} \cdot 3,18$	33,5	1,35	45,2
atika	h=0,5m	$0,5 \cdot 1,7\text{m} \cdot 3,18$	2,7	1,35	3,7
podlahy (str. 9)	1	$9,54\text{m}^2 \cdot 1,6$	15,3	1,35	20,6
příčky - ostatní (str. 10)	1	$9,54\text{m}^2 \cdot 1,2$	11,4	1,35	15,5
střešní plášť (str.9)	1	$9,54\text{m}^2 \cdot 2,73$	26,1	1,35	35,2
Σ stálé					249,0
užitné 3NP (str.12)	1	$9,54\text{m}^2 \cdot 2,0$	19,1	1,5	28,6
sníh (str. 12)	1	$9,54\text{m}^2 \cdot 1,2$	11,5	1,5	17,2
Σ proměnné					45,8
Σ CELKEM			$N_{Ed,max} =$		294,8

- normálová únosnost v patě pilíře:

$$N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d = 0,7 \cdot 0,51 \cdot 2,42 = 864,0 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 294,8 \text{ kN}$$

..... vyhovuje

- zmenšující součinitel zohledňující vliv výstřednosti zatížení:

$$\Phi = 0,7 \text{ *)} \text{ odhad pro obvodovou stěnu}$$

*) Pozn.: Při podrobném posouzení nutné zpřesnit výpočet.

⇒ **Navržené zděné stěny 2NP a 3NP (tloušťka, materiál) vyhovují.**

3.3.2 ŽB stěny 1NP

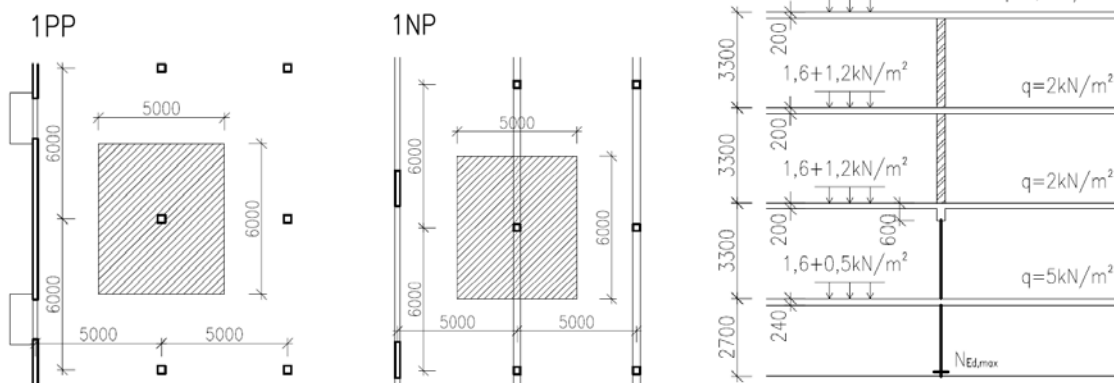
Železobetonové nosné stěny 1NP (vnitřní, vnější, schodišťové) jsou navrženy v tl. 200 mm - únosnost není potřeba prokazovat.

⇒ **návrh tloušťky stěny:** $t = 200 \text{ mm}$ $g_{0,k} = 0,2 \cdot 25 = 5,0 \text{ kN} / \text{m}^2$

3.3.3 Vnitřní ŽB sloupy 1PP, 1NP

- ❖ Vnitřní ŽB sloupy jsou navrženy jednotného průřezu v 1PP i 1NP - návrh proveden na centrický tlak v patě sloupu 1PP

⇒ **návrh rozměrů průřezu sloupu:** 300 x 300 mm



- zatěžovací plocha : $A_{zat} = 6,0 \cdot 5,0 = 30 \text{ m}^2$
- výška sloupů: $(2,7 - 0,24) + (3,3 - 0,6) = 5,16 \text{ m}$
- výška stěn: $2 \cdot (3,3 - 0,2) = 6,2 \text{ m}$

normálové zatížení paty sloupu:

	počet	výpočet	char. zat. [kN]	γ_F	návrh. zat. [kN]
ŽB stropní deska	4	$4 \cdot 30 \cdot 5,0$	600,0	1,35	810,0
ŽB průvlaky	1 x 6 m	$6,0 \cdot 3,4$	20,4	1,35	27,5
ŽB sloup	5,16 m	$0,3 \cdot 0,3 \cdot 5,16 \cdot 25$	11,6	1,35	15,7
zděná nosná stěna	6,2x6 m	$6,2 \cdot 6 \cdot 3,18$	118,3	1,35	159,7
podlahy	3	$3 \cdot 30 \cdot 1,6$	144,0	1,35	194,4
příčky - 1NP	1	$30 \cdot 0,5$	15,0	1,35	20,3
příčky - 2NP, 3NP	2	$2 \cdot 30 \cdot 1,2$	72,0	1,35	97,2
střešní plášť	1	$30 \cdot 2,73$	81,9	1,35	110,6
Σ stálé					1435,4
užitné 1NP	1	$30 \cdot 5,0$	150,0	1,5	225,0
užitné 2NP, 3NP	2	$2 \cdot 30 \cdot 2,0$	120,0	1,5	180,0
sníh	1	$30 \cdot 1,2$	36,0	1,5	54,0
Σ proměnné					459,0
Σ CELKEM				$N_{Ed,max} =$	1894,4

- návrhové normálové zatížení v patě sloupu: $N_{Ed,max} = 1894,4 \text{ kN}$
- normálová únosnost sloupu (z přibližného vztahu pro dostředný tlak):

$$\begin{aligned}
 N_{Rd} &= 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_c \cdot \rho \cdot \sigma_s = \\
 &= 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 20 + 0,3 \cdot 0,3 \cdot 0,02 \cdot 400 = 2160 \text{ kN} \geq N_{Ed,max} = 1894,4 \text{ kN} \\
 &\text{..... vyhovuje}
 \end{aligned}$$

⇒ **Navržené rozměry průřezu sloupu 300x300 m lze akceptovat (dostatečná rezerva na vliv ohybového momentu i štíhlosti).**

3.3.4 Suterénní ŽB stěny

Podzemní část objektu je navržena systémem monolitických železobetonových suterénních stěn, opatřených z vnější strany povlakovou hydroizolací. Zásyp podzemní části objektu proveden nenamrzavou zeminou. Hladina podzemní vody nebyla při hydrogeologickém průzkumu do hl. 6,0 m zjištěna.

