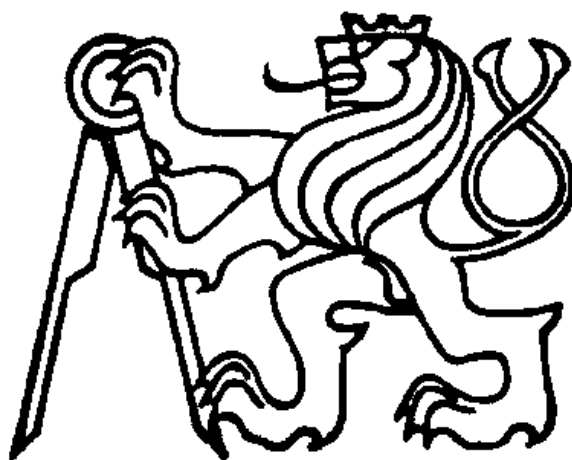


**Projekt bytového domu v pasívnom energetickom štandarde**

Design project of passive residential house

## **BAKALÁRSKÁ PRÁCA**



## **PREDBEŽNÝ STATICKÝ VÝPOČET**

# Obsah

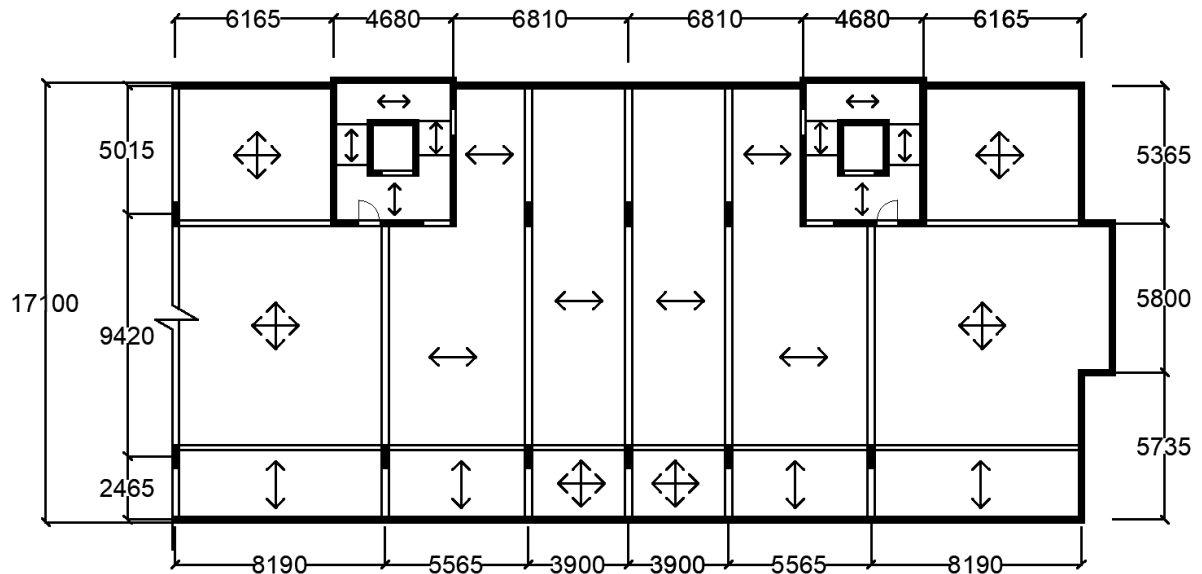
<b>1. Schéma a popis konštrukcie .....</b>	<b>1</b>
1.1 Konštrukčné schéma .....	1
1.2 Použité materiály .....	4
<b>2. Prehľad zaťaženií.....</b>	<b>5</b>
2.1 Stále zaťaženie.....	5
2.1.1 Nosné konštrukcie .....	5
2.1.2 Podlahy .....	5
2.1.3 Strešný plášť.....	8
2.1.4 Obvodový plášť.....	8
2.1.5 Priečky .....	8
2.1.6 Schodiskové stupne.....	8
2.1.7 Zemný tlak .....	9
2.2 Premenné zaťaženie .....	10
2.2.1 Úžitkové zaťaženie .....	10
2.2.2 Zaťaženie snehom.....	10
2.2.3 Zaťaženie vetrom.....	10
<b>3. Predbežný návrh a posúdenie nosných prvkov .....</b>	<b>11</b>
3.1 Základové konštrukcie .....	11
3.1.1 Výpočet zaťaženia: .....	11
3.1.2 Návrh dosky:.....	11
3.2 Vodorovné nosné konštrukcie .....	13
3.2.1 Stropná doska.....	13
3.2.2 Monolitické ŽB prievlaky .....	13
3.3 Zvislé nosné konštrukcie .....	15
3.3.1 ŽB stĺpy v 1PP .....	15
3.3.2 ŽB steny 1PP-6NP.....	15
3.3.3 Murované steny 7NP .....	16
3.4 Schodisko .....	16
3.5 Priestorová tuhosť objektu.....	17
<b>Literatura .....</b>	<b>18</b>

# 1. Schéma a popis konštrukcie

## 1.1 Konštrukčné schéma

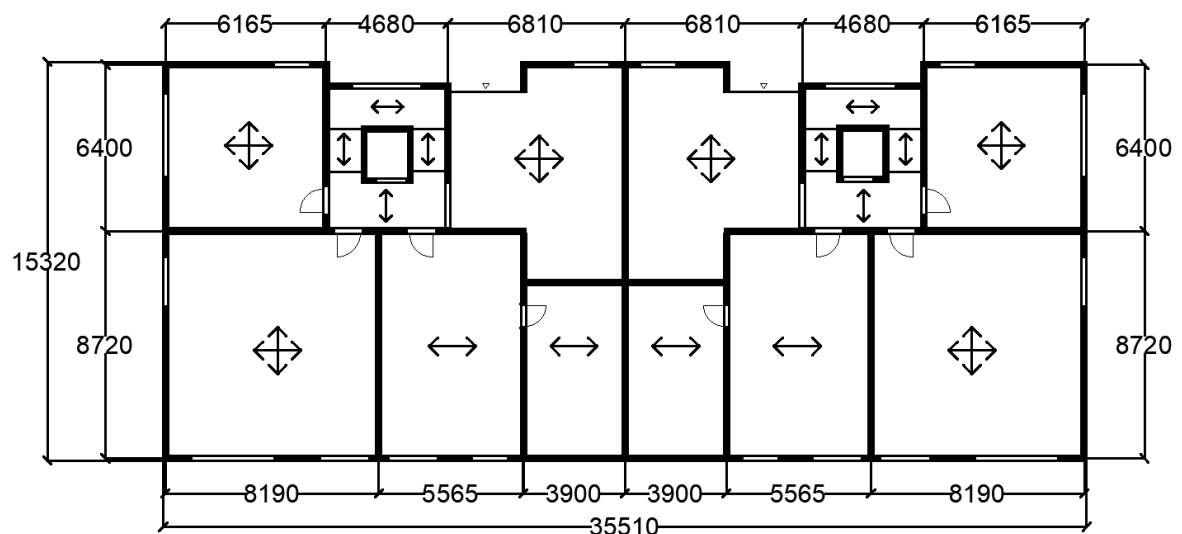
### Konštrukčné schéma 1PP:

