ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Nízkoenergetický bytový dům v Klatovech

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Petra Waldmannová

Praha 2017

Obsah:

1. Základy 2
2. Svislé nosné konstrukce 2
3. Vodorovné konstrukce 2
4. Střecha 2
5. Schodiště 3
6. Použité normy a podklady 3

1. Základy

Podloží je tvořeno nezpevněnými sedimenty, především sprašovou hlínou. Vzhledem k málo únosnému podloží je objekt založen na základové desce tlusté 500 mm. Po obvodu desky je provedeno žebro, kterým bude zamezeno promrzání základové spáry. Deska (žebro) má v takovém místě tloušťku 1000 mm.

2. Svislé nosné konstrukce

Nosný systém 1 - 4. NP objektu tvoří železobetonový prefabrikovaný subtilní skelet. Vnější sloupy jsou o rozměrech 200x200 mm a vnitřní 200 x 250 mm. Maximální osová vzdálenost sloupů jsou 4 m. Všechny sloupy jsou z betonu C 80/95. Ztužující jádro tvoří prefabrikované železobetonové stěny tloušťky 200 mm. Kotevní stěn i sloupů bude provedeno pomocí styků Peikko. Zádveří bytového domu bude vyzděno z vápenopískových bloků tloušťky 240 mm. Poslední podlaží je řešené celé jako dřevostavba, bez železobetonového skeletu. Nosnou část konstrukce tvoří panely s průřezem nosných trámců 60 x 120 mm. Celková tloušťka panelů činí 310 mm.

3. Vodorovné konstrukce

Stropy tvoří železobetonové prefabrikované panely o tloušťce 300 mm, vyrobené z betonu C 70/85 a jsou vylehčené vložkou z recyklovaného liaporbetonu. Stropní panely jsou uložené na průvlaky, které jsou v úrovni stropu. Středový průvlak je z betonu C 80/95 a má šířku 700 mm, krajní průvlaky jsou na menší rozpony z betonu C 60/75 a mají šířku pouze 200 mm. Uložení stropních panelů je na konzolky dl. 80 mm. Průvlaky jsou ke sloupům kotvené pomocí konzolového systému Peikko.

4. Střecha

Nosnou část střechy tvoří sbíjené dřevěné vazníky pultového tvaru se sklonem 3,5 %. Vazníky jsou o výšce 520 - 1100 mm a jsou uloženy na nosné stěny. Dřevěné vazníky zároveň vytvářejí provětrávanou mezeru střechy o minimální výšce 120 mm. Na vazníky se přibijí OSB desky tl. 18 mm, které slouží jako podkladní vrstva pro natavení hydroizolačních modifikovaných asfaltových pásů.

5. Schodiště

Schodiště tvoří prefabrikované železobetonové dílce o min. tloušťce 160 mm z betonu C 30/37 a vyztužené výztuží B500B. Podesty jsou v tloušťce 170 mm. Schodišťová ramena svírají s vodorovnou rovinou úhel 30° a každé rameno se skládá z devíti stupňů. Výška jednoho stupně je 170 mm a šířka 290 mm. Akustické mosty jsou přerušeny pomocí akustické izolace „Schöck Tronsole typ F“, která přeruší kročejový hluk.

