

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ
TECHNICKÉ
FAKULTA STAVEBNÍ**

Katedra konstrukcí pozemních staveb



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
PROJEKT BYTOVÉHO DOMU**

**Statická část
Předběžný statický výpočet**

**JAN ŠPINGL
2016**

Vedoucí bakalářské práce: doc.Ing. Martin Jiránek, CSc.

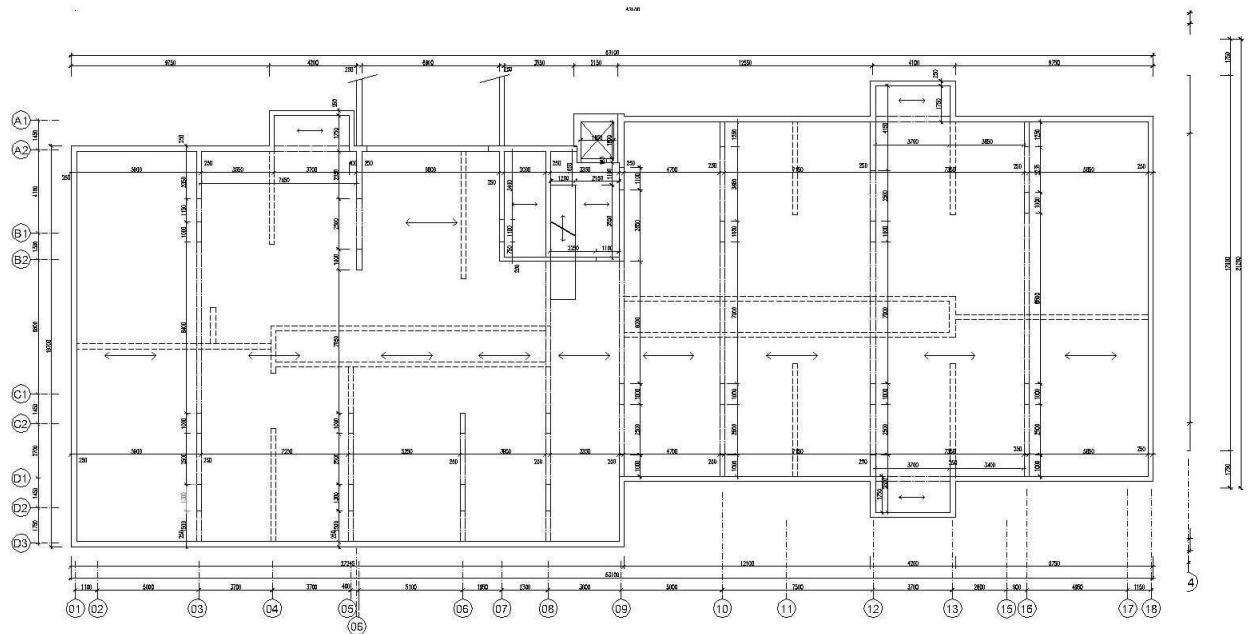
OBSAH:

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	11
2.2.1	Užitné zatížení	11
2.2.2	Zatížení sněhem	12
2.2.3	Zatížení větrem	12
3	PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ	12
3.1	Stropní deska	12
3.2	ŽB průvlaky	13
3.3	Svislé nosné konstrukce	14
3.3.1	ŽB stěny	15
3.3.2	Vnitřní ŽB sloupy 1PP	17
3.4	Schodiště	18
3.5	Předsazené konstrukce	19
3.6	Základové konstrukce	20
3.7	Prostorová tuhost objektu	23
3.8	Opěrná ŽB stěna u vjezdu do garáží	23
	Literatura	24

1. Schéma a popis konstrukce

1.1 Konstrukční schémata

Konstrukční schéma 1PP:



konstrukční výška podlaží: 3,3 m

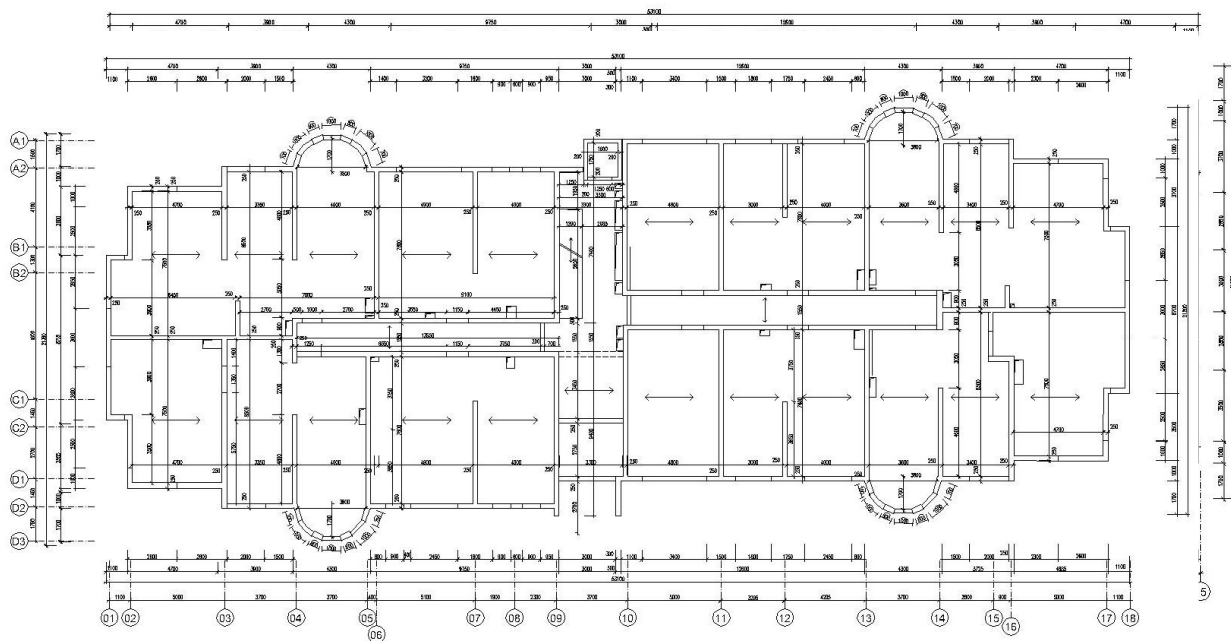
účel využití podlaží: parkoviště, technické zázemí objektu, schodiště

vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska + ŽB monolitické průvlaky

svislé nosné konstrukce : ŽB monolitické stěny vnitřní i obvodové, sloupy

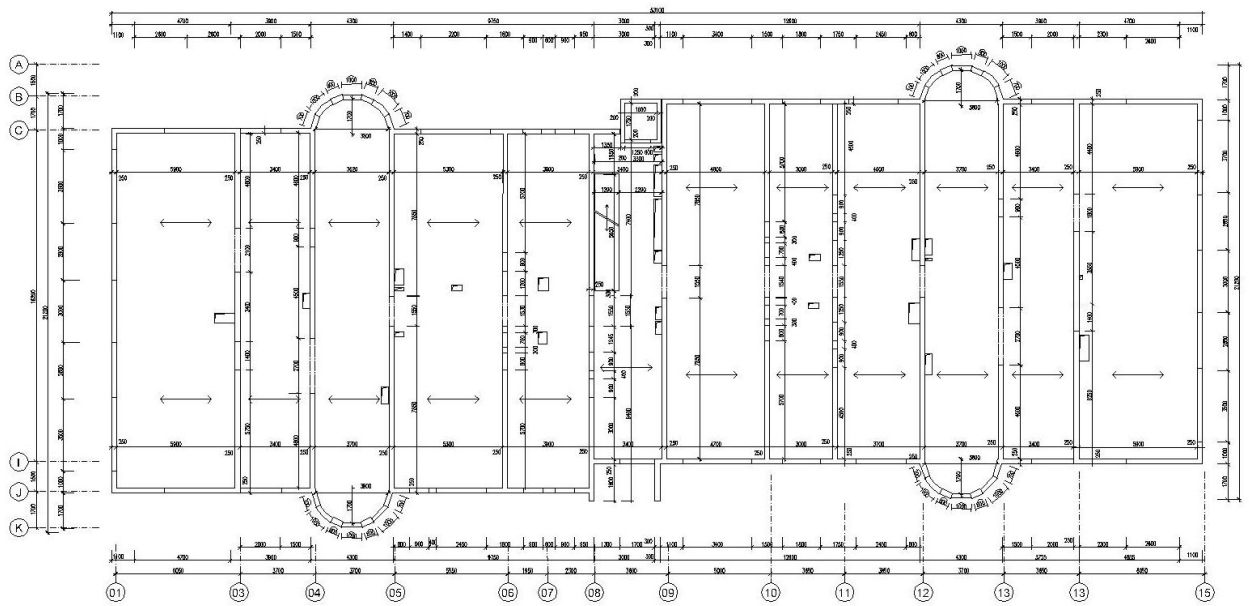
schodiště: jednoramenné monolitické

Konstrukční schéma 1NP:



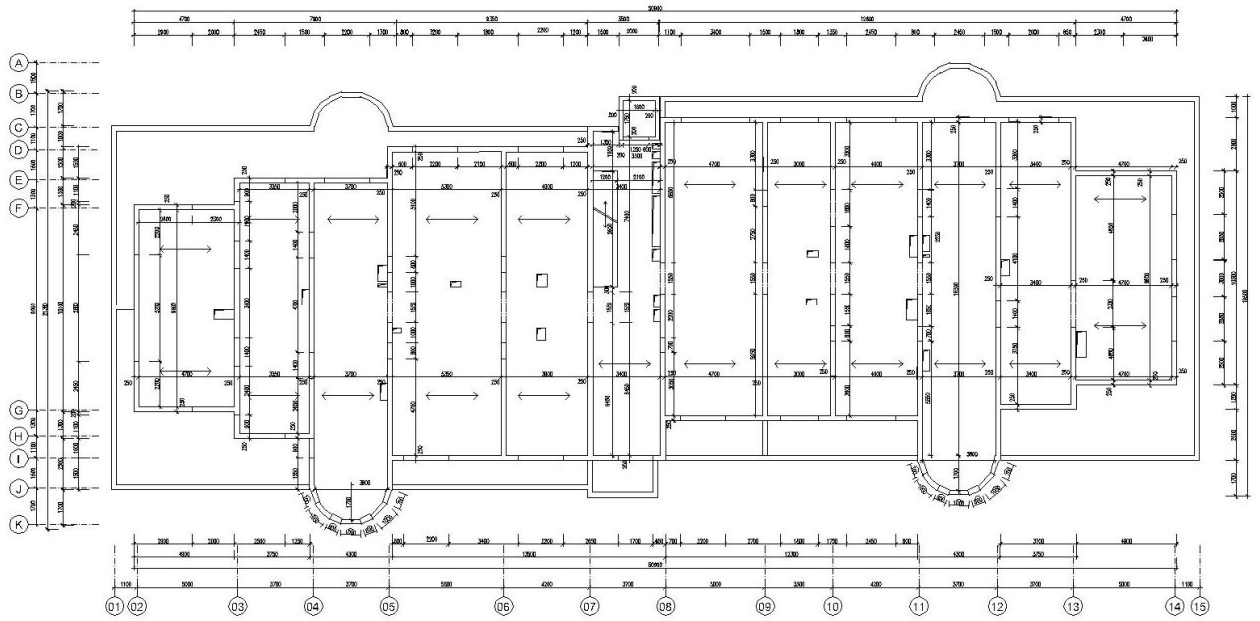
- konstrukční výška podlaží: 3,3 m
- účel využití podlaží: obytné prostory, schodiště
- vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska
- svislé nosné konstrukce : ŽB monolitické stěny vnitřní i obvodové
- schodiště: jednoramenné monolitické