- konštrukčná výška podlažia: 4,025 m
- účel využitia podlažia: parkovisko, technické zázemie objektu, skladové priestory
- vodorovné nosné konštrukcie: ŽB monolitické dosky, ŽB monolitické prievlaky
- zvislé nosné konštrukcie: ŽB monolitické steny (obvodové a schodiskové)
- schodisko: trojramenné, ŽB monolitické



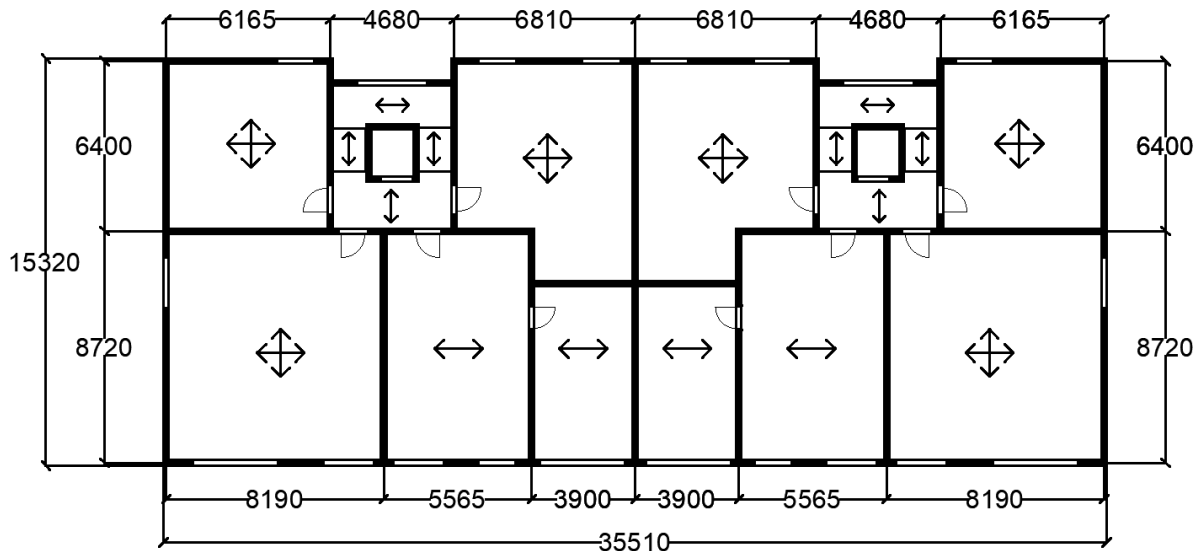
### Konštrukčné schéma 1NP:

- konštrukčná výška podlažia: 3,325 m
- účel využitia podlažia: byty, skladové priestory
- vodorovné nosné konštrukcie: ŽB monolitické dosky, ŽB monolitické prievlaky
- zvislé nosné konštrukcie: ŽB monolitické steny (obvodové, medzibytové a schodiskové)
- schodisko: trojramenné, ŽB monolitické



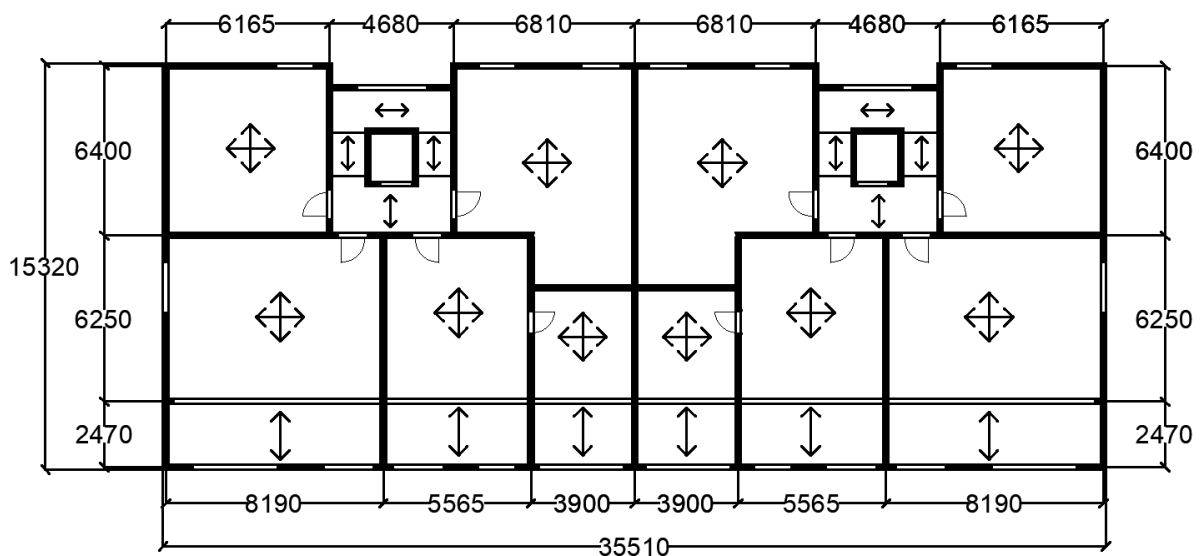
### Konštrukčné schéma 2NP-4NP:

- konštrukčná výška podlažia: 3,325 m
- účel využitia podlažia: byty
- vodorovné nosné konštrukcie: ŽB monolitické dosky, ŽB monolitické prievlaky
- zvislé nosné konštrukcie: ŽB monolitické steny (obvodové, medzibytové a schodiskové)
- schodisko: trojramenné, ŽB monolitické



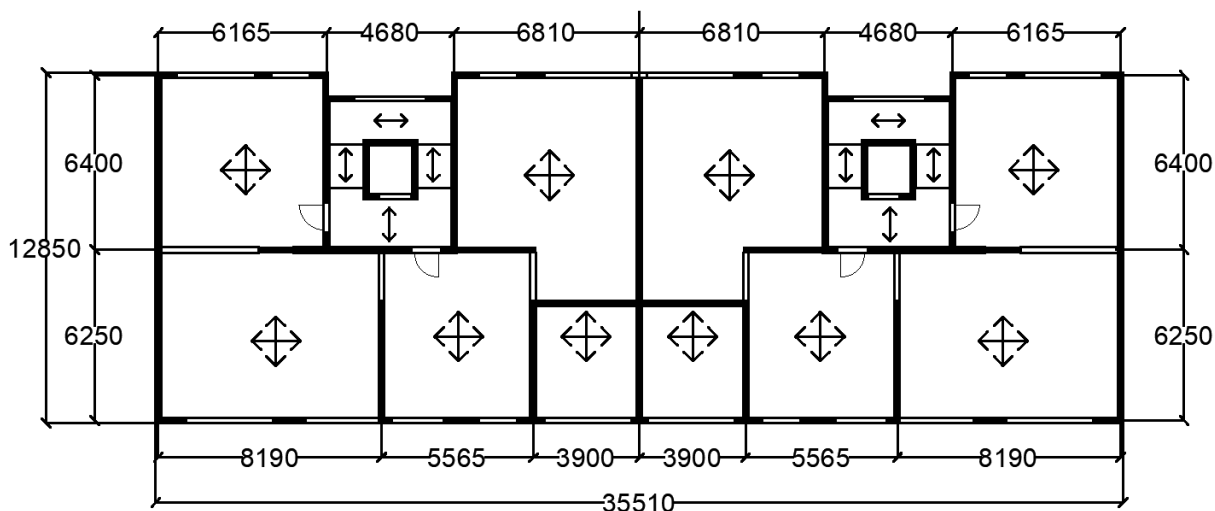
### Konštrukčné schéma 5NP:

- konštrukčná výška podlažia: 3,325 m
- účel využitia podlažia: byty
- vodorovné nosné konštrukcie: ŽB monolitické dosky, ŽB monolitické prievlaky
- zvislé nosné konštrukcie: ŽB monolitické steny (obvodové, medzibytové a schodiskové)
- schodisko: trojramenné, ŽB monolitické



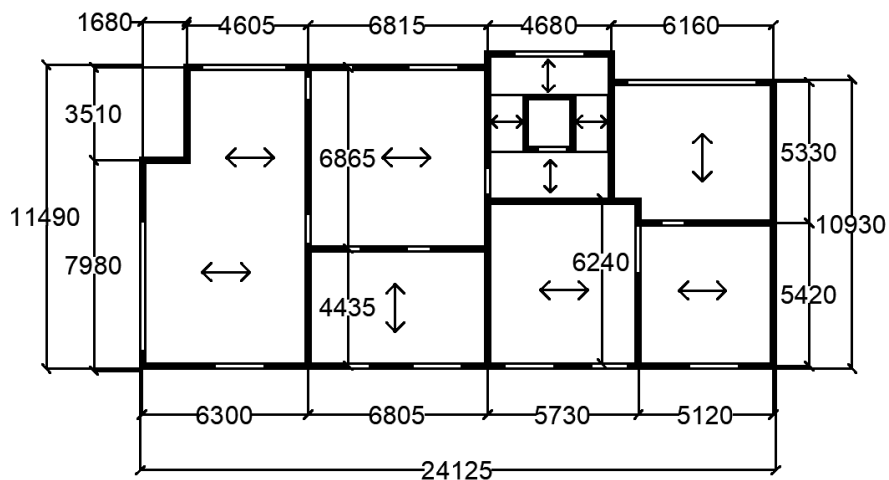
### Konštrukčné schéma 6NP:

- konštrukčná výška podlažia: 3,325 m
- účel využitia podlažia: byty
- vodorovné nosné konštrukcie: ŽB monolitické dosky, ŽB monolitické prievlaky
- zvislé nosné konštrukcie: ŽB monolitické steny (obvodové, medzibytové a schodiskové)
- schodisko: trojramenné, ŽB monolitické



### Konštrukčné schéma 7NP:

- konštrukčná výška podlažia: 3,325m
- účel využitia podlažia: byty
- vodorovné nosné konštrukcie:
- zvislé nosné konštrukcie: ŽB monolitické steny (schodiskové) , HELUZ 20 AKU hr. 200mm (obvodové, medzibytové)
- schodisko: trojramenné, ŽB monolitické



## 1.2 Použité materiály

- betón: suterénne steny a základy : PERMACRETE C 30/37 XC2 (CZ) - Cl 0,2 - Dmax 16 - S3
- ostatné nosné konštrukcie : C 40/50 XC1 (CZ) - Cl 0,2 - Dmax 16 - S3
- použitá oceľ: B 500 B
- nosné murivo: HELUZ AKU hr.200 mm

## 2. Prehľad zaťaženi

### 2.1 Stále zaťaženie

#### 2.1.1 Nosné konštrukcie

- ❖ vlastná tiaž nosných prvkov - vid' predbežný návrh prvkov, kapitola 3

#### 2.1.2 Podlahy

Podlahy sú navrhnuté tak, aby v jednom podlaží mali rovnakú hrúbku. V 1PP je použitý epoxidový náter v hrúbke 1mm. V ostatných podlažiach jej podlaha rôzna v jednotnej hrúbke 80mm. Balkóny a terasy majú hrúbku podláh 55-75mm, v závislosti od spádu. Schodnicové stupne a medzipodesty majú hrúbky podlahy 13mm.