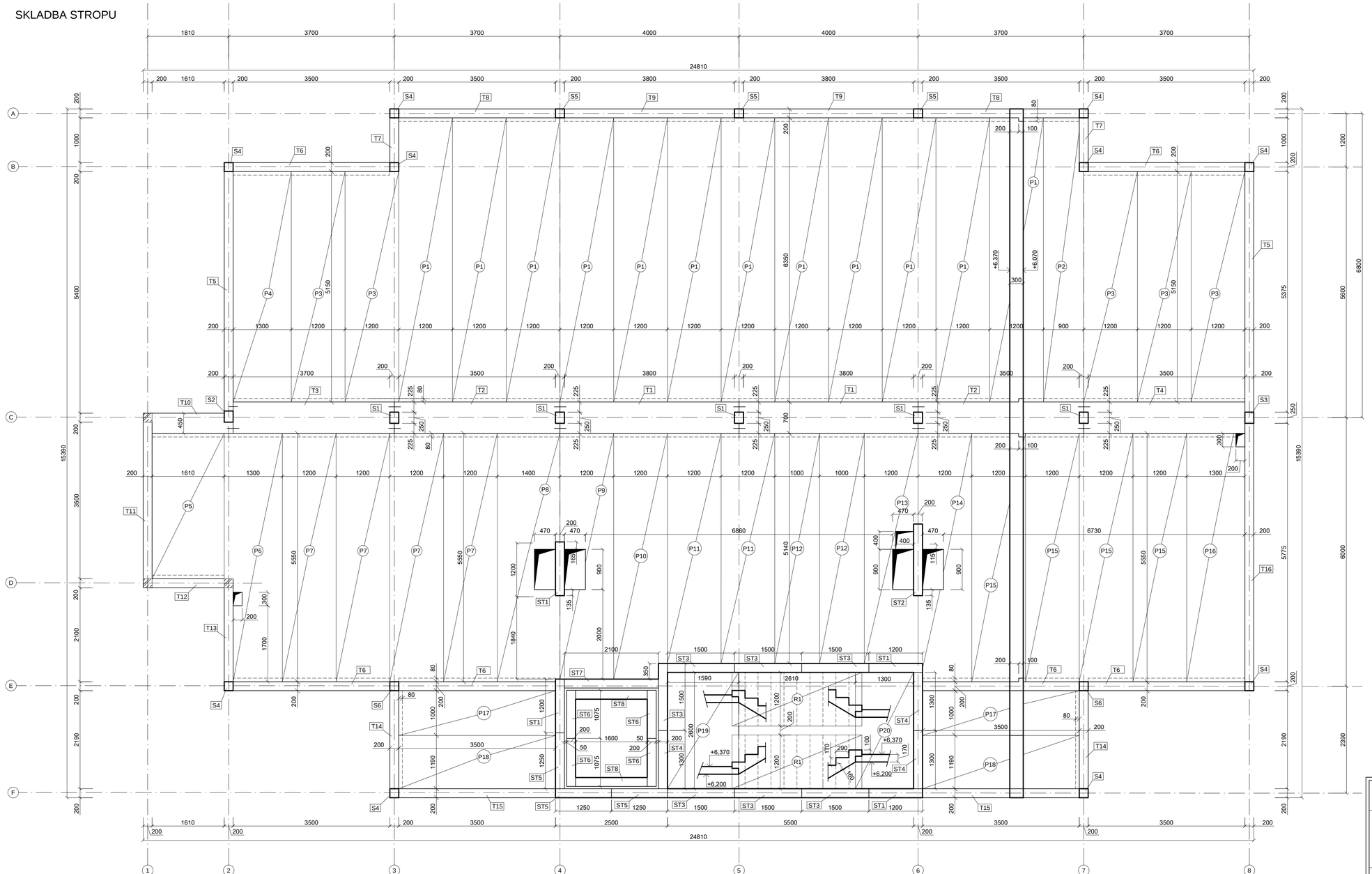
6. Použité normy a podklady

ČSN EN 1992-1-1 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

Navržený prefabrikovaný skelet v Buštěhradu (UCEEB)