Konstrukční schéma 2NP:



konstrukční výška podlaží: 3,3 m
účel využití podlaží: obytné prostory, schodiště
vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska
svislé nosné konstrukce : ŽB monolitické stěny vnitřní i obvodové
schodiště: jednoramenné monolitické

Konstrukční schéma 3NP:



konstrukční výška podlaží: 3,3 m
účel využití podlaží: obytné prostory, schodiště
vodorovné nosné konstrukce: plná ŽB monolitická deska
svislé nosné konstrukce : ŽB monolitické stěny vnitřní i obvodové
schodiště: jednoramenné monolitické

1.2 Použité materiály

- beton: suterénní stěny a základy: C 25/30 XC2 (CZ) - C/0,2 - D_{max} 16 - S3
ostatní nosné konstrukce: C 30/37 XC1 (CZ) - C/0,2 - D_{max} 16 - S3
E_{cm} = 33GPa
- použitá ocel: B 500 B

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 - byty 1NP, 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
betonová mazanina + kari síť	70	2300	1,61
separační vrstva - PE folie	-	-	-
kročejeová izolace	40	35	0,01
			1,68

- 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
betonová mazanina + kari síť	60	2300	1,38
separační vrstva - PE folie	-	-	-
kročejeová izolace	40	35	0,01
			1,93

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

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
Keramická dlažba + lepidlo	15	2800	0,42
ochranný vodotěsný nátěr	-	-	-
spádová betonová mazanina	40-60	2400	1,20
			1,62

- 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
betonová mazanina + kari síť	70	2300	1,61
separační vrstva - PE folie	-	-	-
minerální kročejová izolace	40	35	0,01
			2,05

- 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).
- lze zanedbat
- Ve vnitřních prostorách 1NP - 3NP jsou navrženy betonové s různými nášlapnými vrstvami.
-

Uvažovaná jednotná vlastní tíha podlah užitných prostor 1NP - 3NP :

- g_k = 1,60 kN/m²

2.1.3 Střešní plášť

- střecha plochá jednoplášťová:

	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m ³]	g _k [kN/m ²]
vrchní modifikovaný asfaltový pás	4	1100	0,05
podkladní modifik. asfaltový pás	4	1100	0,03
EPS 200 S	260	35	0,09
parotěsná zábrana - mod. asfalt. pás	3	1100	0,03
asfaltový mod. penetrační nátěr			
spádová vrstva z lehčeného betonu	Max 220	2100	4,62
			4,82

2.1.4 Obvodový plášť

Nosnou vrstvu obvodového pláště objektu tvoří železobetonové stěny - 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. 150 mm. Na spodní stavbě je použit kontaktní zateplovací systém z extrudovaného polystyrenu tl. 120 mm.

- vlastní tíha tepelné izolace:

$$g_{0,XPS-1NP,k} = \gamma_{EPS} \cdot t_{1PP} = 0,80 \cdot 0,12 = 0,096 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{0,EPS-2NP,k} = \gamma_{EPS} \cdot t_{2NP} = 0,35 \cdot 0,15 = 0,053 \text{ kN/m}^2$$

- lze zanedbat

2.1.5 Příčky

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

- plošná hmotnost stěny: 362 kg/m²
- světlá výška místnosti: 3,0m
- vlastní tíha stěny: $g_k = 362 \cdot 0,01 \cdot 3,0 = 10,86 \text{ kN/m}'$

Ostatní dělicí příčky objektu jsou zděné, tl. 115 a 150 mm.

Náhrada pomocí rovnoměrného plošného zatížení: $g_k = 1,2 \text{ kN/m}^2$

2.1.6 Schodišťové stupně

konstrukční výška podlaží: 3,3 m

počet stupňů v podlaží: 1x 20

šířka schod. stupně: 270 mm

výška schod. stupně: $3300/20 = 165 \text{ mm}$

náhradní spojité zatížení od schodišťových stupňů:

$$g_k = 0,5 \cdot 0,165 \cdot 20 = 1,650 \text{ kN/m}^2$$

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 : $= 32^\circ$

užité zatížení na terénu: $q_{0,k} = 5,0 \text{ kN/m}^2$

souč. zemního tlaku: a) v klidu: $K_0 = 1 - \sin\phi_d = 1 - \sin 32 = 0,47$

b) aktivní: $K_a = 1 - \sin\phi_d / (1 + \sin\phi_d) = 1 - \sin 32 / (1 + \sin 32) = 0,31$

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 do 6,0m zjištěna na pozemku stavby.