- podlaha A - chodba 1PP, parkovacie plochy 1PP, technické zázemie objektu 1PP, skladové priestory 1PP:

materiál	hr. [mm]	obj. hmotnosť [kg/m <sup>3</sup> ]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]
protišmykový epoxidový náter	1	1400	<b>0,01</b>

- podlaha B - byty 1NP až 7NP:

materiál	hr. [mm]	obj. hmotnosť [kg/m <sup>3</sup> ]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]
laminátová podlaha	8	900	0,07
separačná vrstva Mirelon	2	30	0,01
2x OSB dosky SUPERINISH	2x25=50	600	0,3
separačná vrstva PE fólia	-	-	-
penový polystyrén EPS 100 S Stabil	20	230	0,05
			<b>0,43</b>

- podlahy C – kúpeľne, WC:

materiál	hr. [mm]	obj. hmotnosť [kg/m <sup>3</sup> ]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]
keramická dlažba	7	2200	0,15
lepiaci tmel Weber.fix sol	5	1200	0,06
hydroizolačná stierka	3	2400	0,07
samonivelačná stierka Cemix	5-20	1900	0,24
cementový poter	40	2100	0,84
separačná vrstva PE fólia	-	-	-
penový polystyrén EPS 100 S Stabil	20	230	0,05
			<b>1,41</b>

- podlaha D - balkóny 2NP až 6NP:

materiál	hr. [mm]	obj. hmotnosť [kg/m <sup>3</sup> ]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]
mrazuvzdorná keramická dlažba	10	2200	0,22
lepiaci tmel Weber.for profiplus	5	1300	0,07
ochranný vodotesný náter	-	-	-
spádová betónová mazanina	40-60	2400	1,20
			<b>1,49</b>

- podlaha E - terasy 6NP a 7NP:

materiál	hr. [mm]	obj. hmotnosť [kg/m <sup>3</sup> ]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]
ker.dlažba na rektifikačných podložkách	20	2200	0,44
Hydroizolačná fólia Fatrafol	1,5	1280	0,02
separačná vrstva PE folie	-	-	-
spádový polystyren EPS	200-240	230	0,51
Parozábrana Fatrapar	1	364	-
			<b>0,97</b>

- podlaha F – spoločné priestory a vstupné chodby bytov

materiál	hr. [mm]	obj. hmotnosť [kg/m <sup>3</sup> ]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]
keramická dlažba	8	2200	0,18
lepiaci tmel WEBER FIX PLUS	5	1300	0,07
samonivelačná stierka Cemix	5-20	1900	0,24
cementový poter	40	2100	0,84
separačná vrstva PE fólia	-	-	-
penový polystyrén EPS 100 S Stabil	20	230	0,05
			<b>1,38</b>

- podlaha G - schodiskové ramená, medzipodesty:

materiál	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m <sup>3</sup> ]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]
keramická dlažba	8	2200	0,18
lepící tmel WEBER FIX PLUS	5	1300	0,07
			<b>0,25</b>

#### Súhrn zaťaženie podlahou :

- V suteréne je podlaha tvorená iba epoxidovým náterom (0,01 kN/m<sup>2</sup> ). → môžeme zanedbať
- Vo vnútorných priestoroch 1NP - 7NP sú navrhnuté cementové potery s rôznymi nášľapnými vrstvami.



- Uvažovaná jednotná vlastná tiaž podláh užitých priestorov 1NP - 7NP :  
 **$g_k = 1,50 \text{ kN/m}^2$** .

### 2.1.3 Strešný plášť

- strecha plochá jednoplášťová:

materiál	tl. [mm]	obj. tíha [kg/m <sup>3</sup> ]	gk [kN/m <sup>2</sup> ]
plavené kamenivo fr. 16/32	120	2100	2,52
Filtračná textília Filtek 500	2	0,5	-
Hydroizolačná fólia Fatrafol	1,5	1280	0,02
separačná vrstva PE folie	-	-	-
spádový polystyren EPS	225-410	230	0,51
Parozábrana Fatrapar	1	364	-
			<b>3,05</b>

### 2.1.4 Obvodový plášť

Nosnú vrstvu obvodového plášťa objektu tvoria železobetónové steny (1PP-6NP) a murované steny

(7NP) – zaťaženie vid'. predbežný návrh prvkov, kapitola 3.3.1 a 3.3.2.

Na hornej stavbe objektu je použitý kontaktný zatepl'ovací systém s tepelnou izoláciou (dosky z minerálnej izolácie) tl. 200 mm.

vlastná tiaž tepelnej izolácie:

$$g_{0,EPS-1NP,k} = g_{MW} \cdot t_{1NP} = 0,35 \cdot 0,2 = 0,07 \text{ kN/m}$$

→ môžeme zanedbať

### 2.1.5 Priečky

Bytové priestory v 1NP až 7NP sú oddelené ŽB monolitickými stenami, murovanými akustickými stenami HELUZ AKU 11,5 a akustickými sadrokartónovými priečkami Rigips hr.125 mm.

- Z dôvodu neznámeho konkrétneho rozmiestnenia priečok bude zaťaženie od ich vlastnej tiaže započítané pomocou náhradného rovnomerného plošného zaťaženia:  
**gk = 1,2 kN/m ... odhad**

### 2.1.6 Schodiskové stupne

schody 1PP:

- konštrukčná výška podlažia: 3,42 m
- počet stupňov v podlaží: 20
- šírka schod. stupňa: 270 mm
- výška schod. stupňa:  $\frac{3500}{20} = 175 \text{ mm}$

→ náhradné spojité zaťaženie od schodiskových stupňov:

- $gk = \frac{1}{2} * 24 * 0,175 = 2,1 \text{ kN/m}^2 \text{ m}$

schody 1NP až 7NP:

- konštrukčná výška podlažia: 3,325 m
- počet stupňov v podlaží: 19
- šírka schod. stupňa: 270 mm
- výška schod. stupňa:  $\frac{2975}{17} = 175\text{mm}$

→ náhradné spojité zaťaženie od schodiskových stupňov:

- $g_k = \frac{1}{2} * 24 * 0,175 = 2,1\text{KN}/\text{m}^2\text{m}$

### 2.1.7 Zemný tlak

Zásyp podzemnej časti objektu bude uskutočnený nenamrzanou zeminou s nasledujúcimi vlastnosťami:

- charakteristická objemová tiaž zeminy :  $\gamma_{zem,k} = 19,5 \text{ kN/m}$
- návrhový efektívny uhol vnútorného trenia :  $= \phi_d = 32^\circ$
- užitné zaťaženie na teréne:  $q_{0,k} = 5\text{KN}/\text{m}^2$
- súč. zemného tlaku: a) v klúde:  $K_0 = 1 - \sin\phi_d = 1 - \sin 32 = 0,7\dots$  suterénne steny

b) aktívny:  $K_a = \frac{1 - \sin\phi_d}{1 + \sin\phi_d} = \frac{1 - \sin 32}{1 + \sin 32} = 0,31\dots$  operné steny

- Charakteristický zemný tlak:  $s_{i,k} = K_i \cdot (q_{0,k} + \gamma_{zem,k} \cdot h_i) = K_i \cdot (5 + 19,5 \cdot h_i)$
- Hladina podzemnej vody nebola pri hydrogeologickom prieskume do hl. 6,0 m zastihnutá.