V Praze dne 7. 1. 2017 Bc. Petra Waldmannová

SKLADBA STROPU

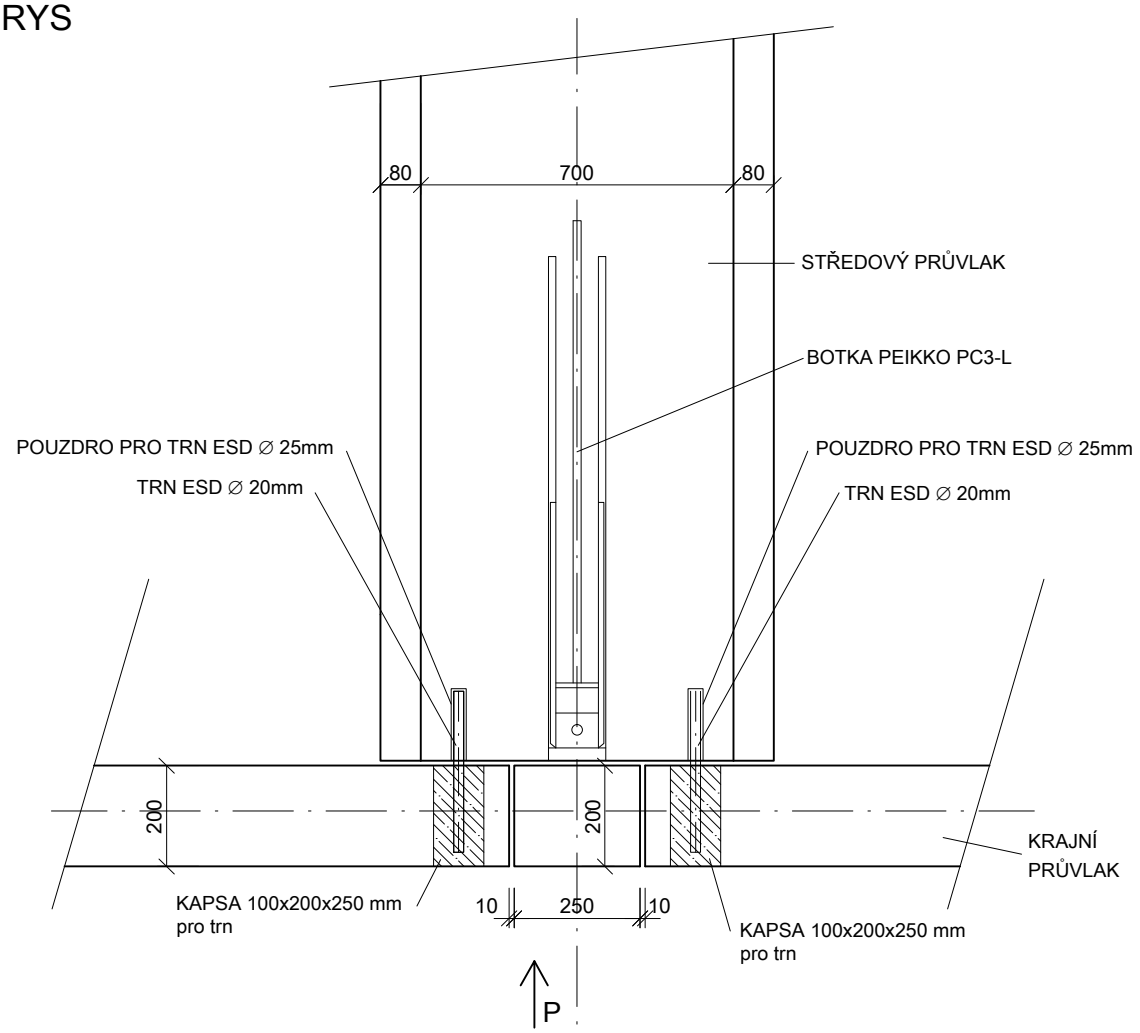


TABULKA PRVKŮ

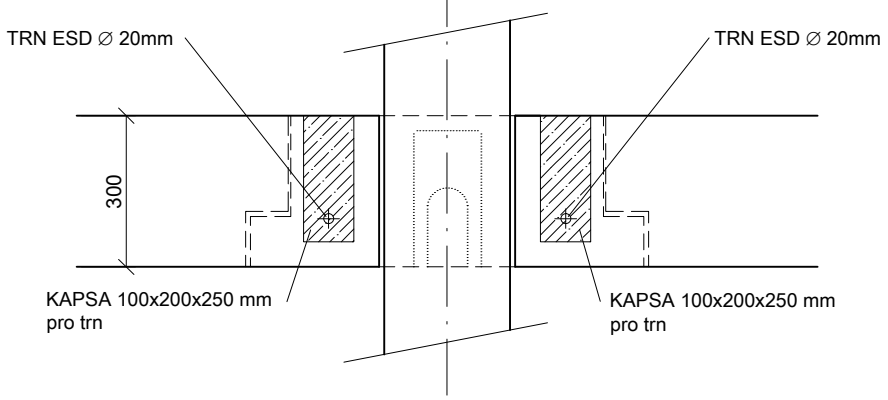
OZNAČENÍ	TYP KONSTRUKCE	ŠÍŘKA [m]	VÝŠKA [m]	DÉLKA [m]	POČET [ks]
S1 - S3	SLOUP	0,250	0,200	13,55	7
S4 - S6	SLOUP	0,200	0,200	13,55	18
T1	PRŮVLAK	0,700	0,300	3,8	2
T2	PRŮVLAK	0,700	0,300	3,5	2
T3	PRŮVLAK	0,700	0,300	3,5	1
T4	PRŮVLAK	0,700	0,300	3,5	1
T5	PRŮVLAK	0,200	0,300	5,4	2
T6	PRŮVLAK	0,200	0,300	3,5	6
T7	PRŮVLAK	0,200	0,300	1,0	2
T8	PRŮVLAK	0,200	0,300	3,5	2
T9	PRŮVLAK	0,200	0,300	3,8	2
T10	PRŮVLAK	0,450	0,300	1,55	1
T11	PRŮVLAK	0,200	0,300	3,5	1
T12	PRŮVLAK	0,200	0,300	1,55	1
T13	PRŮVLAK	0,200	0,300	2,1	1
T14	PRŮVLAK	0,200	0,300	2,19	2
T15	PRŮVLAK	0,200	0,300	3,5	2
T16	PRŮVLAK	0,200	0,300	5,775	1
P1	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	10,40	12
P2	STROPNÍ PANEL	0,900	0,300	9,78	1
P3	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	1,35	5
P4	STROPNÍ PANEL	1,300	0,300	5,75	1
P5	STROPNÍ PANEL	35,64	0,300	35,64	1
P6	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	12,15	1
P7	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	7,75	4
P8	STROPNÍ PANEL	1,400	0,300	1,35	1
P9	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	5,75	1
P10	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	35,64	1
P11	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	12,15	2
P12	STROPNÍ PANEL	1,000	0,300	7,75	2
P13	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	1,35	1
P14	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	5,75	1
P15	STROPNÍ PANEL	1,200	0,300	35,64	4
P16	STROPNÍ PANEL	1,300	0,300	12,15	2
P17	STROPNÍ PANEL	1,000	0,300	7,75	2
P18	STROPNÍ PANEL	1,190	0,300	1,35	2
P19	STROPNÍ PANEL	1,590	0,300	5,75	1
P20	STROPNÍ PANEL	1,300	0,170	35,64	1
R1	SCHODIŠŤOVÉ RAMENO	1,200	0,160	2,6	2
ST1	STĚNA	1,200	0,200	2,8	4
ST2	STĚNA	1,600	0,200	2,8	1
ST3	STĚNA	1,500	0,200	2,8	7
ST4	STĚNA	1,300	0,200	2,8	3
ST5	STĚNA	1,250	0,200	2,8	3
ST6	STĚNA	1,075	0,200	3,1	4
ST7	STĚNA	2,100	0,200	2,8	1
ST8	STĚNA	1,600	0,200	3,1	2

VYPRACOVALA: Bc. Petra Waldmannová	VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Petr Hájek, CSc.	ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE, FAKULTA STAVEBNÍ
PŘEDMĚT: DIPLOMOVÁ PRÁCE		DATUM: 01/2017
STAVBA: NÍZKOENERGETICKÝ BYTOVÝ DŮM V KLATOVECH		KATEDRA: K124
		OBOR: Budovy a prostředí
OBSAH: SKLADBA STROPU 2.NP		MĚŘÍTKO: 1:50 / ČÍSLO VÝKRESU: D.1.2. 1