2.2 Proměnné zatížení

2.2.1 Užité zatížení

- 1PP - parkovací plochy pro lehká vozidla -
kategorie F : $q_k \leq 2,5 \text{ kN/m}^2$
- 1NP, 2NP, 3NP - bytová část objektu - kategorie A:
 - o stropní konstrukce: $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
 - o schodiště: $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
 - o balkóny: $q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$ $Q_k \leq 3,0 \text{ kN}$
- nepřístupná střecha s výjimkou běžné údržby a oprav - kategorie H:
 $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

2.2.2 Zatížení sněhem

Plochá střecha: $\alpha < 30^\circ$

Tvarový součinitel $\mu_1 = 0,8$

Součinitel expozice: $C_e = 1$

Součinitel tepla $C_t = 1$

Umístění stavby: Praha 12 – Modřany - Sněhová oblast I – $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

Průměrné zatížení sněhem: $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 = 0,56 \text{ kN/m}^2$

- Hodnota proměnného zatížení střechy bude uvažována jako větší z hodnot:**
 - o užité zatížení střechy: $0,75 \text{ kN/m}^2$
 - o zatížení sněhem: $0,56 \text{ kN/m}^2$
 - o výsledné proměnné zatížení střechy $q_{str,k} = 0,75 \text{ kN/m}^2$

○

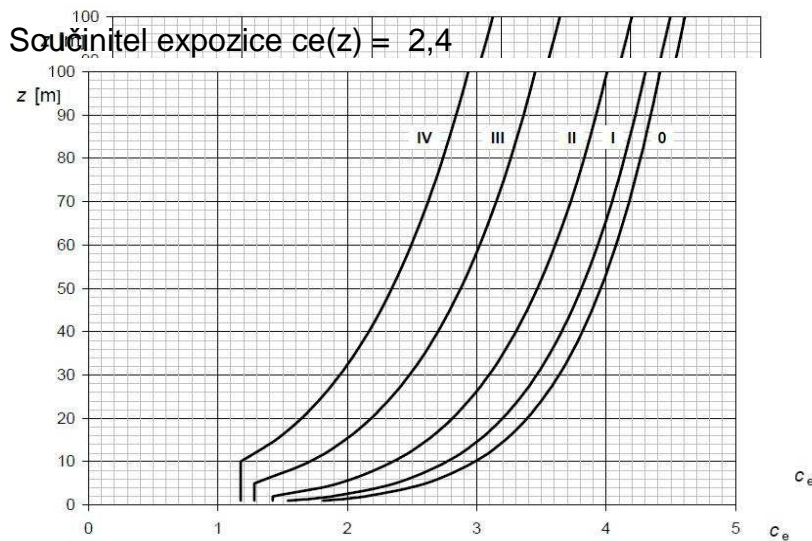
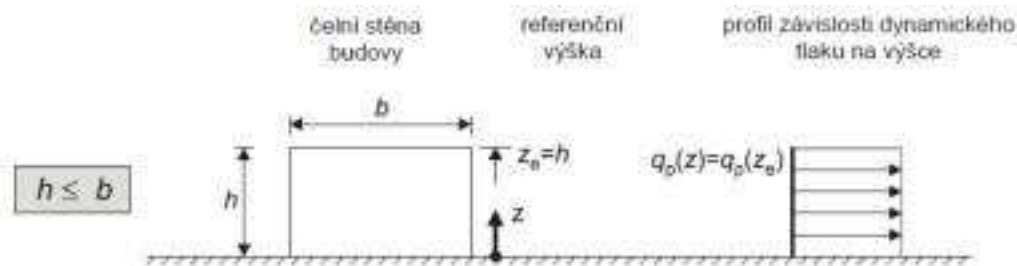
2.2.2 Zatížení větrem

Umístění stavby: Praha 12 – Modřany - Větrná oblast II $v_b = 22,5$ m/s
 Základní rychlost větru: $q_b = 0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 316,41$ N/m² = 0,316 kN/m²

Kategorie terénu: III – plocha rovnoměrně pokrytá vegetací, budovami a překážkami

$z_0 = 0,3$ m; $z_{min} = 5$ m

Výška atiky nad terénem: $h = 9,8$ m < 19m ; $z = h = 9,8$ m



Z hlediska účinku na ztužující konstrukce objektu (schodišťové jádro, železobetonové) 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: $d = 21,5$ m; $h/b = 9,8/21,5 = 0,456$

Podélný směr: $d = 53,5$ m; $h/b = 9,8/53,5 =$

0,183

Oblast	D	E
Příčný směr	0,72	-0,34
Podélný směr	0,7	-0,3

$C_{pe} = 0,72 + 0,34 = 1,06$

□ □

□ **Charakteristická hodnota zatížení větrem:**

$$w_k = q_b * c_e(z) * c_{pe} = 0,316 * 2,4 * 1,06 = 0,804 \text{ kN / m}^2$$

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 Mpa; $f_{cd} = f_{ck}/\gamma_c = 30/1,5 = 20 \text{ Mpa}$

Návrh na základě splnění podmínky ohybové štíhlosti desky:

$$\lambda = L/d < \lambda_d = K_{c1} * K_{c2} * K_{c3} * \lambda_{d,tab}; \quad d = L/\lambda_d$$

$K_{c1} = 1$ obdélníkový průřez

$K_{c2} = 1$ rozhodující rozpětí desky $l = 5,9 < 7,0 \text{ m}$

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

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

typ podepření	L [m]	$\square \lambda_{d,tab}$	$\square \lambda_d$	d [mm]	h_d [mm]
jednosměrně pnutá d. 1.PP	5,9	26,0	31,2	190	205