## 2.2 Premenné zaťaženie

### 2.2.1 Úžitkové zaťaženie

- 1PP - parkovacie plochy pre ľahké vozidlá - kategória F :  $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$
- 1NP-7NP- bytová časť objektu - kategória A:
  - stropné konštrukcie:  $q_k = 2,0 \text{ kN/m}^2$
  - schodisko  $q_k = 3,0 \text{ kN/m}^2$
  - balkóny:  $q_k = 4,0 \text{ kN/m}^2$       $Q_k = 3,0 \text{ kN}$
- neprístupná strecha s výnimkou bežnej údržby a opráv - kategória H:  $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Pozn.: Redukcia úžitkového zaťaženia s ohľadom na počet podlaží nie je nutné v rámci predbežného návrhu uvažovať.

### 2.2.2 Zaťaženie snehom

- plochá strecha :  $\alpha < 30^\circ \rightarrow$  tvarový súčiniteľ :  $\mu_1 = 0,8$
- súčiniteľ expozície :  $C_e = 1$
- súčiniteľ tepla :  $C_t = 1$
- Praha - snehová oblasť I  $\rightarrow$  charakteristické zaťaženie snehom :  $s_k = 0,56 \text{ kN/m}^2$   
 $\rightarrow$  Priemerné zaťaženie snehom :  $s = \mu_1 \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0,8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,56 = 0,45 \text{ kN/m}^2$
- ❖ Hodnota premenného zaťaženia strechy bude uvažovaná ako väčšia z hodnôt:

○ úžitkové zaťaženie strechy:  $0,75 \text{ kN/m}^2$

○ zaťaženie snehom:  $0,45 \text{ kN/m}^2$

$\rightarrow$  Premenné zaťaženie strechy:  $q_{str,k} = 0,75 \text{ kN/m}^2$

### 2.2.3 Zaťaženie vetrom

- Praha - veterná oblasť I  $\rightarrow$  základná rýchlosť vetra :  $v \text{ m/s } b = 22,5$ 
  - základná rýchlosť vetra :  $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2 = 0,5 \cdot 1,25 \cdot 22,5^2 = 0,32 \text{ kN/m}^2$
- kategória terénu IV
- výška atiky nad terénom:  $h = 24 \text{ m} \geq b = 15,8 \text{ m} \rightarrow z = 15,8 \text{ m}$   
 $\rightarrow$  súčiniteľ expozície :  $c_e(z) = 1,8$

Z hľadiska účinku na stužujúce konštrukcie objektu (schodiskové jadro, železobetónové a murované nosné steny) hrajú rozhodujúcu rolu tlak vetra na náveternej strane objektu (oblasť D) a súčasne sanie vetra na záveternej strane objektu (oblasť E). Výsledný súčiniteľ môžeme uvažovať ako súčet týchto dvoch hodnôt.

- dĺžka obvodovej steny : priečny smer :  $d = 15,8 \text{ m} \rightarrow h / d = 1,51$

pozdlžny smer :  $d = 36 \text{ m} \rightarrow h / d = 0,66$

- súčiniteľ vonkajšieho tlaku :

Oblasť	D	E
Priečny smer	1	- 0,5
Pozdlžny smer	1	- 0,5

$\rightarrow$  súčiniteľ vonkajšieho tlaku :  $c_{pe} = 1 + 0,5 = 1,5$

$\rightarrow$  Charakteristická hodnota zaťaženia vetrom:  $w_k = q_b \cdot c_e(z) \cdot c_{pe} = 0,32 \cdot 1,8 \cdot 1,5 = 1,269 \text{ kN/m}^2$

### 3. Predbežný návrh a posúdenie nosných prvkov

#### 3.1 Základové konštrukcie

Základy objektu budú zhotovené ako základová doska.

- pôdorysné rozmery: 36,71x17,1m
- zaťažovacia plocha:  $A=616,86\text{m}^2$
- geologický prieskum :

Geologické prostredie Geotechnický typ „GT“		ČSN 731001 trída symbol	$\rho$ ( $\text{kg.m}^{-3}$ )	$E_{\text{def}}$ (MPa)	$c_{\text{ef}}$ (kPa)	$\varphi_{\text{ef}}$ ( $^{\circ}$ )	$\nu$	$R_{\text{dt}}$ (kPa)	T
navážky	hlinité, jílité a hlinitokamenité	F5 MI-Y	1800	3	8	21	0,40	100 *	2-4
		F6 CI-Y	1850	5	10	18	0,40	100 *	
		G4 GM-Y	1900	12	4	26	0,35	175 *	
deluviální sedimenty	jílité písek, konzist. pevná (GT1)	S5 SC	1850	8	10	26	0,35	225**	3
prachovité břidlice - zahořanské souvství	zvětralé (GT2)	R5 ---	2200	32	40	28	0,35	300	4
	navětralé (GT3)	R4/R3 ---	2350	85	60	32	0,30	400	4-5
	pevné (GT4)	R3/R2 ---	2500	150	200	36	0,25	800	5-6