PŮDORYS



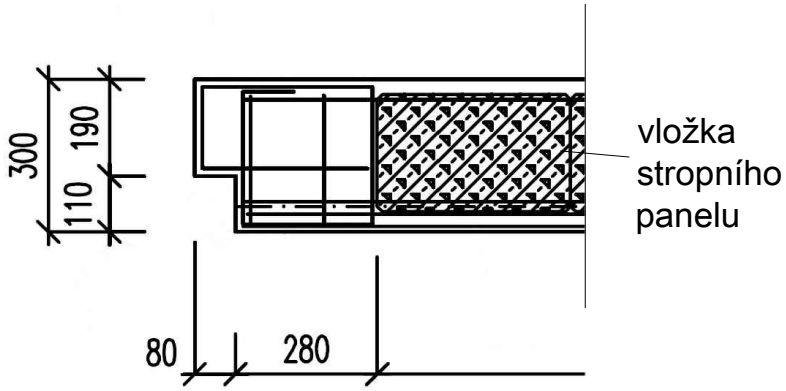
POHLED P



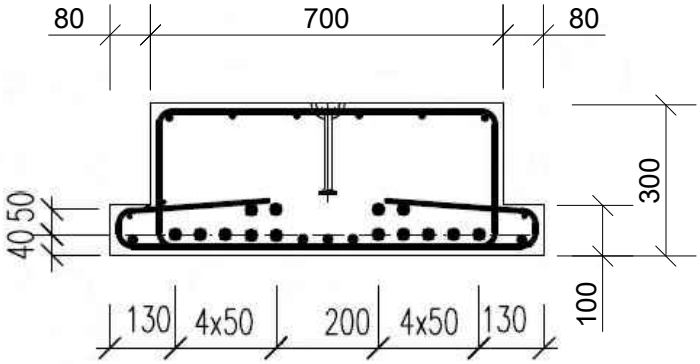
KAPSY PRO TRNY PO MONTÁŽI VYPLNĚNÉ ZÁLIVKOVOU HMOTOU GROUTEX

VYPRACOVALA: Bc. Petra Waldmannová	VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Petr Hájek, CSc.	ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNIKCÉ V PRAZE – FAKULTA STAVEBNÍ
PŘEDMĚT: DIPLOMOVÁ PRÁCE		DATUM: 01/2017
STAVBA: NÍZKOENERGETICKÝ BYTOVÝ DŮM V KLATOVECH		KATEDRA: K124
		OBOR: Budovy a prostředí
OBSAH: DETAIL OSAZENÍ PRŮVLAKU NA SLOUP		MĚŘÍTKO: 1:15 / ČÍSLO VÝKRESU: D.1.2. 2

STROPNÍ PANEL:



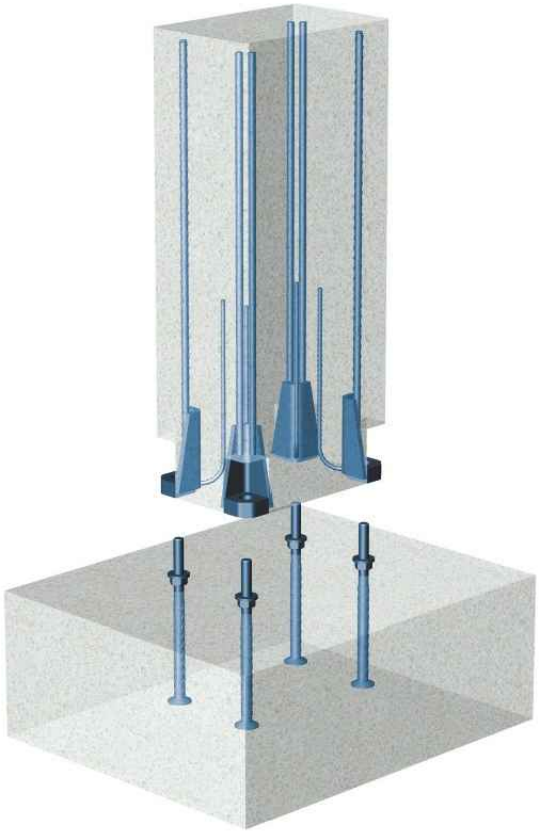
PRŮVLAK:



VYPRACOVALA: Bc. Petra Waldmannová	VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Petr Hájek, CSc.	ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNIKCÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ
PŘEDMĚT: DIPLOMOVÁ PRÁCE		DATUM: 01/2017
STAVBA: NÍZKOENERGETICKÝ BYTOVÝ DŮM V KLATOVECH		KATEDRA: K124
		OBOR: Budovy a prostředí
OBSAH: DETAIL VYZTUŽENÍ OZUBŮ		MĚŘÍTKO: 1:15 / ČÍSLO VÝKRESU: D.1.2. 3

KOTVENÍ POMOCÍ BOTEK PEIKKO

KOTVENÍ SLOUPU



KOTVENÍ STĚNY

BOTKA PSK: PEIKKO

VYPRACOVALA: Bc. Petra Waldmannová	VEDOUCÍ PRÁCE: prof. Ing. Petr Hájek, CSc.	ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNIKCÉ V PRAZE FAKULTA STAVEBNÍ	
PŘEDMĚT: DIPLOMOVÁ PRÁCE		DATUM:	01/2017
STAVBA: NÍZKOENERGETICKÝ BYTOVÝ DŮM V KLATOVECH		KATEDRA:	K124
		OBOR:	Budovy a prostředí
OBSAH: KOTVENÍ SLOUPU A STĚNY		MĚŘÍTKO: 1:30	ČÍSLO VÝKRESU: D.1.2. 4

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí pozemních staveb

D.1.2 Stavebně konstrukční řešení

STATICKÉ POSOUZENÍ

Nízkoenergetický bytový dům v Klatovech

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Petra Waldmannová

Praha 2017

Obsah:

1 PŘEDPOKLADY NÁVRHU 2

2 PŘEHLED ZATÍŽENÍ 2

3 NÁVRH ROZMĚRŮ STROPNÍHO PANELU P1 3

3.1 Materiálové charakteristiky 3

3.2 Empirický návrh tloušťky stropního panelu 3

3.3 Návrh na základě splnění podmínky ohybové štíhlosti 4

3.4 Ověření navržené tloušťky 4

4 NÁVRH ROZMĚRŮ STŘEDOVÉHO PRŮVLAKU T1 5

4.1 Materiálové charakteristiky 5

4.2 Ověření průřezu z hlediska ohybového namáhání 6

4.3 Ověření stupně vyztužení 6

4.4 Ověření tlakové diagonály 6

4.5 Ověření průhybů 7

5 NÁVRH ROZMĚRŮ KRAJNÍHO PRŮVLAKU T9 7

5.1 Materiálové charakteristiky 7

5.2 Krytí výztuže 7

5.3 Ověření průřezu z hlediska ohybového namáhání 8

5.4 Ověření stupně vyztužení 9

5.5 Ověření tlakové diagonály 9

5.6 Ověření průhybů 9

6 NÁVRH ROZMĚRŮ STŘEDOVÉHO SLOUPU S1 10

6.1 Materiálové charakteristiky 10

6.2 Zatížení 10

7 NÁVRH ROZMĚRŮ KRAJNÍHO SLOUPU S2 11

7.1 Materiálové charakteristiky 11

7.2 Zatížení 11

1 PŘEDPOKLADY NÁVRHU

Návrh rozměrů prefabrikovaných nosných prvků se opírá o skelet, který byl navržen pro vzorový objekt výzkumného centra UCEEB v Buštěhradu. Jedná se o prefabrikované prvky, které jsou spojovány pomocí kotvících prvků PEIKKO a HALFEN.