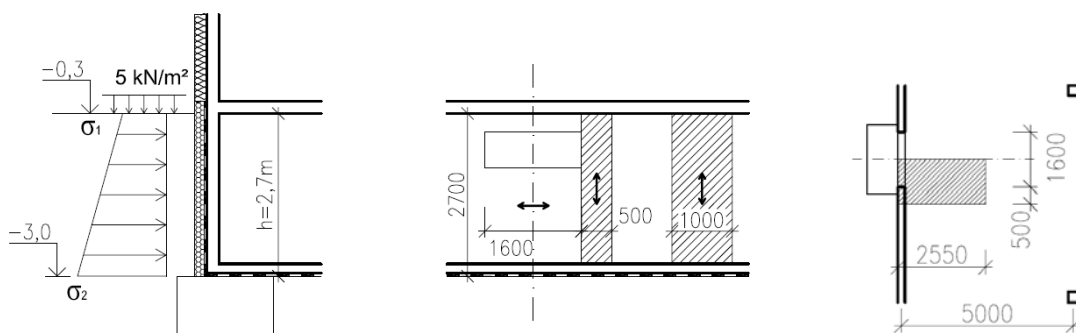
- charakteristická objemová tíha zeminy : $\gamma = 19,5 \text{ kN/m}^3$
- návrhový efektivní úhel vnitřního tření : $\varphi_d = 32^\circ$

❖ beton: C 25/30 XC2 (CZ) - Cl 0,2 - D_{max} 16 - S3

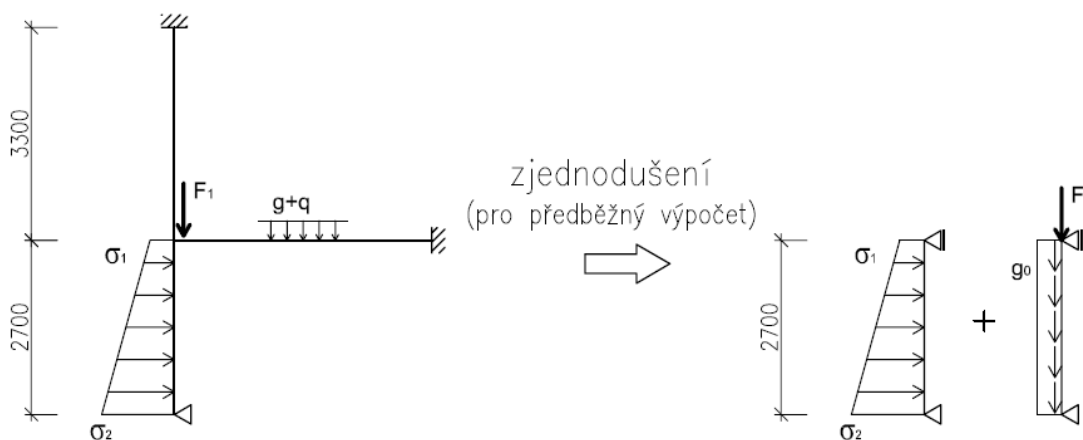
ŽB suterénní stěny jsou pnuty téměř výhradně ve svislém směru mezi vyztuženou podlahovou deskou 1PP (vyztužení kari-sítěmi nebo užití drátkobetonu) a ŽB stropní deskou 1PP. V oblastech suterénních oken dochází k lokálním změnám statického schématu. Neposuvnost v patě stěny je zajištěna vyztuženou podlahou 1PP.

⇒ návrh tloušťky stěny: $t = 200 \text{ mm}$

Ověření je provedeno pro pruh stěny šířky **0,5m** v blízkosti suterénního okna.



- statický model:



Pozn.: V exponovanějších případech nutno počítat z přesnějšího modelu.

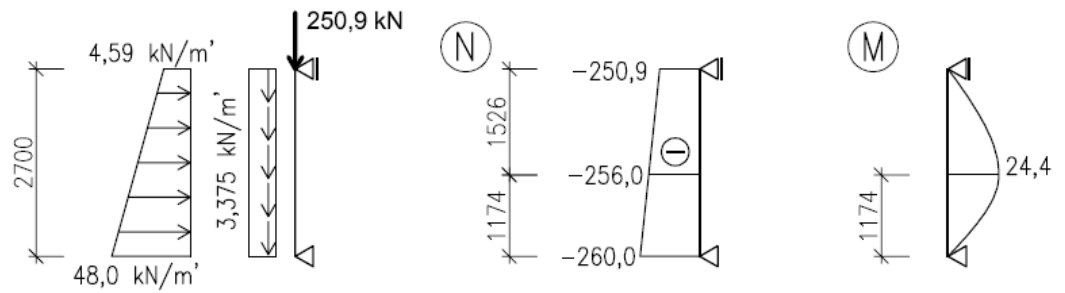
- zatížení vlastní tíhou suterénní stěny:
 - průřezová plocha vyšetřované části suterénní. stěny: $t \times b = 200 \times 500 \text{ mm}$
 - $g_{0,d} = \gamma_G \cdot t \cdot b \cdot h \cdot 25 = 1,35 \cdot 0,2 \cdot 0,5 \cdot h \cdot 25 = 3,375 \cdot h \text{ [kN]}$
- zatížení zemním tlakem:
 - užité zatížení na terénu: $q_{0,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$
 - součinitel zemního tlaku v klidu: $K_0 = 0,47$
 - návrhový zemní tlak v úrovni terénu:

$$\sigma_{1,d} = K_i \cdot \gamma_Q \cdot q_{0,k} = 0,47 \cdot 1,5 \cdot 5,0 = 3,53 \text{ kN/m}^2$$
 - návrhový zemní tlak v patě suterénní stěny:

$$\sigma_{2,d} = K_i \cdot (\gamma_Q \cdot q_{0,k} + \gamma_G \cdot \gamma_{zem,k} \cdot h_i) = 0,47 \cdot (1,5 \cdot 5,0 + 1,35 \cdot 19,5 \cdot 2,7) = 36,93 \text{ kN/m}^2$$
 - zatěžovací délka stěny: $L_{zat} = 0,5 + 1,6 / 2 = 1,3 \text{ m}$
 - $\sigma_1 = \sigma_{1,d} \cdot L_{zat} = 3,53 \cdot 1,3 = 4,59 \text{ kN/m}$
 - $\sigma_2 = \sigma_{2,d} \cdot L_{zat} = 36,93 \cdot 1,3 = 48,0 \text{ kN/m}$
- normálové zatížení F v hlavě stěny (výsek stěny délky **0,5m**):
 - zatěžovací plocha stropní desky: $A = 2,55 \cdot (0,5 + 1,6 / 2) = 3,315 \text{ m}^2$
 - bezpečně pro všechna podlaží, reálně by se rozneslo do přilehlých částí
 - zatěžovací délka stěn v 1NP-3NP: $L_{zat} = 0,5 + 1,6 / 2 = 1,3 \text{ m}$

	počet	výpočet	char. zat. [kN]	γ_F	návrh. zat. [kN]
ŽB stropní deska 1PP	1	$3,315 \cdot 6,0$	19,9	1,35	26,9
ZB stropní deska NP	3	$3 \cdot 3,315 \cdot 5,0$	49,7	1,35	67,1
nosné zdivo + atika	h=6,7m	$6,7 \cdot 1,3 \cdot 3,18$	27,7	1,35	37,4
ŽB stěna, tl.200mm	h=3,1m	$3,1 \cdot 1,3 \cdot 0,2 \cdot 25$	20,2	1,35	27,2
podlahy	3	$3 \cdot 3,315 \cdot 1,2$	11,9	1,35	16,1
příčky - SDK	1	$3,315 \cdot 0,5$	1,7	1,5	2,5
příčky - ostatní	2	$2 \cdot 3,315 \cdot 1,2$	8,0	1,35	10,7
střešní plášť	1	$3,315 \cdot 2,73$	9,1	1,35	12,2
užitné 1NP	1	$3,315 \cdot 5,0$	16,6	1,5	24,9
užitné 2NP a 3NP	2	$2 \cdot 3,315 \cdot 2,0$	13,3	1,5	19,9
sníh	1	$3,315 \cdot 1,2$	4,0	1,5	6,0
Σ CELKEM				F =	250,9

- schéma zatížení a vnitřní síly:



- ověření možnosti vyztužení (užití nomogramů [11]):

$$v = \frac{N_{Ed}}{b \cdot t \cdot f_{cd}} = \frac{256 \cdot 10^3}{500 \cdot 200 \cdot 20} = 0,128$$

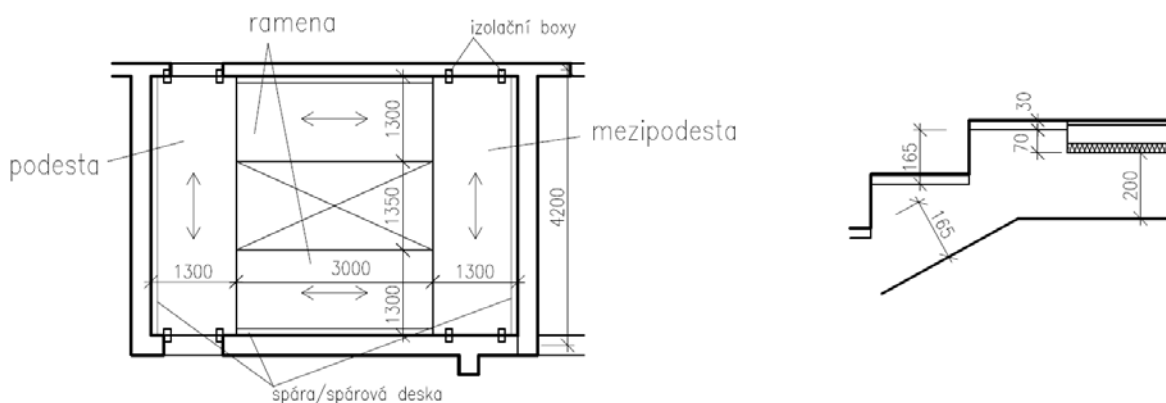
$$\Rightarrow \text{z nomogramu: } \omega = 0 \Rightarrow A_{s,rqd} = 0$$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{b \cdot t^2 \cdot f_{cd}} = \frac{24,4 \cdot 10^6}{500 \cdot 200^2 \cdot 20} = 0,061$$

- ⇒ **Navržená suterénní ŽB stěna tl. 200 mm vyhovuje.**

3.4 Schodiště

Schodiště je deskové dvouramenné, železobetonové, technologicky navrženo jako monolitické, ramena prováděna včetně betonových stupňů. Schodišťová ramena jsou monoliticky spojena s podestou a mezipodestou a oddilátována od schodišťových stěn. Mezipodesty a podesty jsou oddilátovány od příčných schodišťových stěn a pomocí izolačních boxů (např. [15]) uloženy do podélných schodišťových stěn (kloubový spoj).



Parametry schodiště :

	1PP	1NP - 3NP
▪ konstrukční výška podlaží:	2,7 m	3,3 m
▪ šířka podesty, podesty, ramene:	1300 mm	1300 mm
▪ délka podesty, mezipodesty:	3950 mm	3950 mm
○ teoretické rozpětí:	4200 mm	4200 mm
▪ půdorysná délka ramene:	3000 mm	3000 mm
○ teoretické rozpětí:	3300 mm	3300 mm
▪ výška schodišťového stupně :	168,75 mm	165 mm
▪ šířka schodišťového stupně :	300 mm	300 mm
▪ úhel stoupání:	29,4°	28,8°
▪ počet stupňů v rameni:	8	10

- empirický návrh tloušťky podesty, mezipodesty a desky ramene :

$$h_{pod} = h_{m-pod} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot L_{pod} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot 4200 = 140 \div 168 \text{ mm}$$

$$h_{ram} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot L_{ram} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot 3500 = 117 \div 140 \text{ mm}$$

⇒ **návrh** : podesta, mezipodesta: $h_{pod} = 200 \text{ mm}$

schod. rameno: $h_{ram} = 165 \text{ mm}$ *)

*) Pozn.: Návrh vychází z geometrie napojení ramene na podestu, resp. mezipodestu - viz detail výše.