Empirický návrh tloušťky desky:

Jednosměrně pnutá ŽB deska, $L = 5900 \text{ mm}$

$$H_d \geq (1/30 \div 1/25) * L = (1/30 \div 1/25) * 5900 = 196,7 \div 236 \text{ mm}$$

Návrh tloušťky desky pro všechny stropní konstrukce:

$H = 220 \text{ mm}$

Ověření desek z hlediska únosnosti v ohybu:

1.PP – jednosměrně pnutá deska

\square		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
	ŽB deska, tl. 220 mm	0,22*25	1,35	7,425
	podlaha	Viz. Str.7	1,35	2,27
	Zděná akustická příčka	11,22 / 3,4	1,35	5,13
	<i>rozpočítáno do šířky desky $L/2 = 5,9/2 = 2,95$</i>			
	užitné zat. - bytové prostory	2,0	1,50	3,00
				(g+q)d 17,825

Max. návrhový moment

$$m_{ed} = 1/12 * (g+q)_d * L^2 = 1/12 * 17,825 * 5,9^2 = 51,707 \text{ kNm/m}$$

Ověření poměrné výšky tlačené oblasti ξ a stupně vyztužení ohybovou výztuží ρ

poměrný ohybový moment:

$$\mu = m_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 51\,707\,000 / (1000 \cdot 205^2 \cdot 20) = 0,0615$$

poměrná výška tlačené oblasti ξ z tabulek

potřebná plocha výztuže:

$$a_{s,req} = 0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,8 \cdot 1000 \cdot 205 \cdot 0,077 \cdot 20 / 435 = 580,6 \text{ mm}^2$$

orientační stupeň vyztužení: $\rho = a_{s,req} / b \cdot d = 580,6 / (1000 \cdot 205) = 0,00283$

h _d	d	m _{Ed}	μ	ξ	A _{s,reqd}	ρ
[mm]	[mm]	[kN.m/m']	[-]	[-]	[mm ²]	[%]
220	205	51,707	0,0615	0,077	580,6	0,283

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

3.2 ŽB průvlak:

Návrh je proveden pro nejvíce namáhaný spojitý stropní ŽB průvlak nad hromadnými garážemi v 1.PP. Průvlak je monoliticky spojen s dvěma ŽB pilíři o půdorysných rozměrech 250x1000 se vzdáleností 6m a je přitížen zděnými nenosnými stěnami a příčkami.

Empirický návrh rozměrů průvlaků:

$$h_p = (1/12 \text{ až } 1/10) \cdot L_p = (1/12 \text{ až } 1/10) \cdot 6000 = 500 \text{ až } 600 \text{ mm}$$

$$b_p = (1/3 \text{ až } 2/3) \cdot h_p = (1/3 \text{ až } 2/3) \cdot 600 = 200 \text{ až } 400 \text{ mm}$$

Návrh: $h_p = 600 \text{ mm}$

$b_p = 250 \text{ mm}$

Statické ověření průvlaku z hlediska ohybu

		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 220 mm	0,22*25*(5,9+3,0)/2 m	24,48	1,35	33,04
ŽB trám, 250x600 mm	(0,6-0,24)*0,25*25	2,25	1,35	3,04
podlaha (viz str. 9)	1,6*(5,9+3,0)/2 m	7,12	1,35	9,61
příčka - AKU, h = 3m	(viz str. 10)	9,8	1,35	13,23
užitné zat. – bytové prostory	2,0*(5,9+3,0)/2 m	8,9	1,50	13,35
—(g+q)_d =				72,27

Maximální návrhový moment:

$$M_{Ed} = 1/12 \cdot (g+q)_d \cdot L_p^2 = 1/12 \cdot (72,27) \cdot 6,0^2 = 216,81 \text{ kN.m}$$



Ověření poměrné výšky tlačené oblasti ξ a stupně vyztužení ohybovou výztuží ρ

poměrný ohybový moment:

$$\mu = M_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 216\,810\,000 / (250 \cdot 557^2 \cdot 20) = 0,139$$

poměrná výška tlačené oblasti ξ z tabulek

potřebná plocha výztuže:

$$a_{s,req} = 0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,8 \cdot 250 \cdot 557 \cdot 0,189 \cdot 20 / 435 = 968,03 \text{ mm}^2$$

$$\text{orientační stupeň vyztužení: } \rho = a_{s,req} / b \cdot d = 968,03 / (250 \cdot 557) = 0,00695$$

h_p	L_p	$(g+q)_d$	M_{Ed}	d	μ	ξ	$A_{s,rqd}$	ρ
[mm]	[m]	[kN/m']	[kN.m]	[mm]	[-]	[-]	[mm ²]	[%]
600	6,0	72,27	216,81	557	0,139	0,189	968,03	0,695

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

2) Předpoklad $\rho < 0,01$, použitý při výpočtu vymežující ohybové štíhlosti desek, je splněn.