2 PŘEHLED ZATÍŽENÍ

	f_k	γ_F	f_d
Stálé:			
- vl. tíha střechy	0,76 kN/m^2	1,35	1,03 kN/m^2
- vl. tíha vazníků	1,22 kN/m	1,35	1,65 kN/m
- vl. tíha solárních kolektorů	2,00 kN/m^2	1,35	2,70 kN/m^2
- vl. tíha podlahy	1,55 kN/m^2	1,35	2,09 kN/m^2
- vl. tíha stropních panelů	3,27 kN/m^2	1,35	4,41 kN/m^2
- obvodová stěna 1.NP-4.NP	2,26 kN/m	1,35	3,05 kN/m
- obvodová stěna 5.NP	3,72 kN/m	1,35	5,82 kN/m
- nosná vnitřní stěna	1,36 kN/m	1,35	1,84 kN/m
- příčka	1,07 kN/m	1,35	1,44 kN/m
Užitné:			
- užitné střechy	0,75 kN/m^2	1,5	1,13 kN/m^2
- užitné patra	1,5 kN/m^2	1,5	2,25 kN/m^2
- užitné schodiště	3,00 kN/m^2	1,5	4,50 kN/m^2
- sníh	0,54 kN/m^2	1,5	0,81 kN/m^2

$$s = \mu \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k = 0{,}8 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0{,}67 = 0{,}54 \text{ kN/m}^2$$

3 NÁVRH ROZMĚRŮ STROPNÍHO PANELU P1

3.1 Materiálové charakteristiky

BETON: C 70/85 XC1 – Cl 0,1 – D_{max} 16 – S3

f_{ck} = 70 MPa $\qquad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{70}{1,5}$ = 46,67 MPa

f_{ctk} = 3,2 MPa $\qquad f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{3,2}{1,5}$ = 2,13 MPa

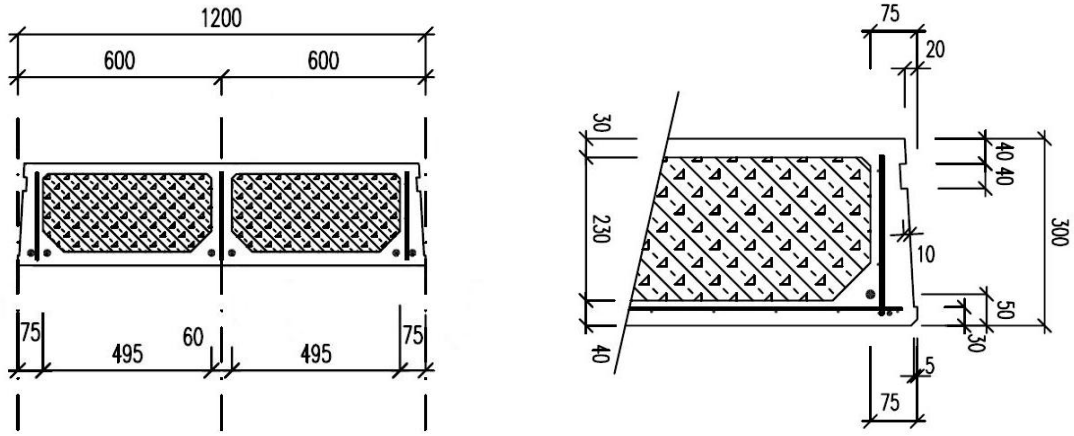
f_{ctm} = 4,6 MPa

OCEL: B500B

E_s = 200 GPa

f_{yk} = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1,15}$ = 434,78 MPa

Příčný řez panelem:



Objemová hmotnost betonu: 2600 kg/m^3
Objemová hmotnost stropní vložky: 500 kg/m^3
(hodnoty převzaty z podkladů pro skelet v Buštěhradu)

Krytí výztuže: 15 mm
(hodnota převzata z podkladů pro skelet v Buštěhradu)

3.2 Empirický návrh tloušťky stropního panelu

$$h_d \geq \left(\frac{1}{25} \div \frac{1}{20}\right) \cdot L_d = \left(\frac{1}{25} \div \frac{1}{20}\right) \cdot 6350 = 254 \div 318 \text{ mm}$$

3.3 Návrh na základě splnění podmínky ohybové štíhlosti

$\lambda = \frac{L_d}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$

$\kappa_{c1} = 1$ obdélníkový průřez
$\kappa_{c2} = 1$ rozpětí desky L ≤ 7m
$\kappa_{c3} = 1{,}3$ odhad součinitele napětí tahové výztuže $\kappa_{c3} = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}}$

$\lambda_{d,tab} = K \cdot \left[11 + 1{,}5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_o}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_o}}\right] = 21{,}54$

K = 1 prostý nosník
ρ =0,01 stupeň vyztužení tahové výztuže (odhad)
ρ' = 0 stupeň vyztužení tlakové výztuže
$\rho_o = 10^{-3}\sqrt{f_{ck}} = 10^{-3}\sqrt{70} = 0{,}0084$

