

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
STAVEBNÍ**



**PŘEDBĚŽNÝ STATICKÝ
VÝPOČET**

2019

**TEREZA
HEJLOVÁ**

PŘEDBĚŽNÝ STATICKÝ VÝPOČET

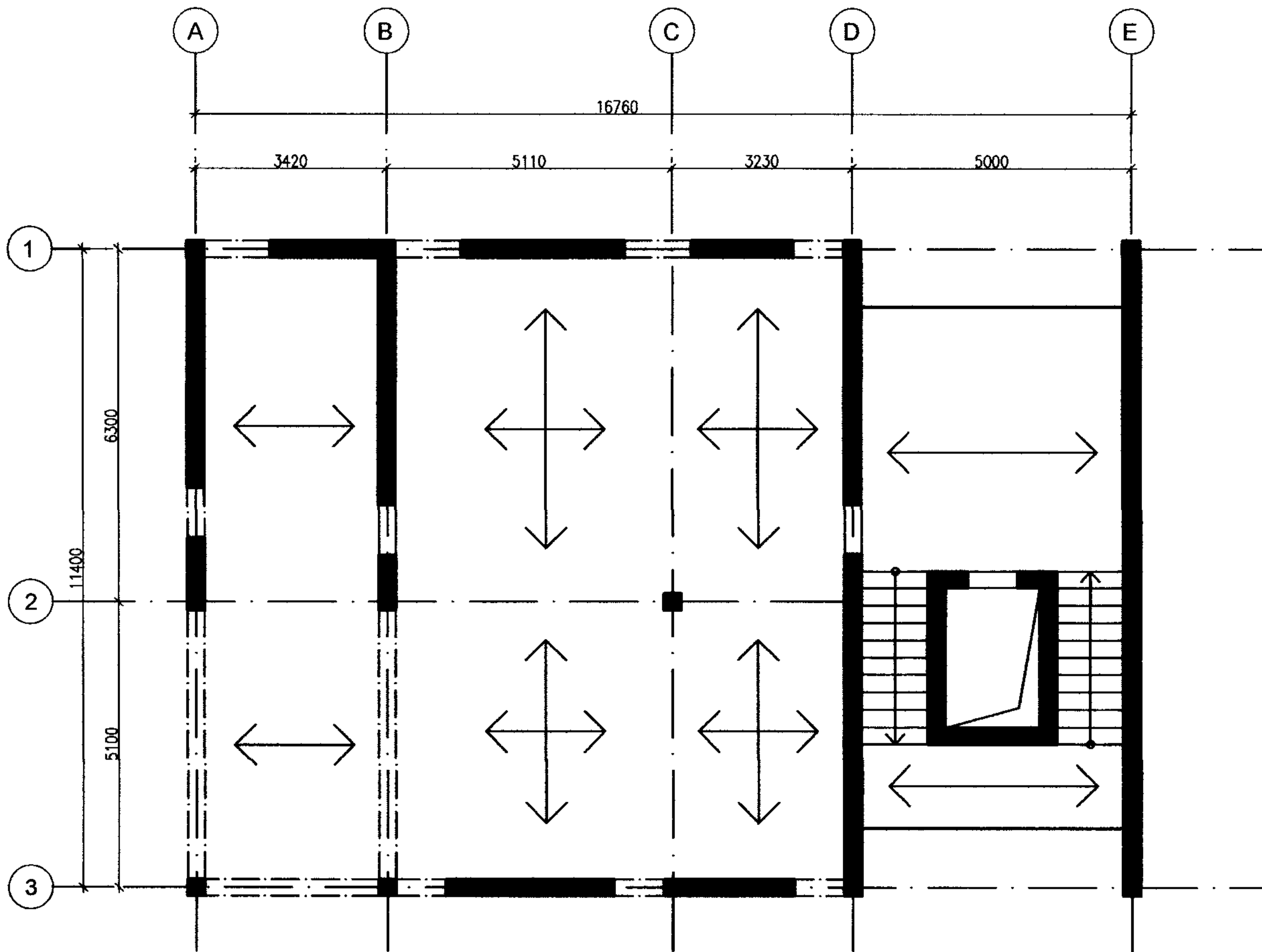
KAPITOLY:

1. SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE (STR. 1-4)
2. PŘEHLED ZATÍŽENÍ (STR. 5-10)
3. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ (STR. 11-24)

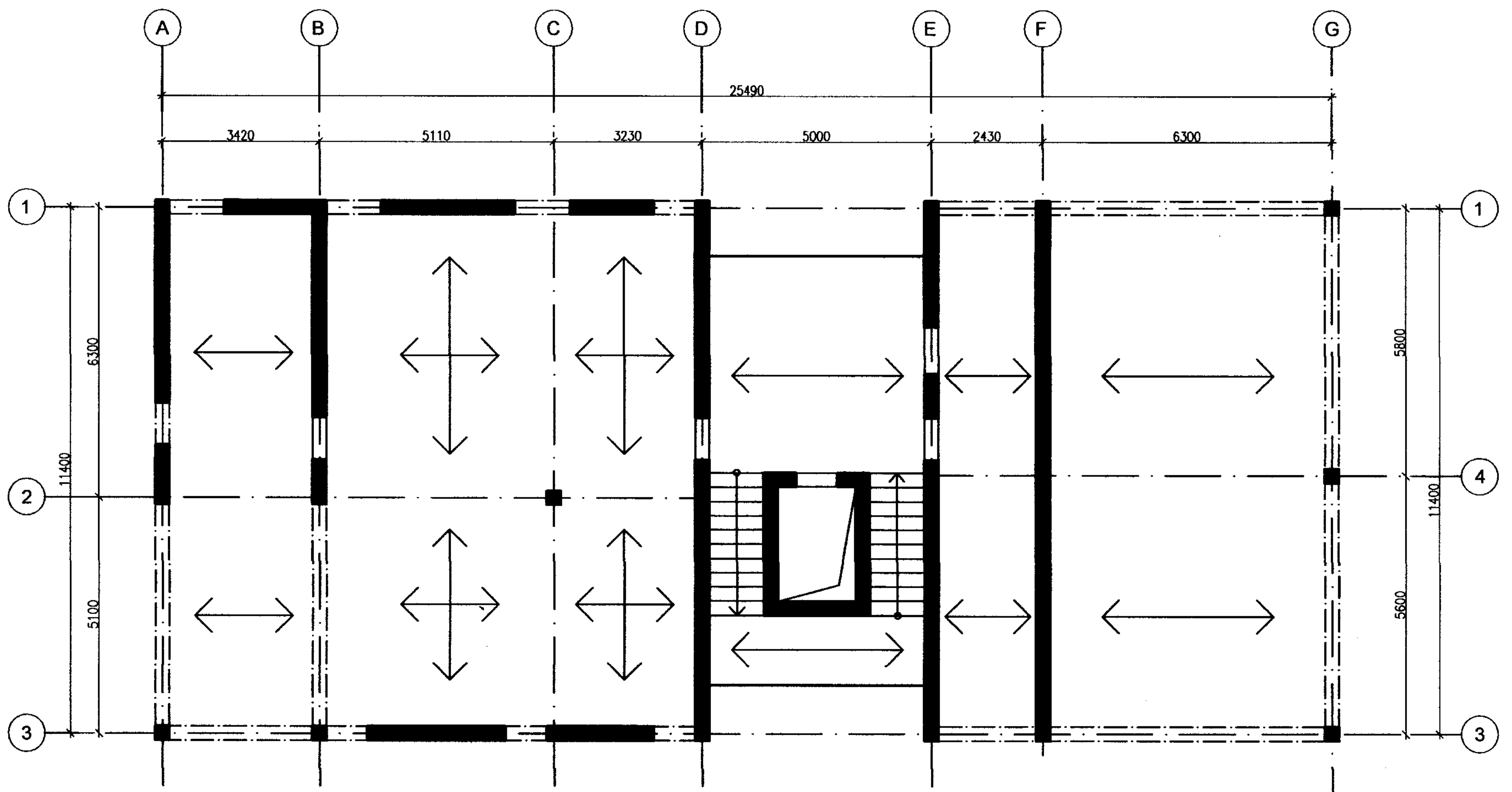
1. SCHÉMA A POPIS KONSTRUKCE

1.1 KONSTRUKČNÍ SCHÉMATA

- varianta A - říšná varianta