Pozn.: Při splnění empirických podmínek není v rámci předběžného návrhu obvykle potřeba schodišťové prvky staticky ověřovat.

3.5 Předsazené konstrukce

V 2NP a 3NP jsou navrženy ŽB balkónové desky o vyložení 1400 mm, vykonzolované ze ŽB stropní desek.

- empirický návrh tloušťky balkónové desky:

$$h_{balk} = \frac{1}{10} \cdot L_k = \frac{1}{10} \cdot 1400 = 140 \text{ mm}$$

- návrh na základě splnění podmínky ohybové štíhlosti desky:

$$\lambda = \frac{L}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} \quad \Leftrightarrow \quad d \geq \frac{L}{\lambda_d} = \frac{1400}{1 \cdot 1 \cdot 1,2 \cdot 8} = 146 \text{ mm}$$

$\kappa_{c1} = 1$ obdélníkový průřez

$\kappa_{c2} = 1$ rozhodující rozpětí desky $L < 7,0 \text{ m}$

$\kappa_{c3} = 1,2$ odhad součinitele napětí tahové výztuže

$\lambda_{d,tab} = 8$ konzola, C 30/37, předpoklad $\rho \leq 0,5\%$

o předpokládaný profil výztuže: 10 mm

o předpokládané krytí výztuže: 20 mm

$$h \geq d + c + \frac{\phi}{2} = 146 + 20 + 5 = 171 \text{ mm}$$

⇒ návrh : $h_{balk} = 160 \text{ mm}$ *)

*) Pozn.: Tloušťka balkónové desky nesplňuje podmínku ohybové štíhlosti, při podrobném návrhu je potřeba ověřit MSP (průhyb).

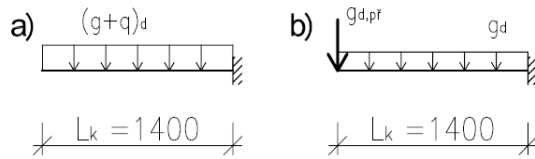
Pozn.: Napojení balkónových desek bude z důvodu přerušení tepelných mostů provedeno pomocí balkónových ISO-nosníků - např. [14, 15, 16]. Zvolený typ ISO-nosníku musí splňovat statické (dostatečná únosnost v ohybu a smyku) i tepelně-technické požadavky konstrukce - návrh není náplní předběžného řešení objektu.

Ověření balkónové desky z hlediska únosnosti v ohybu:

		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 160 mm	0,16 · 25	4,00	1,35	5,40
podlaha	(viz str. 9)	1,27	1,35	1,72
$g_d =$				7,12
užitné zat. - bytové objekt, kategorie A (viz str. 12)		4,00	1,50	6,00
$(g+q)_d =$				13,12

	Q_k [kN]	γ_F	Q_d [kN]
užitné zat. - bytové objekt, kategorie A (viz str. 12)	3,00	1,5	4,50

- max. návrhový moment:



$$\text{a) } m_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot (g + q)_d \cdot L_k^2 = \frac{1}{2} \cdot 13,12 \cdot 1,4^2 = 12,86 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

$$\text{b) } m_{Ed} = \frac{1}{2} \cdot g_d \cdot L_k^2 + Q_d \cdot L_k = \frac{1}{2} \cdot 7,12 \cdot 1,4^2 + 4,5 \cdot 1,4 = 13,28 \text{ kN} \cdot \text{m} / \text{m}'$$

	h [mm]	b [mm]	d [mm]	m_{Ed} [kN.m/m']	μ [-]	ξ ¹⁾ [-]	A_{s,rqd} [mm ²]	ρ ²⁾ [%]
balkón	160	1000	135	13,28	0,036	0,046	231	0,17

- 1) Hodnota ξ vyhovuje: $\xi < \xi_{opt} = (0,1 \div 0,15)$
- 2) Předpoklad $\rho \leq 0,005$, použitý při výpočtu vymežující ohybové štíhlosti je splněn.

⇒ **Navržené rozměry balkónové desky vyhovují.**

Pozn.: O skutečném vyztužení běžných balkónů většinou rozhoduje MSP.

3.6 Základové konstrukce

- základové poměry: jednoduché
- složitost konstrukce: nenáročná stavba
- bez výskytu podzemní vody

⇒ **1. geotechnická kategorie**

Dle provedeného geologického průzkumu je objekt je založen ve skalním prostředí třídy R4 s malou hustotou diskontinuit:

$$R_{dt} = 700 \text{ kPa}$$

Jednoduché základové poměry umožňují založení objektu na plošných základech - železobetonové základové pasy a patky z betonu C 25/30. Mezi pasy a patkami je železobetonová podlahová deska tl. 200 mm na podkladním betonu tl. 150 mm. V místě dojezdu výtahu dochází k posunu základové spáry podlahové desky.

❖ beton: C 25/30 XC2 (CZ) - Cl 0,2 - D_{max} 16 - S3 $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$

návrh rozměrů vnitřní ŽB patky:

- normálová síla v patě sloupu 1PP: $N_{Ed,0} = 1894,4 \text{ kN}$ str. 26
- odhad vlastní tíhy patky : $N_{g,0} \approx 0,05 \cdot N_{Ed,0}$
- požadovaná efektivní plocha základu : $R_{dt} = \frac{N}{A_{rqd}}$

$$A_{rqd} = \frac{N}{R_{dt}} = \frac{1,05 \cdot N_{Ed,0}}{R_{dt}} = \frac{1,05 \cdot 1894,4}{700} = 2,84 \text{ m}^2$$

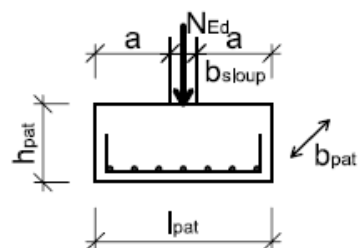
⇒ **návrh půdorysných rozměrů patky: 1,5 x 2,0 m**