$\lambda_d = 1 \cdot 1 \cdot 1{,}3 \cdot 21{,}54 = 28{,}0$

L = 6350 mm

$d = \frac{L_d}{\lambda_d} = \frac{6350}{28} = 226{,}8$ mm

$h_d = d + \frac{\emptyset}{2} + c = 226{,}8 + 8 + 15 = \underline{249{,}8 \text{ mm}}$

3.4 Ověření navržené tloušťky

$h_d = 300\ mm$

Návrhové zatížení

- střecha	(1,03·5,6)+1,65	7,42 kN/m
- solární panely	2,7·5,6	15,12 kN/m
- užitné zat. střechy	1,13·5,6	6,33 kN/m
- stěna 5.NP		5,82 kN/m
		Σ = 34,69 kN/m (f')

$F_d = 34{,}69 \cdot 1{,}2 = 41{,}63\ kN$

f_d = [1,2 · (2,82 + 4,41 + 2,25)] + 1,84 = <u>13,22 kN/m</u>

Návrhový podporový moment

$M_{Ed,max} = F_d \cdot \frac{x}{L} \cdot (L - x) + \frac{f_d}{2} \cdot (L \cdot x - x^2) =$

$= 41{,}63 \cdot \frac{1{,}6}{6{,}35} \cdot (6{,}35 - 1{,}6) + \frac{13{,}22}{2} \cdot (6{,}35 \cdot 1{,}6 - 1{,}6^2) = 100{,}06\ kNm$

Poměrný ohybový moment

$$\mu = \frac{M_{Ed,max}}{d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{100{,}06 \cdot 10^3}{277^2 \cdot 46{,}67} = 0{,}0279$$

$$d = h_d - \frac{\emptyset}{2} - c = 300 - \frac{16}{2} - 15 = 277 \text{ mm}$$

→ $\xi = 0{,}035 \leq \xi_{max} = 0{,}1$ ⇒ vyhovuje

4 NÁVRH ROZMĚRŮ STŘEDOVÉHO PRŮVLAKU T1

4.1 Materiálové charakteristiky

BETON: C 80/95 XC1 – Cl 0,1 – D_{max} 16 – S3

f_{ck} = 80 MPa $\quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{80}{1{,}5}$ = 53,33 MPa

f_{ctk} = 3,4 MPa $\quad f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{3{,}4}{1{,}5}$ = 2,27 MPa

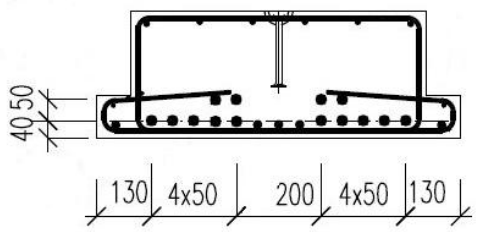
f_{ctm} = 4,8 MPa

OCEL: B500B

E_s = 200 GPa

f_{yk} = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1{,}15}$ = 434,78 MPa

Příčný řez panelem:



Krytí výztuže: 15 mm
(hodnota převzata z podkladů pro skelet v Buštěhradu)

$h_p = 300\ mm$

$b_p = 700\ mm$

$L_p = 3800\ mm$

4.2 Ověření průřezu z hlediska ohybového namáhání

Návrhové zatížení

$$f_d = (2{,}09 + 4{,}41 + 2{,}25) \cdot 6{,}4 + (0{,}7 \cdot 0{,}3 \cdot 25 \cdot 1{,}35) + (1{,}44 \cdot \frac{4+4+8+3{,}5}{8 \cdot 3} \cdot 3)$$
$$= 66{,}66 \text{ kN/m}$$

$F_d = 1{,}84 \cdot 6{,}4 = 11{,}75$ kN (mezibytová stěna)

Návrhový moment

$M_{Ed,max} = \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot L^2 + F \cdot \frac{L}{4} = \frac{1}{8} \cdot 66{,}66 \cdot 3{,}8^2 + 11{,}75 \cdot \frac{3{,}8}{4}$ = 131,48 kNm

Poměrný ohybový moment

$\mu = \frac{M_{Ed,max}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{131{,}48 \cdot 10^6}{700 \cdot 271^2 \cdot 53{,}33}$ = 0,048

d = $h_p - 0{,}5\emptyset_p - \emptyset_d - c$ = 300 – 6 – 8 – 15 = 271 mm

→ ξ = 0,0614 ≤ ξ_{max} = 0,4 ⇒ vyhovuje

4.3 Ověření stupně vyztužení

$$\rho_{s,rqd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_c} = \frac{\frac{M_{Ed,max} \cdot 10^6}{\zeta \cdot d_p \cdot f_{yd}}}{b_p \cdot d_p} \leq \rho_{s,max} = 0{,}04$$

$$\rho_{s,rqd} = \frac{\frac{131{,}48 \cdot 10^6}{0{,}975 \cdot 271 \cdot 500}}{700 \cdot 271} = 0{,}0052 \leq 0{,}04$$ ⇒ vyhovuje

4.4 Ověření tlakové diagonály

Posouvající síla (přibližně)

$V_{Ed} = 0{,}6 \cdot f_d \cdot L + \frac{F}{2} = 0{,}6 \cdot 66{,}66 \cdot 3{,}8 + \frac{11{,}75}{2}$ = 157,86 kN

Volba: cotg θ = 1,5

1 ≤ cotg θ ≤ 2,5

Redukční součinitel únosnosti

$\nu = 0{,}6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6 \cdot \left(1 - \frac{80}{250}\right)$ = 0,408