#### 3.1.1 Výpočet zaťaženia:

Typ zaťaženia	počet	výpočet	char.zať. [kN]	$\gamma_F$	návrh.zať. [kN]
ŽB doska hr. 250 mm 1PP	1	616,86.25.0,25	3855,38	1,35	5204,76
ŽB doska hr. 250 mm 1NP-6NP	6	6.530,05.25.0,25	19876,88	1,35	26833,78
Drevený fošnový strop	1	285,87.0,5	142,94	1,35	192,96
Podlaha	7	(6.530,05+616,86).1,5	5695,74	1,35	7689,25
Podhlád	8	616,86+6.530,05+285,87).0,11	449,13	1,35	606,33
VI.tiaž ŽB stĺpu v.3,965m	9	9.3,965.0,3.0,9.25	240,87	1,35	325,18
VI. tiaž ŽB stien v. 3,325m	6x220m	6.220.0,2.3,325.25	21945	1,35	29625,75
VI. tiaž muriva v 7NP	125m	135.0,2.3,325.10	852,86	1,35	1151,36
Strešný plášť	1	530,05.3.0,5	1616,65	1,35	2182,48
<b>STÁLE</b>					<b>73811,85</b>
úžitkové – byty	7	7.530,05 . 2	7420,7	1,5	11131,05
úžitkové - garáž	1	616,86 . 5	3084,3	1,5	4626,45
sneh	1	616,86 . 0,45	277,59	1,5	416,38
<b>PREMENNÉ</b>					<b>16173,88</b>
<b>CELKOM</b>					<b><math>N_{\text{Edmax}}=74228,23</math></b>

#### 3.1.2 Návrh dosky:

$$G_d=0,35.616,86.25.1,35=7286,66 \text{ kN}$$

$$s_d=(N_{\text{Ed}}+G_d)/A=(74228,23+7286,66)/616,86=132,14 \text{ kPa}$$

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot B/2 \cdot N_b \cdot s_b \cdot d_b \cdot i_b$$

- Součinitele únosnosti

$$N_c = (N_d - 1) \cdot \cotg \varphi_d = 22,254$$

$$N_d = \operatorname{tg}^2\left(45 + \frac{\varphi_d}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \operatorname{tg} \cdot \varphi_d} = 11,854$$

$$N_b = 1,5 \cdot (N_d - 1) \cdot \operatorname{tg} \varphi_d = 7,941$$

- Součinitele tvaru základu

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b}{l} = 1,2$$

$$s_d = 1 + \frac{b}{l} \cdot \sin \varphi_d = 1,438$$

$$s_b = 1 - 0,3 \frac{b}{l} = 0,7$$

- Součinitele hloubky založení

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} = 1,1$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \cdot \sin 2 \varphi_d} = 1,09$$

$$d_b = 1$$

$$i_c = i_d = i_b = (1 - \operatorname{tg} \delta)^2 = 1$$

$$R_d = 10 \cdot 22,254 \cdot 1,2 \cdot 1,1 \cdot 1 + 18,5 \cdot 4,375 \cdot 11,854 \cdot 1,09 \cdot 1,438 \cdot 1 + 1 \cdot 18,5 \cdot 0,7 \cdot 7,941 \cdot 1 \cdot 1 = 1900,42 \text{ kPa} \geq \sigma_d = 132,14 \text{ kPa} \rightarrow \text{vyhovuje} \rightarrow \text{Návrh hrúbky dosky } 0,35 \text{ m}$$

- Posúdenie na pretlačenie

$$h_d = 670 \text{ mm} \quad c = 50 \text{ mm} \quad \text{odhad } \varnothing = 20 \text{ mm}$$

$$d_x = 670 - 50 - 20/2 = 610 \text{ mm}$$

$$d_y = 670 - 50 - 1,5 \cdot 20 = 590 \text{ mm}$$

$$d = 600 \text{ mm}$$

$$u_0 = 2,0,9 + 2,0,3 = 2,4 \text{ m}$$

$$u_1 = u_0 + 2,2 \cdot p \cdot d = 2,4 + 2,2 \cdot p \cdot 0,53 = 15,98 \text{ m}$$

$$v = 0,6 \cdot \frac{1 - f_{ck}}{250} = 0,6 \cdot \frac{1 - 30}{250} = 0,528$$

$$\beta = 1,15$$

$$V_{Ed} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{d \cdot u_0} = 1,15 \cdot \frac{5968,06 + 0,3 \cdot 0,9 \cdot 3,965 \cdot 25}{0,6 \cdot 2,4} = \frac{5994,82}{1,44} = 4163,07 \text{ kPa}$$

$$V_{Rd} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,528 \cdot 20000 = 4224 \text{ kPa}$$

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

$$4163,07 \leq 4224 \text{ kPa} \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$V_{Ed1} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{d \cdot u_1} = 1,15 \cdot \frac{5994,82}{0,6 \cdot 15,98} = 625,24 \text{ kPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} = 1 + \sqrt{\frac{200}{530}} = 1,61 < 2 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

$$k_{\max} = 1,7 \quad \rho = 0,005 \quad cR_d = \frac{0,18}{\gamma_c} = \frac{0,18}{1,5} = 0,12$$

$$V_{Rd1} = k_{\max} \cdot C_{Rd} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} = 1,7 \cdot 0,12 \cdot 1,61 \cdot (100 \cdot 0,005 \cdot 30)^{1/3} = 810 \text{ kPa}$$

$$V_{Ed1} \leq V_{Rd1}$$

$$625,24 \leq 810 \text{ kPa} \rightarrow \text{vyhovuje} \rightarrow \text{Návrh hrúbky dosky pod stípmi } 0,67 \text{ m}$$

## 3.2 Vodorovné nosné konštrukcie

### 3.2.1 Stropná doska

Stropné dosky budú prevedené v rovnakej hrúbke ako monolitické železobetónové dosky.