- posouzení vzdálenosti patek :

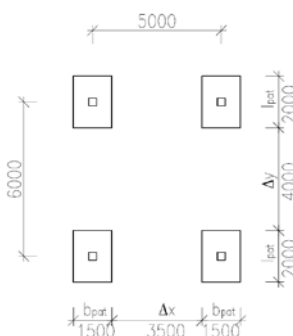
$$b_{pat} = 1,5 \text{ m} \leq \frac{\Delta x}{2} = \frac{5,0 - 1,5}{2} = 1,75 \text{ m} \quad \text{..... vyhovuje}$$

$$l_{pat} = 2,0 \text{ m} \leq \frac{\Delta y}{2} = \frac{6,0 - 2,0}{2} = 2,0 \text{ m} \quad \text{..... vyhovuje}$$

- vyložení patky: $a = \frac{l_{pat} - b_{sloup}}{2} = \frac{2,0 - 0,3}{2} = 0,85 \text{ m}$



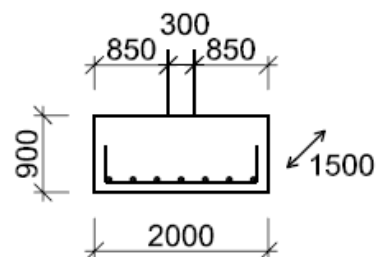
$$A = 3,0 \text{ m}^2$$



Výška patky bude navržena na roznášecí úhel $\alpha \approx 45^\circ$ ⇒ při $\alpha \geq 45^\circ$ netřeba ověřovat protlačení:

$$h_{pat} \geq \text{tg } 45^\circ \cdot a = \text{tg } 45^\circ \cdot 0,85 = 0,85 \text{ m}$$

⇒ **návrh výšky patky: 0,9 m**



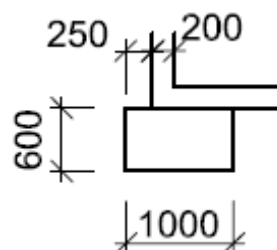
návrh rozměrů obvodového ŽB pasu:

- normálová síla v patě stěny 1PP: $n_{Ed,0} = \frac{260}{0,5} = 520 \text{ kN / m'}$ viz str. 28
- požadovaná efektivní plocha základu : $R_{dt} = \frac{n}{a_{rqd}}$

$$a_{rqd} = \frac{n}{R_{dt}} = \frac{1,05 \cdot n_{Ed,0}}{R_{dt}} = \frac{1,1 \cdot 520}{700} = 0,78 \text{ m}^2$$

⇒ **návrh šířky základového pasu: 1,0 m**

⇒ **návrh výšky základového pasu: 0,6 m**



V místě dojezdu výtahu dochází ke posunu základové spáry. Konkrétní řešení závisí na typu a rozměrových požadavcích použitého výtahu.

3.7 Prostorová tuhost objektu

Nosný systém objektu je tvořen kombinací ŽB a zděných stěn a ŽB sloupů s železobetonovými stropními deskami. Celým objektem (všemi podlažími) prochází stěnové schodišťové jádro.

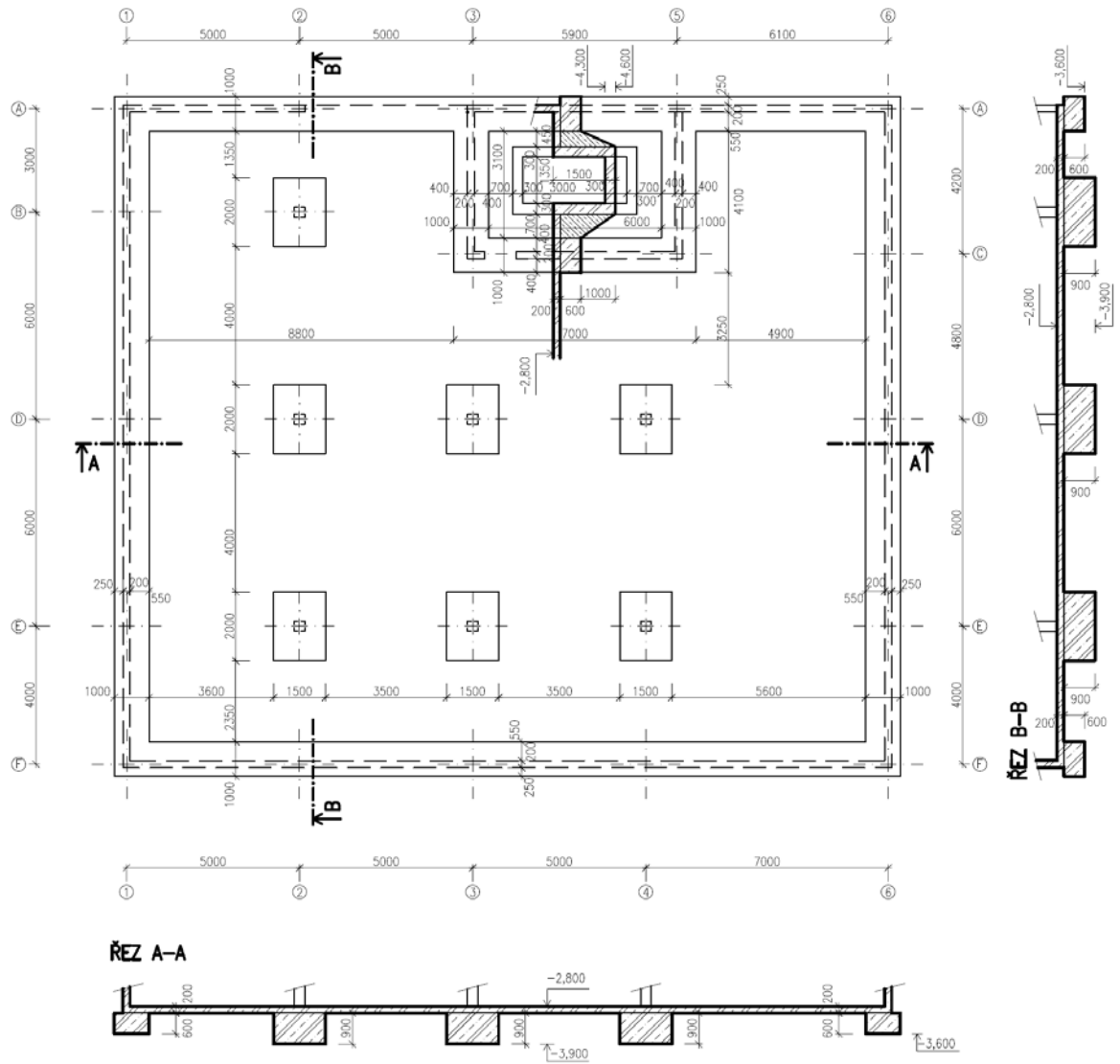
⇒ **Prostorová tuhost je v tomto případě dostatečná - není potřeba podrobnější ověření.**