Rameno vnitřních sil (odhad)

z ≅ 0,9 · d = 0,9 · 271 = 243,9 mm

Únosnost tlačené diagonály

$V_{Rd} = \nu \cdot f_{cd} \cdot z \cdot b_w \cdot \frac{\text{cotg } \theta}{1 + \text{cotg}^2 \theta} = 0{,}408 \cdot 53{,}33 \cdot 243{,}9 \cdot 700 \cdot \frac{1{,}5}{1 + 1{,}5^2}$ = 1714,5 kN

$V_{Rd} \geq V_{Ed}$

V_{Rd} = 1714,5 ≥ V_{Ed} = 157,86 kN ⇒ vyhovuje

4.5 Ověření průhybů

$\lambda = \frac{L_d}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$

κ_{c1} = 1 obdélníkový průřez

κ_{c2} = 0,9 rozpětí průvlaku L > 7m, $\kappa_{c2} = \frac{7}{L}$

κ_{c3} = 1,3 odhad součinitele napětí tahové výztuže $\kappa_{c3} = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}}$

$\lambda_{d,tab} = K \cdot \left[11 + 1{,}5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_o}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_o}}\right]$ = 33,96

K = 1 prostý nosník

ρ =0,0052 stupeň vyztužení tahové výztuže (odhad)

ρ' = 0 stupeň vyztužení tlakové výztuže

$\rho_o = 10^{-3}\sqrt{f_{ck}} = 10^{-3}\sqrt{80}$ = 0,0089

$\lambda_d = 1 \cdot 0{,}9 \cdot 1{,}3 \cdot 33{,}96 = 39{,}73$

$\lambda = \frac{3800}{271} = 28{,}78 \leq \lambda_d = 39{,}73$ ⇒ vyhovuje

5 NÁVRH ROZMĚRŮ KRAJNÍHO PRŮVLAKU T9

5.1 Materiálové charakteristiky

BETON: C 80/95 XC1 – Cl 0,1 – D_{max} 16 – S3

f_{ck} = 80 MPa $f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{80}{1{,}5}$ = 53,33 MPa

f_{ctk} = 3,4 MPa $f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{3{,}4}{1{,}5}$ = 2,27 MPa

f_{ctm} = 4,8 MPa

OCEL: B500B

E_s = 200 GPa

f_{yk} = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1{,}15}$ = 434,78 MPa

5.2 Krytí výztuže

$c \geq c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev}$

- Životnost konstrukce: 80 let
- Použitý beton: C 80/95
- Prostředí: XC1
- Konstrukční třída: S2
- Profil výztuže desky: 12 mm

c_{min} = max (ø ; $c_{min,dur}$; 10) = max (12; 10; 10) = 12 mm
Δc_{dev} = 5 mm
c_{nom} = 12+5 = 17 mm

5.3 Ověření průřezu z hlediska ohybového namáhání

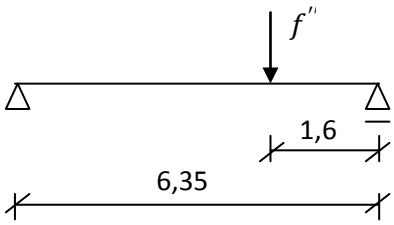
$h_p = 300$ mm
$b_p = 200$ mm
$L_p = 3800$ mm

Návrhové zatížení

- střecha	(1,03·5,6)+1,65	7,42 kN/m
- solární panely	2,7·5,6	15,12 kN/m
- užitné zat. střechy	1,13·5,6	6,33 kN/m
- stěna 5.NP		5,82 kN/m
		Σ = 34,69 kN/m (f')

$$\Rightarrow f = 34{,}69 - \frac{34{,}69 \cdot 1{,}6}{6{,}35} = 25{,}95\ kN/m$$

zatížení stropního panelu:



$$f_d = 25{,}95 + (2{,}09 + 4{,}41 + 2{,}25) \cdot 3{,}4 + (0{,}3 \cdot 0{,}2 \cdot 25 \cdot 1{,}35) = 57{,}73 \text{ kN/m}$$

Návrhový podporový moment

$$M_{Ed,max} = \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 57{,}73 \cdot 3{,}8^2 = 104{,}19\ kNm$$

Poměrný ohybový moment

$$\mu = \frac{M_{Ed,max}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{104{,}19 \cdot 10^6}{200 \cdot 269^2 \cdot 53{,}33} = 0{,}135$$

d = $h_p - \emptyset_t - 0{,}5 \cdot \emptyset_p$ – c = 300 – 6 – 8 – 17 = 269 mm

→ ξ = 0,182 ≤ ξ_{max} = 0,4 ⇒ vyhovuje

5.4 Ověření stupně vyztužení

$$\rho_{s,rqd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_c} = \frac{\frac{M_{Ed,max}}{\zeta \cdot d_p \cdot f_{yd}}}{b_p \cdot d_p} \leq \rho_{s,max} = 0{,}04$$

$$\rho_{s,rqd} = \frac{\frac{104{,}19 \cdot 10^6}{0{,}928 \cdot 269 \cdot 500}}{200 \cdot 269} = 0{,}0155 \leq 0{,}04 \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

5.5 Ověření tlakové diagonály

Posouvající síla (přibližně)

V_{Ed} = 0,6 · f_d · L = 0,6 · 57,73 · 3,8 = 131,62 kN

Volba: cotg θ = 1,5

1 ≤ cotg θ ≤ 2,5

Redukční součinitel únosnosti

$$\nu = 0{,}6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0{,}6 \cdot \left(1 - \frac{80}{250}\right) = 0{,}408$$