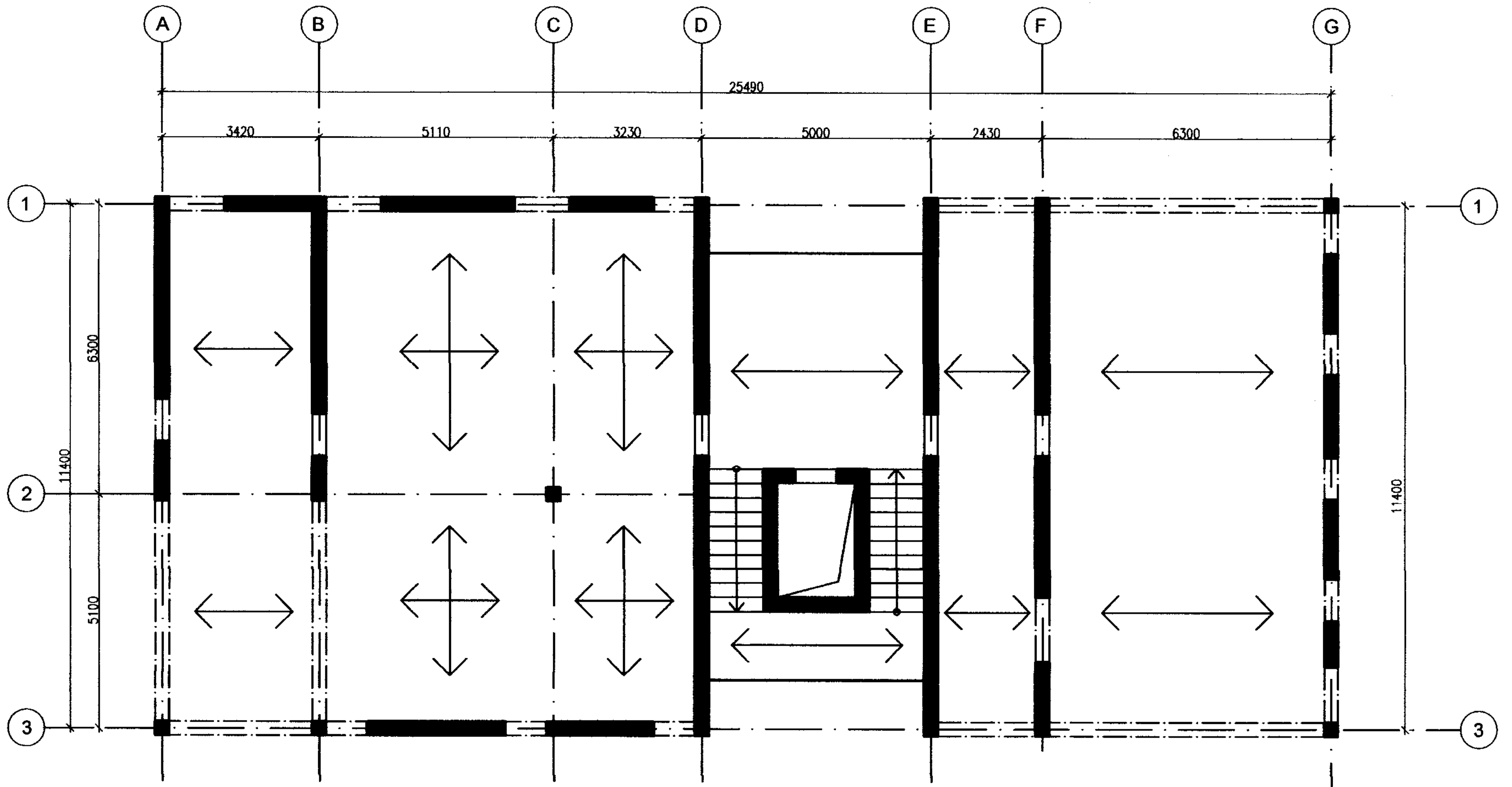


1.PP

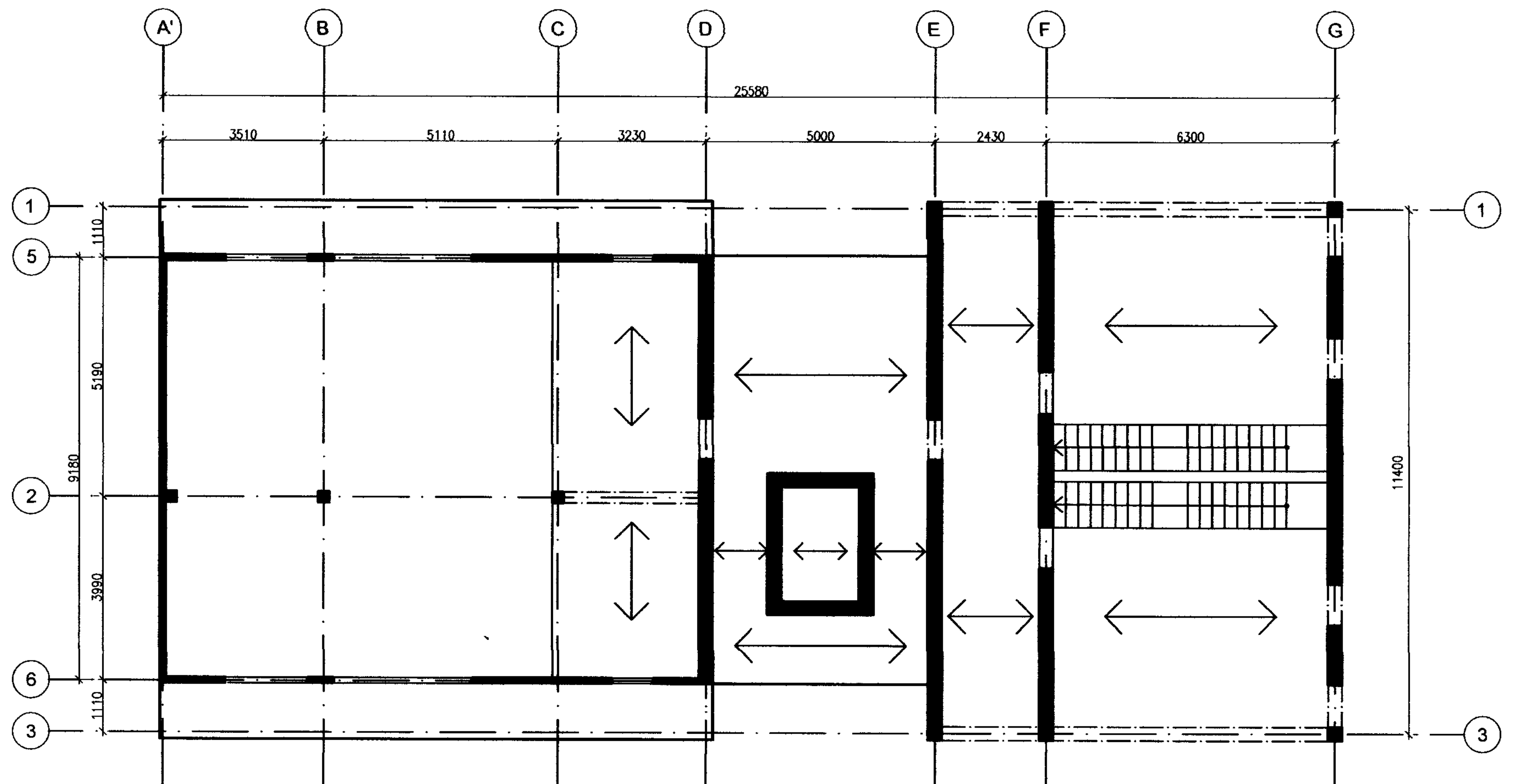


1.NP

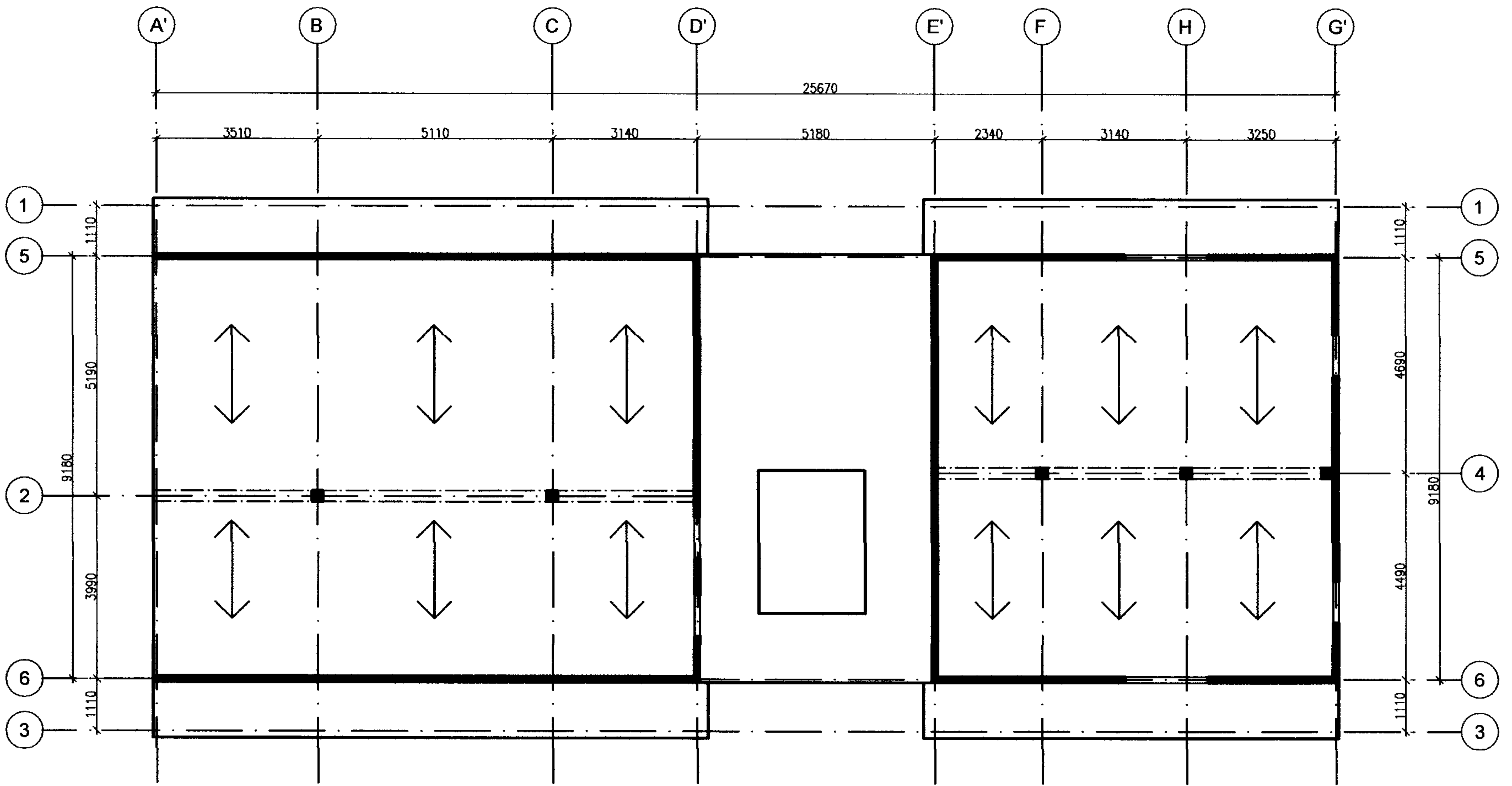
2.NP



3.NP



4.NP



- byly navrženy 2 varianty konstrukčních systémů
- podrobně je řešena Varianta A
- popsání konstrukčních systémů jsou součástí výkresové části