3.8 Opěrná ŽB stěna u vjezdu do garáží

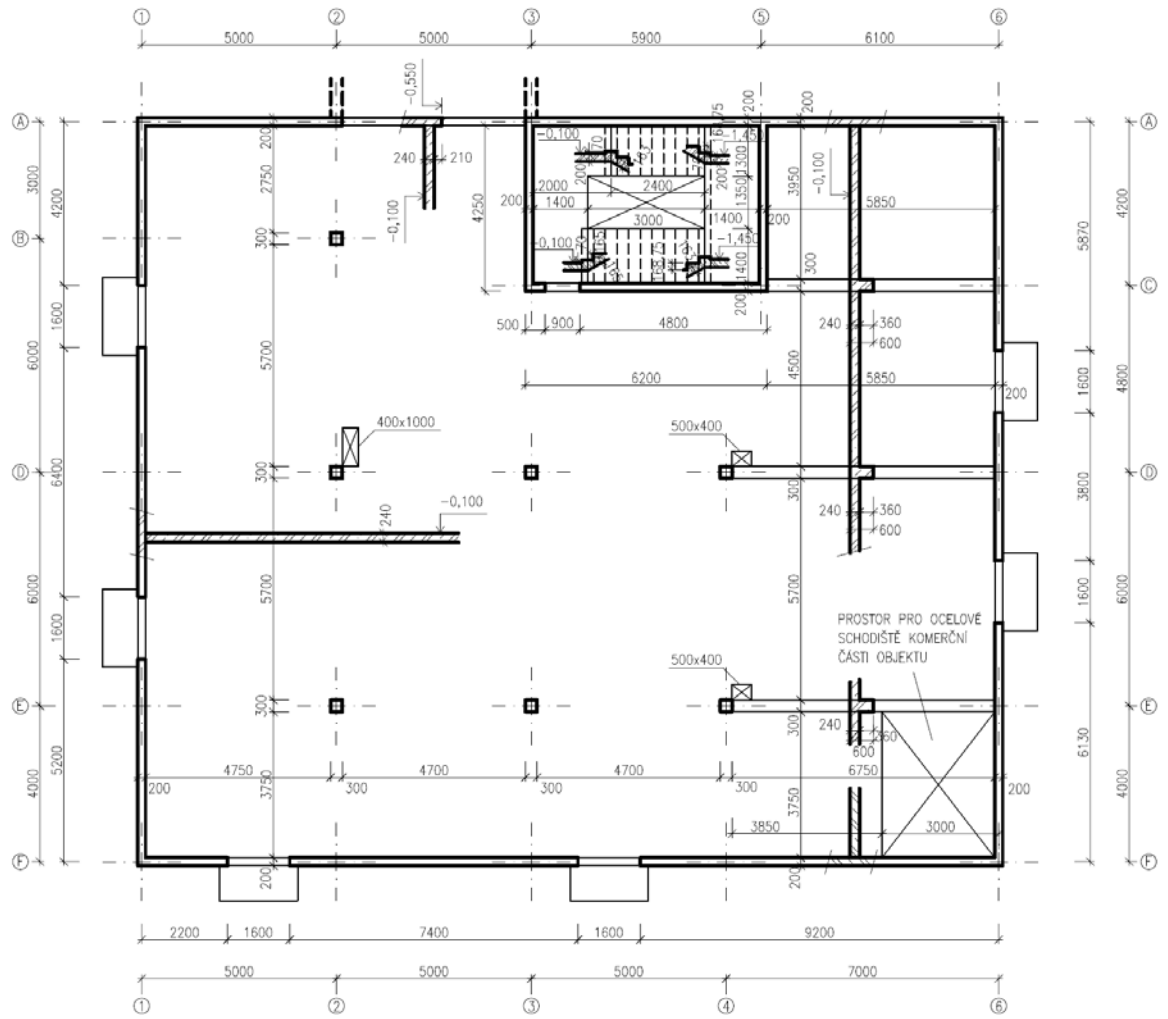
Opěrná stěna není v rámci předběžného návrhu objektu řešena. Její návrh bude proveden v rámci návrhu terénních úprav v okolí objektu.