Rameno vnitřních sil (odhad)

z ≅ 0,9 · d = 0,9 · 271 = 243,9 mm

Únosnost tlačené diagonály

$$V_{Rd} = \nu \cdot f_{cd} \cdot z \cdot b_w \cdot \frac{\text{cotg}\ \theta}{1 + \text{cotg}^2\ \theta} = 0{,}408 \cdot 40 \cdot 243{,}9 \cdot 0{,}5 \cdot \frac{1{,}5}{1 + 1{,}5^2} = 918{,}56 \text{ kN}$$

V_{Rd} = 918,56 ≥ V_{Ed} = 131,62 kN ⇒ vyhovuje

5.6 Ověření průhybů

$$\lambda = \frac{L_d}{d} \leq \lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab}$$

κ_{c1} = 1 obdélníkový průřez

κ_{c2} = 1 rozpětí desky L ≤ 7m

κ_{c3} = 1,3 odhad součinitele napětí tahové výztuže $\kappa_{c3} = \frac{500}{f_{yk}} \cdot \frac{A_{s,prov}}{A_{s,req}}$

$$\lambda_{d,tab} = K \cdot \left[11 + 1{,}5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_o}{\rho - \rho'} + \frac{1}{12} \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \sqrt{\frac{\rho'}{\rho_o}}\right] = 18{,}75$$

K = 1 prostý nosník

ρ =0,016 stupeň vyztužení tahové výztuže (odhad)

ρ‘ = 0 stupeň vyztužení tlakové výztuže

$\rho_o = 10^{-3}\sqrt{f_{ck}} = 10^{-3}\sqrt{80} = 0{,}0089$

λ_d = 1·1·1,3·18,75 = 24,38

$$\lambda = \frac{3800}{269} = 14{,}13 \leq \lambda_d = 24{,}38 \quad \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

6 NÁVRH ROZMĚRŮ STŘEDOVÉHO SLOUPU S1

- Předpokládané rozměry: 200 x 250 mm

6.1 Materiálové charakteristiky

BETON: C 80/95 XC1 – Cl 0,1 – D_{max} 16 – S3

f_{ck} = 80 MPa $\quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{80}{1,5}$ = 53,33 MPa

f_{ctk} = 3,4 MPa $\quad f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{3,4}{1,5}$ = 2,27 MPa

f_{ctm} = 4,8 MPa

OCEL: B500B

E_s = 200 GPa

f_{yk} = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1,15}$ = 434,78 MPa

6.2 Zatížení

- zatížení z 5.NP	[(34,69·1,6)/6,35]·4	34,96 kN
- stropní panely	4,41·(6,3·4)·4	444,53 kN
- podlaha	2,09·(6,3·4)·4	210,67 kN
- užitné zat.	2,25·(6,3·4)·4	226,80 kN
- vl. tíha průvlaku	0,7·0,3·3,8·25·1,35·4	107,73 kN
- vl. tíha sloupu	0,2·0,25·13,17·25·1,35	22,22 kN
- vnitřní stěna	1,84·6,3·4	46,37 kN
- příčky	1,85·(4+4+8)·4	118,40 kN
celkem		**1211,68 kN**

$N_{Ed,max} \leq N_{Rd}$ = 0,8·A_c·f_{cd} + A_s·σ_s = 0,8·A_c·f_{cd} + A_c·ρ·σ_s =
= 0,8·200·250·53,33 + 200·250·0,025·400 = 2633,2 kN

$N_{Ed,max}$ = 1211,68 kN ≤ N_{Rd} = 2633,2 kN

⇒ NÁVRH: **<u>200 x 250 mm</u>**

7 NÁVRH ROZMĚRŮ KRAJNÍHO SLOUPU S2

Předpokládané rozměry: 200 x 200 mm

7.1 Materiálové charakteristiky

BETON: C 80/95 XC1 – Cl 0,1 – D_{max} 16 – S3

f_{ck} = 80 MPa $\quad f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{80}{1,5}$ = 53,33 MPa

f_{ctk} = 3,4 MPa $\quad f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_c} = \frac{3,4}{1,5}$ = 2,27 MPa

f_{ctm} = 4,8 MPa

OCEL: B500B

E_s = 200 GPa

f_{yk} = 500 MPa $f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_M} = \frac{500}{1,15}$ = 434,78 MPa

7.2 Zatížení

- střecha	(1,03·5,6)+1,65	7,42 kN/m
- solární panely	2,7·5,6	15,12 kN/m
- užitné zat. střechy	1,13·5,6	6,33 kN/m
- stěna 5.NP		5,82 kN/m
		Σ = 34,69 kN/m

$$\Rightarrow f' = 34,69 - \frac{34,69 \cdot 1,6}{6,35} = 25,95\ kN/m \text{ (viz 5.3)}$$

- zatížení z 5.NP	25,95·4	103,80 kN
- stropní panel	4,41·(3,18·4)·4	224,38 kN
- podlaha	2,09·(3,4·4)·4	113,70 kN
- vl. tíha průvlaku	0,2·0,3·25·1,35·4·4	32,40 kN
- vl. tíha sloupu	0,2·0,2·25·1,35·(3,87+9,3)	17,78kN
- obvodová stěna	3,05·4·3	36,60 kN
- vnitřní stěna	1,84·3,4·3	18,77 kN
- užitné zat. patra	2,25·(3,4·4)·4	122,40 kN
celkem		**669,83 kN**

$N_{Ed,max} \leq N_{Rd}$ = 0,8·A_c·f_{cd} + A_s·σ_s = 0,8·A_c·f_{cd} + A_c·ρ·σ_s =
= 0,8·200·200·53,33 + 200·200·0,025·400 = 2106,56 kN

$N_{Ed,max}$ = 669,83 kN ≤ N_{Rd} = 2106,56 kN

⇒ NÁVRH: **<u>200 x 200 mm</u>**