Statické ověření průvlaků z hlediska smyku:

Přibližně stanovená posouvající síla:

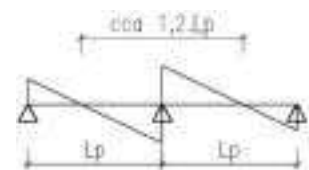
$$V_{Ed} = 0,6 \cdot (g+q)_d \cdot L_p = 0,6 \cdot 72,27 \cdot 4,450 =$$

Únosnost tlačené diagonály:

$$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot (1 - f_{ck}/250) \cdot f_{cd} \cdot b_w \cdot z \cdot \cotg\Phi / (1 + \cotg^2\Phi) \geq V_{Ed,max}$$

$$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot (1 - 30/250) \cdot 20 \cdot 250 \cdot 501 \cdot 1,5 / (1 + 1,5^2) = 610,449$$

kN



h_p	L	$V_{Ed,max}$	$z = 0,9 \cdot d$	volba $\cotg\Phi$	$V_{Rd,max}$
[mm]	[m]	[kN]	[mm]	[-]	[kN]
600	6,0	192,96	501	1,5	610,449

Ověření ohybové štíhlosti průvlaků:

součinitel napětí tahové výztuže: bezpečně $K_{c3} = 1,0$

$$\lambda = L/d < \lambda_d = K_{c1} \cdot K_{c2} \cdot K_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}; \quad d = L/\lambda_d$$

$$6000/557 = 10,77 < 1 \cdot 1 \cdot 1,0 \cdot 19,5 = 19,5$$

Navržené rozměry průvlaků vyhovuj

3.3 Svislé nosné konstrukce

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

V nadzemních podlažích jsou navrženy ŽB stěny.

Výpočet zatížení v patě ŽB pilíře pro návrh základových konstrukcí

Pilíř předběžně posouzen jako

dostředně tlačенý

Účinná dostředná plocha pilíře:

250x1000; $A = 0,25 \cdot 1 = 0,25 \text{m}^2$

Zatěžovací plocha: $A_{\text{zat}} =$

$[(4+3,0)/2+0,25] \cdot [(6,0+3,5)/2+1,0] =$

$21,56 \text{m}^2$

normálové zatížení patě pilíře:

	počet	výpočet	char. zat. [kN]	γ_F	návrh. zat. [kN]
ŽB stropní deska	4	$4 \cdot 21,56 \cdot 5,0$	431,2	1,35	582,12
ŽB stěna	3	$3 \cdot 3 \cdot 25 \cdot 0,25 \cdot (6+3,5)/2$	267,2	1,35	360,703
podlahy (str. 9)	3	$3 \cdot 21,56 \cdot 1,6$	103,5	1,35	139,73
příčky - ostatní (str. 10)	1	$21,56 \cdot 1,2$	25,87	1,35	34,92
příčky - AKU (str.10)	L=3,25 m	$21,56 \cdot 3,25$	36,5	1,35	70,07
střešní plášť (str.9)	1	$21,56 \cdot 2,73$	58,86	1,35	79,46
ŽB průvlak	1	$0,25 \cdot (0,6-0,22) \cdot 25 \cdot$	11,28	1,35	15,23
ŽB pilíř	1	$0,25 \cdot 1,0 \cdot 3,0 \cdot 25$	18,75	1,35	25,31
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stálé		$(6+3,5)/2$			1214,29
užitné (str.12)	3	$3 \cdot 21,56 \cdot 2,0$	129,36	1,5	194,04
sníh (str.12)	1	$21,56 \cdot 1,2$	25,87	1,5	38,8
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> proměnné					232,84
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CELKEM				$N_{\text{Ed,max}}$	1447,13

normálová únosnost v patě pilíře:

$N_{\text{Rd}} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{\text{cd}} + A_s \cdot \sigma_s =$

$0,8 \cdot 1000 \cdot 250 + 0,03 \cdot 1000 \cdot 250 \cdot 40$

$0 = 3200 \text{ kN}$

Předpoklad: $\rho_s = 0,03$

$\sigma_s = 400 \text{ Mpa}$

$N_{\text{Ed}} < N_{\text{Rd}}$

$1447,13 < 3200 \text{ [kN]}$

Vyhovuje

Výpočet zatížení v patě ŽB obvodové stěny pro návrh základových konstrukcí

Tloušťka stěny: 250mm

Zatěžovací šířka: $L = 5,9/2 = 2,95\text{m}$

normálové zatížení patě pilíře:

Výpočet zatížení v patě ŽB

	počet	výpočet	char. zat. [kN/m]	γ_F	návrh. zat. [kN/m]
ŽB stropní deska	4	$4 \cdot 2,95 \cdot 5,0$	59,0	1,35	79,65
ŽB stěna	4	$4 \cdot 3 \cdot 25 \cdot 0,25$	75,0	1,35	101,25
podlahy (str. 9)	3	$3 \cdot 2,95 \cdot 1,6$	14,16	1,35	19,116
příčky - ostatní (str. 10)	1	$2,95 \cdot 1,2$	3,54	1,35	4,779
příčky - AKU (str.10)		$2,95 \cdot 3,25$	9,676	1,35	13,06
střešní plášť (str.9)	1	$2,95 \cdot 2,73$	8,05	1,35	10,8
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stálé					228,75
užitné (str.12)	3	$3 \cdot 2,95 \cdot 2,0$	17,7	1,5	26,55
sníh (str.12)	1	$2,95 \cdot 1,2$	3,54	1,5	5,31
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> proměnné <input type="checkbox"/>					31,86
<hr/>					
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CELKEM <input type="checkbox"/>					$N_{Ed,ma} 260,61$

normálová únosnost v patě stěny:

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s =$$

$$0,8 \cdot 1000 \cdot 250 + 0,03 \cdot 1000 \cdot 250 \cdot 40$$

$$= 3200 \text{ kN}$$

Předpoklad: $\rho_s = 0,03$

$$\sigma_s = 400 \text{ Mpa}$$

$$N_{Ed} < N_{Rd}$$

$$260,61 < 3200 \text{ [kN/m]}$$

Vyhovuje

Výpočet zatížení v patě ŽB vnitřní stěny pro návrh základových konstrukcí

Tloušťka stěny: 250mm

Zatěžovací šířka:

$$L = (5,9+3)/2=4,45\text{m}$$

normálové zatížení patě pilíře:

Výpočet zatížení v patě ŽB

	počet	výpočet	char. zat. [kN/m]	γ_F	návrh. zat. [kN/m]
ŽB stropní deska	4	4*4,45*5,0	89,0	1,35	120,15
ŽB stěna	4	4*3*25*0,25	75,0	1,35	101,25
podlahy (str. 9)	3	3*4,45 * 1,6	21,36	1,35	28,8
příčky - ostatní (str. 10)	1	4,45 * 1,2	5,34	1,35	7,2
příčky - AKU (str.10)		4,45 * 3,25	14,46	1,35	19,52
střešní plášť (str.9)	1	4,45 * 2,73	12,15	1,35	16,4
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> stálé					291,92
užitné (str.12)	3	3*4,45 * 2,0	26,7	1,5	40,05
sníh (str.12)	1	4,45 * 1,2	5,34	1,5	8,01
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> proměnné <input type="checkbox"/>					48,06
<hr/>					
<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> CELKEM <input type="checkbox"/>					N_{Ed,ma} 339,98

normálová únosnost v patě stěny:

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot \sigma_s =$$

$$0,8 \cdot 1000 \cdot 250 + 0,03 \cdot 1000 \cdot 250 \cdot 40$$

$$0 = 3200 \text{ kN}$$

Předpoklad: $\rho_s = 0,03$

$$\sigma_s = 400 \text{ Mpa}$$

$$N_{Ed} < N_{Rd}$$

$$339,98 < 3200 \text{ [kN/m]}$$

Vyhovuje

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 30/37 XC2 (CZ) - C/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. Neposuvnost v patě stěny je zajištěna vyztuženou podlahou 1PP.

3.4 Schodiště

Schodiště je deskové jednoramenné, železobetonové, technologicky navrženo jako monolitické, ramena prováděna včetně betonových stupňů. Schodišťová ramena jsou monoliticky spojena s podestou a mezipodestou a oddílatována od schodišťových stěn. Mezipodesty a podesty jsou oddílatovány od příčných schodišťových stěn a pomocí izolačních boxů uloženy do podélných schodišťových stěn (kloubový spoj).

Parametry schodiště :

- konstrukční výška podlaží: 3,3 m
- šířka podesty, podesty, ramene: 1200 mm
- délka podesty, mezipodesty: 1200 mm
 - o teoretické rozpětí: 1350 mm
- půdorysná délka ramene : 5150 mm
 - o teoretické rozpětí: 5300 mm

- výška schodišťového stupně : 165 mm
- šířka schodišťového stupně : 270 mm
- úhel stoupání: 34,5°
- počet stupňů v rameni: 2

Empirický návrh tloušťky podesty, mezipodesty a desky ramene:

$$h_{\text{pod}} = (1/30 \text{ až } 1/25) * L_{\text{pod}} = (1/30 \text{ až } 1/25) * 1350 = 45 \text{ až } 54 \text{ mm}$$

$$h_{\text{ram}} = (1/30 \text{ až } 1/25) * L_{\text{ram}} = (1/30 \text{ až } 1/25) * 5300 = 177 \text{ až } 212 \text{ mm}$$

Návrh:

Návrh mezipodesty ve stejné tloušťce jako podesty a to 220 mm. Nutno zachovat konstrukční zásady. Schodišťové rameno bude v tloušťce 180 mm.

3.5 Předsazené konstrukce

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

Empirický návrh tloušťky balkónové desky:

$$H_{\text{balk}} = 1/10 * L_k = 1/10 * 1400 = 140 \text{ mm}$$

Návrh na základě splnění podmínky ohybové štíhlosti desky:

$$\lambda = L/d < \lambda_d = K_{c1} * K_{c2} * K_{c3} * \lambda_{d,\text{tab}}; d = L/\lambda_d$$

$$L/\lambda_d = 1400/(1*1*1,2*8) = 146 \text{ mm}$$

$K_{c1} = 1$...obdélníkový průřez

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

$K_{c3} = 1,2$...odhad součinitele napětí tahové výztuže

$\lambda_{d,\text{tab}}; d$...konzola, C30/37, předpoklad pro $0,5\% < \rho$

$$h = d + c + \Phi/2 = 146 + 20 + 5 = 171 \text{ mm}$$

Návrh:

$$H_{\text{balk}} = 200 \text{ mm}$$

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

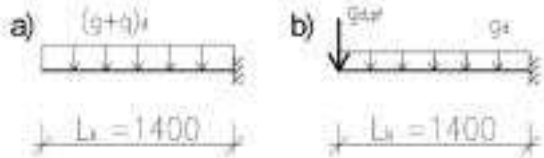
Ověření balkónové desky z hlediska únosnosti v ohybu:

		f_k [kN/m ²]	γ_F	f_d [kN/m ²]
ŽB deska, tl. 200 mm	0,2*25	5,00	1,35	56,75
podlaha	(viz str. 9)	1,27	1,35	1,72
				$g_d = 8,47$
užitné zat. - bytové objekt, kategorie A	(viz str. 12)	4,00	1,50	6,00
				$(g+q)_d = 14,47$

max. návrhový moment:

a) $M_{Ed} = 1/2 \cdot (g+q)_d \cdot L_k^2 = 1/2 \cdot (14,47) \cdot 1,4^2 = 20,258 \text{ kN.m/m}$

b) $M{Ed} = 1/2 \cdot g_d \cdot L_k^2 + Q_d \cdot L_k = 1/2 \cdot (8,47) \cdot 1,4^2 + 6 \cdot 1,4 = 16,701 \text{ kN.m/m}$



	h [mm]	b [mm]	d [mm]	mEd [kN.m/m']	μ [-]	ξ [-]	As,reqd [mm ²]	ρ [%]
balkón	200	1000	175	20,258	0,033	0,051	328,3	0,187