3.9 Skica tvaru

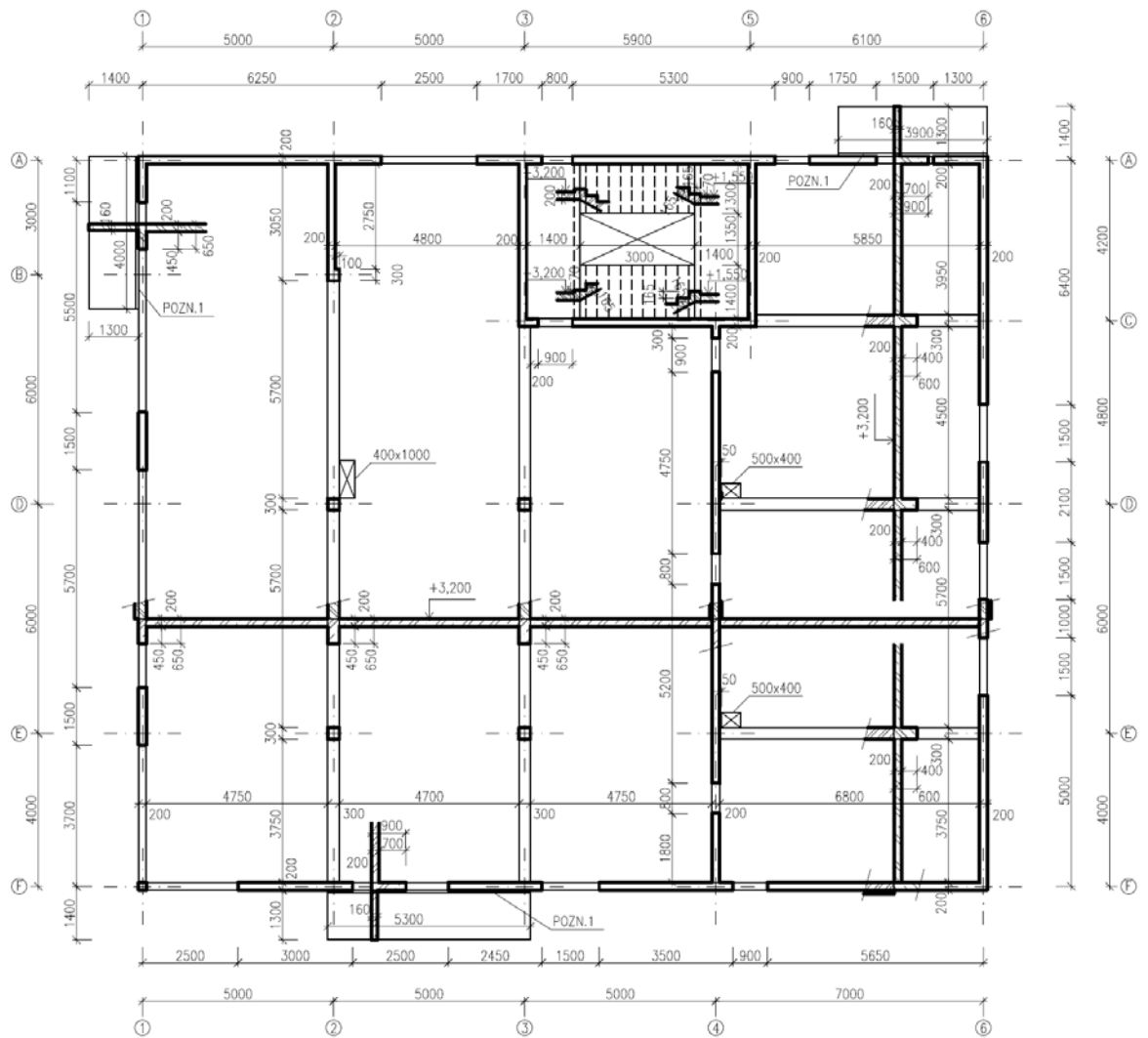
Skica tvaru základů:



Skica tvaru 1PP:

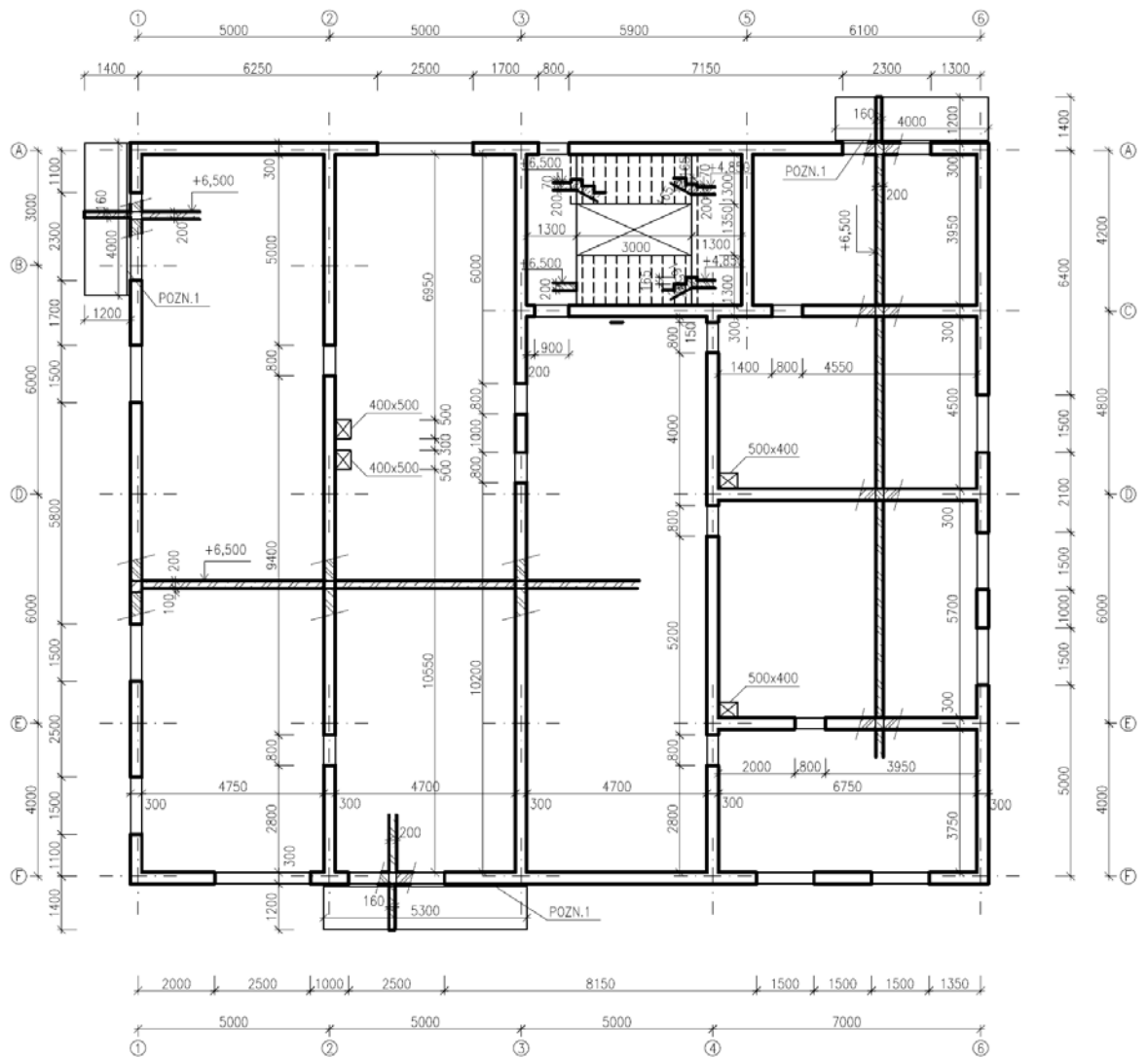


Skica tvaru 1NP:



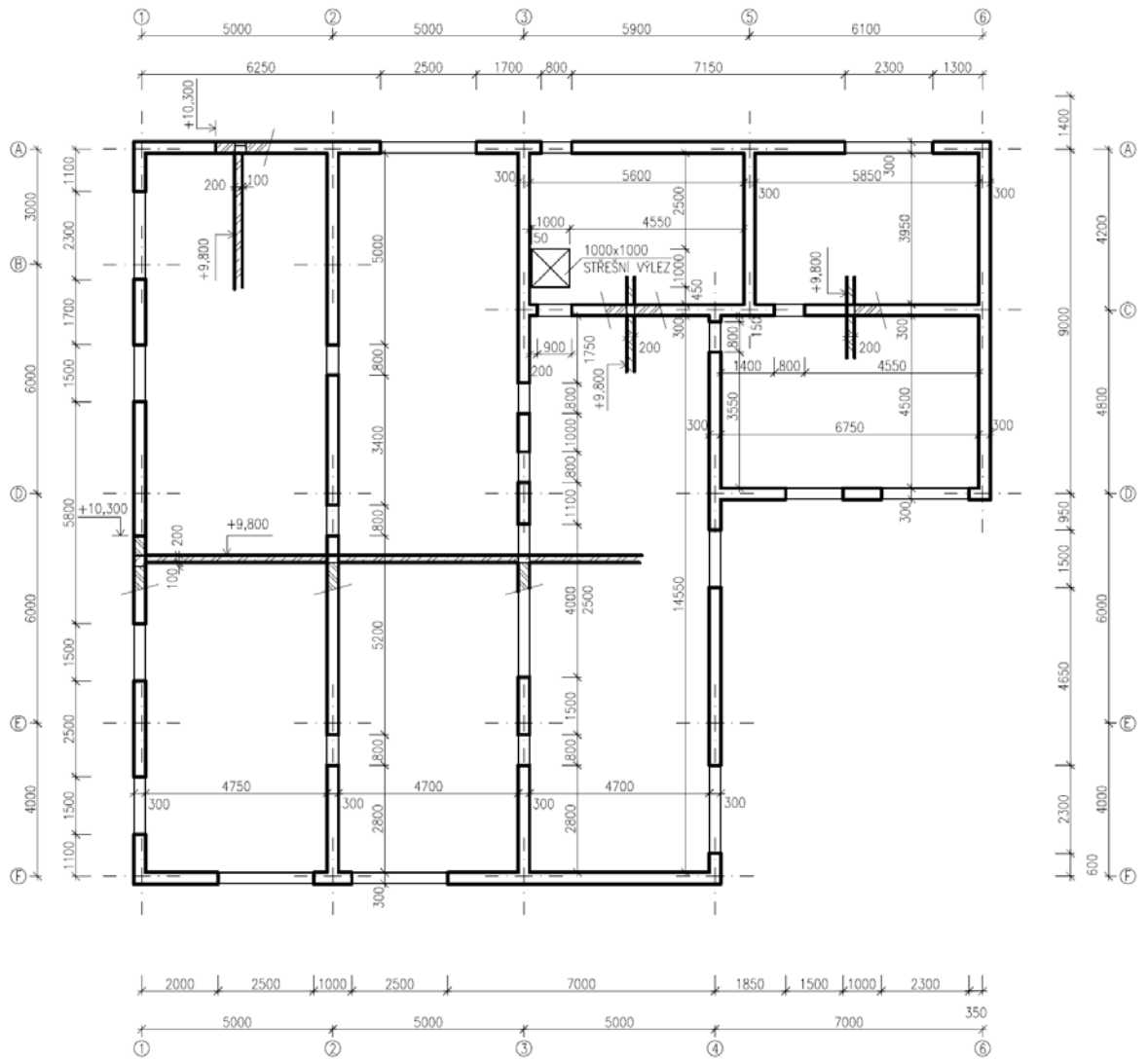
POZN.1: BALKÓNOVÝ ISO-NOSNIK

Skica tvaru 2NP:



POZN.1: BALKÓNOVÝ ISO-NOSNÍK

Skica tvaru 3NP:



Literatura

Normy

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Základy navrhování konstrukcí, ČSNI, 2004
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení budov, ČSNI, 2006
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, ČSNI, 2004
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, ČSNI, 2005
- [5] ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [6] ČSN EN 1996-1-1 Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce, ČSNI, 2013
- [7] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla, ČSNI, 2006
- [8] ČSN EN 206-1: Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, ČSNI, 2001
- [9] ČSN 73 1201 - Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb, ÚNMZ, 2010

Publikace

- [10] Procházka, J., Štěpánek, P., Krátký, J., Kohoutková, A., Vašková, J.: Navrhování betonových konstrukcí 1 - Prvky z prostého a železového betonu. ISBN 978-80-903807-5-2. ČBS Servis, s.r.o., Praha, 2009
- [11] Kohoutková, A., Procházka, J., Vašková, J.: Navrhování železobetonových konstrukcí - Příklady a postupy. ISBN 978-80-01-05587-8, nakladatelství ČVUT, Praha, 2014

Ostatní

- [12] <http://www.wienerberger.cz/>
- [13] http://concrete.fsv.cvut.cz/pomucky/down/tab_souc_pruzn_a_plast_mom_u_desek.pdf
- [14] <http://www.nosniknil.cz/>
- [15] <http://www.halfen.com/cz/2084/produkty/vyztuze/>
- [16] <http://www.kotaca.cz/podrubrika.php?ID=27>