- Beton C40/50 XC1  $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{40}{1,5} = 26,67 \text{ MPa}$
- po okraji podepřená doska
- návrh na základe splnení podmíanky ohybové štíhlosti desky:

$$\lambda = \frac{L}{d} \leq \lambda_d = K_{c1} \cdot K_{c2} \cdot K_{c3} \cdot \lambda_{\text{tab}} \rightarrow d \geq \frac{L}{\lambda_d}$$

- predpokladaný stupeň vyztužení desek  $\rho \leq 0,5\%$
- predpokladaný profil výztuže: 10 mm
- predpokladané krytí výztuže: 20 mm
- krajní pole spojitého nosníku  $\lambda_d = 1 \cdot 0,85 \cdot 1,3 \cdot 33,5 \rightarrow d \geq \frac{L}{\lambda_d} = \frac{8190}{37,02} = 221,24 \text{ mm} \rightarrow h_d \geq 221,24 + \frac{10}{2} + 20 = 246,24 \text{ mm}$
- vnútorné pole spojitého nosníku  $\lambda_d = 1,1 \cdot 1,2 \cdot 38,6 \rightarrow d \geq \frac{L}{\lambda_d} = \frac{5565}{46,32} = 151,12 \text{ mm} \rightarrow h_d \geq 151,12 + \frac{10}{2} + 20 = 176,12 \text{ mm}$
- empirický návrh tloušťky desky:
  - $h_d = \frac{1}{75} \cdot (L_x + L_y) = \frac{1}{75} \cdot (8190 + 8720) = 225,46 \text{ mm}$

**Návrh:  $h_d=250 \text{ mm}$**

### 3.2.2 Monolitické ŽB prievlaky

Návrh je dimenzovaný pre najviac namáhaný stropný prievlak:

**Prievlak P1:** rozpätie 8,52 m, zaťažovacia šírka 6,787m

- Empirický návrh rozmerov prievlaku:

$$h_p = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{12}\right) \cdot L_p = \left(\frac{1}{10} \sim \frac{1}{12}\right) \cdot 8520 = 710 \sim 852 \text{ mm}$$

$$b_p = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right) \cdot h_p = \left(\frac{1}{3} \sim \frac{1}{2}\right) \cdot 750 = 250 \sim 375 \text{ mm}$$

→ **návrh:  $h_p=750 \text{ mm}$ ,  $b_p=300 \text{ mm}$**

Statické overenie prievlaku z hľadiska ohybu:

Typ zaťaženia	výpočet	char.zat'. [kN/m']	$\gamma F$	návrh.zat'. [kN/m']
Stropná doska	2. 6,787.25.0,25	84,84	1,35	114,53
ŽB prievlak 300x750 mm	$(0,75-0,25) \cdot 0,3 \cdot 25$	3,75	1,35	5,06
podlahy	2. 6,787.1,50	23,08	1,35	31,15
ŽB stena	2.2,975.0,2.25	29,75	1,35	40,16
Úžitkové – byty	2. 6,787.2	27,15	1,5	40,72
				<b>(g+q)d = 231,62</b>



- max. návrhový moment:  $M_{Ed} = 1/12 \cdot (g+q)d \cdot L_p^2 = 1/12 \cdot 231,62 \cdot 8,52^2 = 1401,12$  kNm
- overenie pomernej výšky tlačenej oblasti  $\xi$  a stupňa vystuženia ohybovou výstužou  $\rho$  :

$$d_p = 750 - 20/2 - 30 = 710 \text{ mm} \rightarrow \mu = \frac{M_{Ed}}{b_p d_p^2 f_{cd}} = \frac{1401,12}{0,3 \cdot 0,71^2 \cdot 20 \cdot 1000} = 0,466 \rightarrow \xi = 0,896 > 0,4$$

$$\rho = \frac{M_{Ed}}{\xi \cdot d_p \cdot f_{yd}} = \frac{1401,12}{0,896 \cdot 0,71 \cdot 435 \cdot 1000} = 0,0239 \leq \rho_{smax} = 0,04 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

Statické overenie prievlaku z hľadiska šmyku:

- približne stanovená posúvajúca sila:  $V_{Ed,max} = 0,6 \cdot (g+q)d \cdot L_p = 0,6 \cdot 231,62 \cdot 8,52 = 1184,04$  kN
- únosnosť tlačenej diagonály:  $V_{Rd,max} = \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b_p \cdot z \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta} \geq V_{Ed,max}$

$$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 \cdot 0,3 \cdot 0,9 \cdot \frac{1,3}{1 + 1,3^2} = 1377,9 \text{ kN} \geq V_{Ed,max} = 1184,04 \text{ kN}$$

Overenie ohybovej štíhlosti prievlaku:

súč. napätia ťahovej výstuže: bezpečne  $\kappa c3 = 1$

$$\lambda = \frac{L_p}{d_p} = \frac{8520}{710} = 12 \leq \lambda_d = \kappa c1 \cdot \kappa c2 \cdot \kappa c3 \cdot \lambda_{s,tab} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 19,5 = 19,5 \rightarrow \text{vyhovuje}$$

→ **Navrhnuté rozmery prievlaku vyhovujú.**



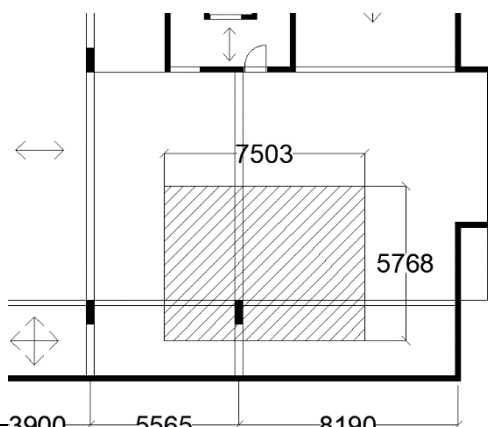
### 3.3 Zvislé nosné konštrukcie

V 1PP až 6NP sú navrhnuté vnútorné a obvodové ŽB monolitické steny

V 7NP sú navrhnuté vnútorné a obvodové murované steny a ŽB monolitické schodiskové jadro.