Ověření poměrné výšky tlačené oblasti ξ a stupně vyztužení ohybovou výztuží ρ

poměrný ohybový moment:

$\mu = m_{Ed} / (b \cdot d^2 \cdot f_{cd}) = 20258000 / (175^2 \cdot 20) = 0,033$

poměrná výška tlačené oblasti ξ z tabulek

potřebná plocha výztuže:

$a_{s,req} = 0,8 \cdot b \cdot d \cdot \xi \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0,8 \cdot 1000 \cdot 175 \cdot 0,051 \cdot 20 / 435 = 328,3 \text{ mm}^2$

orientační stupeň vyztužení: $\rho = a_{s,req} / (b \cdot d) = 328,3 / (1000 \cdot 175) = 0,00187$

1) Hodnoty vyhovují: $\xi < \xi_{opt} = (0,1; 0,15)$

2) Předpoklad $\rho < 0,005$, použitý při výpočtu vymežující ohybové štíhlosti desek, je splněn.

Navržené rozměry balkónové desky vyhovují.

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:

$R_{dt} \approx 800 \text{ kPa}$

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 betonem tl. 150 mm. V místě dojezdu výtahu dochází k posunu základové spáry podlahové desky.

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

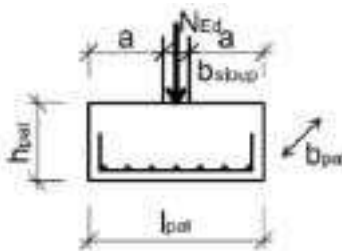
Návrh rozměrů vnitřní ŽB patky:

Normálová síla v patě sloupu 1.PP: $N_{Ed,0} = 1447,13 \text{ kN}$

Odhad vlastní tíhy patky: $N_{g,0} = 0,005 * N_{Ed,0} = 7,235 \text{ kN}$

Požadovaná efektivní plocha základů: $R_{dt} = N/A_{rqd}$

$A_{rqd} = N/ R_{dt} = 1,05 * N_{Ed,0}/ R_{dt} = 1,05 * 1447,13/800 = 1,69 \text{ m}^2$



Návrh půdorysných rozměrů patky:

1,8x1,0; $A = 1,8 \text{ m}^2$

Posouzení vzdálenosti patek:

$b_{pat} = 1,0 \text{ m} < x/2 = (3400-1000)/2 = 1200 \dots \text{vyhovuje}$

$l_{pat} = 1,8 \text{ m} < y/2 = (6000-1800)/2 = 2100 \dots \text{vyhovuje}$

Vyložení patky:

$a = (l_{pat} - b_{sloup})/2 = (2,0 - 1,0)/2 = 0,5 \text{ m}$

Výška patky bude navržena na roznášecí úhel 45° , poté netřeba ověřovat protlačení.

$h_{pat} = \text{tg}45^\circ * a = 0,65 \text{ m}$

Návrh výšky patky 0,65m.

Návrh rozměrů obvodového ŽB pasu:

Normálová síla v patě stěny 1.PP: $n_{Ed,0} = 260,61 \text{ kN}$

Odhad vlastní tíhy pasu: $N_{g,0} = 0,005 * N_{Ed,0} = 1,303 \text{ kN}$

Požadovaná efektivní plocha základů: $R_{dt} = N/A_{rqd}$

$A_{rqd} = N/ R_{dt} = 1,05 * N_{Ed,0}/ R_{dt} = 1,05 * 260,61/800 = 0,342 \text{ m}^2$

Návrh rozměrů obvodového ŽB pasu:

Návrh šířky základového pasu: 0,65m

Návrh výšky základového pasu: 0,65m

Návrh rozměrů vnitřního ŽB pasu:

Normálová síla v patě stěny 1.PP: $n_{Ed,0} = 339,98 \text{ kN}$

Odhad vlastní tíhy pasu: $N_{g,0} = 0,005 * N_{Ed,0} = 1,699 \text{ kN}$

Požadovaná efektivní plocha základů: $R_{dt} = N/A_{rqd}$

$A_{rqd} = N/ R_{dt} = 1,05 * N_{Ed,0}/ R_{dt} = 1,05 * 339,98/800 = 0,446 \text{ m}^2$

Návrh rozměrů obvodového ŽB pasu:

Návrh šířky základového pasu: 0,75m

Návrh výšky základového pasu: 0,65m

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 stěn, sloupů s železobetonovými stropními deskami. Celým objektem (všemi podlažími) prochází stěnové schodiškové 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

Literatura

Normy

- [1] ČSN EN 1990 Eurokód: Základy navrhování konstrukcí, ČSN, 2004
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení - Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení budov, ČSN, 2006
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem, ČSN, 2004
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem, ČSN, 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, ČSN, 2013
- [7] ČSN EN 1997-1 Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla, ČSN, 2006
- [8] ČSN EN 206-1: Beton - Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, ČSN, 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>