#### 3.3.1 ŽB stĺpy v 1PP

- Zaťažovacia plocha  $A_{zat}=43,27m^2$
- Výška stĺpov  $h_s=3,5-0,75=2,75m$



normálové zaťaženie v päte piliera:

Typ zaťaženia	počet	výpočet	char.zat. [kN]	$\gamma_F$	navrn.zat. [kN]
ŽB doska hr. 250 mm	6	6.43,27.25.0,25	1622,63	1,35	2190,54
Drevený fošnový strop	1	43,27.0,5	21,64	1,35	29,21
Podlaha	7	7.43,27.1,5	454,34	1,35	613,35
Podhľad	8	8.43,37.0,11	38,17	1,35	51,52
Steny v.3,075m	6	6.3,075.0,2.13,27.25	1224,16	1,35	1652,61
Strešný plášť	1	43,27.3,05	131,97	1,35	178,16
<b>STÁLE</b>					<b>4715,39</b>
úžitkové – byty	7	7.43,27 . 2	605,78	1,5	908,67
úžitkové - garáž	1	43,27 . 5	216,35	1,5	324,53
sneh	1	43,27 . 0,45	19,47	1,5	29,21
<b>PREMENNÉ</b>					<b>1252,67</b>
<b>CELKOM</b>					<b><math>N_{Edmax}=5968,06</math></b>

- normálová únosnosť stĺpu (z približného vzťahu pre dostredný tlak):

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot s_s = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_c \cdot \rho \cdot s_s = 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,9 \cdot 26,67 + 0,3 \cdot 0,9 \cdot 0,02 \cdot 400 = 7920,7 \text{ kN} \geq N_{Edmax} = 5968,06 \text{ kN}$$

→ Navrhnuté rozmery prierezu stĺpu 300x900 mm je možné akceptovať (dostatočná rezerva na vplyv ohybového momentu i štíhlosti).

#### 3.3.2 ŽB steny 1PP-6NP

Železobetónové nosné steny (vnútorné, obvodové, schodiskové) sú navrhnuté v hr. 200 mm - únosnosť nie je potrebné dokazovať.

→ návrh hrúbky steny:  $t = 200 \text{ mm}$

$$g_{0,k} = 0,2 \cdot 25 = 5,0 \text{ kN / m}^2$$

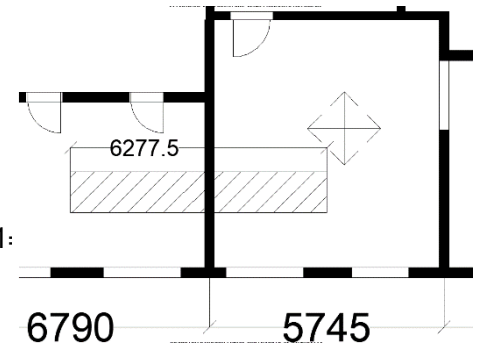
### 3.3.3 Murované steny 7NP

→ návrh: HELUZ AKU hr.200 mm,  $R_w=53\text{dB}$

- plošná hmotnosť muriva :  $1020\text{kg/m}^2$
- charakteristická pevnosť muriva v tlaku (údaj výrobcu [12]):  $f_k = 5,6\text{ MPa}$
- návrhová pevnosť muriva v tlaku  $f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{4,14}{2} = 2,8\text{ MPa}$
- priemerná pevnosť muriva v tlaku:  $15\text{ MPa}$

Vnútorý pilier – 7NP

- pilier predbežne posúdený ako dostredne tlačný
- účinná prierezová plocha piliera  $190 \times 1000\text{mm}$   $A=0,19 \cdot 1$ :
- zaťažovacia plocha  $A_{zat}=6,28 \cdot 1 = 6,28\text{m}^2$



normálové zaťaženie v päte piliera:

Typ zaťaženia	počet	výpočet	char.zať. [kN]	$\gamma_F$	návrh.zať. [kN]
Drevený fošnový strop	1	6,28.0,5	3,14	1,35	4,24
Strešný plášť	1	6,28.3,05	19,15	1,35	25,86
<b>STÁLE</b>					<b>30,19</b>
úžitkové	1	6,28 . 0,75	4,71	1,5	7,07
sneh	1	6,28 . 0,45	2,83	1,5	4,24
<b>PREMENNÉ</b>					<b>11,31</b>
<b>CELKOM</b>					<b><math>N_{Edmax}=41,5</math></b>

- normálová únosnosť v päte piliera :  
 $N_{Rd} = \varphi \cdot A \cdot f_d = 0,9 \cdot 0,2 \cdot 2,8 = 157,1\text{kN} \geq N_{Edmax} = 50,4\text{kN}$

→ Navrhnuté murované steny 7NP (hrúbka, materiál) vyhovujú.

### 3.4 Schodisko

Schodisko je doskové 3-ramenné uložené na medzipodestách a podeste, monolitické, z betonu C30/37. Schodiskové ramená sú odizolované od podiast a schodiskových stien akustickou izoláciou .

Medzipodesty sú uložené pomocou vylamovacích líšt v ŽB schodiskovej stene.

Parametre schodiska :

	1PP	1NP - 7NP
konštrukčná výška podlažia	4,025m	3,325m
šírka podesty, medzipodesty	1445mm	1445mm
šírka ramien	1260 mm	1260 mm
dĺžka podesty, medzipodesty	4480mm	4480mm
→teoretické rozpätia	4680mm	4680mm

pôdorysná dĺžka najdlhšieho ramena	1960mm	1960mm
→teoretické rozpätie	2060mm	2060mm
výška schodišťového stupne	175mm	175mm
šírka schodišťového stupne	280mm	280mm
úhel stoupání	32°	32°
počet stupňů v rameni	10+7+6	7+5+7

Pre 1PP-7NP:

- empirický návrh hrúbky podesty, mezipodesty a dosky ramena :

$$h_{pod} = h_{m-pod} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{20}\right) L_{pod} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{20}\right) \cdot 4680 = 156 \div 234 \text{ mm}$$

- $h_{ram} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{20}\right) L_{ram} = \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{20}\right) \cdot 2060 = 69 \div 103 \text{ mm}$

→návrh : podesta, mezipodesta:  $h_{pod} = 180 \text{ mm}$

schod. rameno:  $h_{ram} = 90 \text{ mm} *$

\* skutočná hrúbka je upresnená grafickým návrhom schodiska

### 3.5 Priestorová tuhosť objektu

Nosný systém objektu je tvorený kombináciou ŽB a murovaných stien monolitickou ŽB stropnou tabuľou. Celým objektom (všetkými poschodiami) prechádza stenové schodiskové jadro.

- Priestorová tuhosť je v tomto prípade dostatočná – nie je potrebné podrobnejšie overenie.

## Literatúra k predbežnému statickému výpočtu

### 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.heluz.cz/>
- [13] [http://concrete.fsv.cvut.cz/pomucky/down/tab\\_souc\\_pruzn\\_a\\_plast\\_mom\\_u\\_desek.pdf](http://concrete.fsv.cvut.cz/pomucky/down/tab_souc_pruzn_a_plast_mom_u_desek.pdf)