1.2 POUŽITÉ MATERIÁLY

- beton : suterénní stěny a základy : C 20/25 XC2 - C10,2 - D_{max} 16 - S3
ostatní nosná kce : C 30/37 XC1 - C10,2 - D_{max} 16 - S3
- ocel : B 500 B
- nosné kdivo : cihelní kdivo Porotherm 30 AKU Z
- dřevěné prvky společnosti Novatop
- nosné lamelové dřevo GL 24h

2. PŘEHLED ZATÍŽENÍ

2.1 STAĽE ZATÍŽENÍ

2.1.1 NOSNÉ KONSTRUKCE

- vlastní tíha nosných prvků - viz Předhizný návrh prvků (kapitola 3)

2.1.2 PODLAHY

- pro zjednodušení výpočtu bude pro celý objekt uvažována skladba P6, která je nejtěžší a v projektu nejvíce používána
- výpočet bude na straně bezpečnosti

vrstva	d [mm]	ρ [kg/m ³]	g_k [kN/m ²]
keramická dlažba	10	2000	0,2
hřící smel	5	1500	0,075
penetrační nátěr	-	-	-
hydroizolační slívká	5	1500	0,075
cementová malta	50	2300	1,15
PE fólie	-	-	-
minerální kroc. izolace	30	35	0,012
celkem	100	-	1,5

- jednotná tíha podlah: $g_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

2.1.3 OBVOJOVÝ PLÁŠŤ

- možnou konstrukci obvodových stěn tvoří cihelní svařky Porotherm, ŽB sloupy nebo dřevěná konstrukce Novatop Jolid
- se vše s kontaktním kolektivním systémem ~ tepelnou izolací EPS tl. 150 mm
- vlastní tl. tepelné izolace:
 $g_{EPS} = \rho \cdot d = 0,35 [kN/m^3] \cdot 0,15 [m] = 0,05 kN/m^2$
- tl. tl. tepelné izolace je velmi malá → **lze zanedbat**

2.1.4 PŘÍČKY

- místnosti odděleny zděnými příčkami Porotherm 11,5 (1050 kg/m³)
- světlá výška: 2,9 m
- z důvodu méně známého konkrétního rozmístění příček bude jejich tl. tl. spočítána pomocí náhradního rovnoměrného plošného zatížení:
• odhad: **$g_x = 1,5 kN/m^2$**

2.1.5 STŘEŠNÍ PLAŠŤ

2.1.5.1 PLOCHA STŘECHA - P13

vrstva	d [mm]	ρ [kg/m^3]	g_k [kN/m^2]
2x hydroizol. asfalt. pásy	10	1100	0,11
2x tep. izolace EPS	300	25	0,075
spádlo	-	-	-
protišná vrstva	4	1100	0,044
průvlákněná síť	-	-	-
keramzitbeton	180	700	1,26
celkem			2,19

P13: 2,19 kN/m^2

2.1.5.2 PULTOVÁ STŘECHA - P14

vrstva	d [mm]	ρ [kg/m^3]	g_k [kN/m^2]
plechová krytina	2	7000	0,14
separční vrstva	-	-	-
OSB deska	20	600	0,12
latě + vlnitka	20	500	0,1
konkr. latě + vlnitka	30	-	-
difúzní fólie	-	-	-
tep. izolace	260	50	0,13
protišná vrstva	4	1100	0,044
celkem			0,53

P14: 0,53 kN/m^2

2.1.6 SCHODIŠTĚ

- k.v. (1. PP) = 3,31 m
 - k.v. (ostatní) = 3,21 m
- } od podlahy k podlaží vždy 3,21 m
~ stejné schodiště v celém objektu
- dvoukramenné ŽB monolitické schodiště s příčnými rameny

$$n = \frac{k.v.}{h} = \frac{3210}{170} = 18,8 \rightarrow 20 \text{ stupňů}$$

$$h = \frac{k.v.}{n} = \frac{3210}{20} = 161 \text{ mm}$$

$$2h + b = 630 \text{ mm}$$

$$b = 630 - 2 \cdot 161 = 308 \rightarrow 310 \text{ mm}$$

návrh: $20 \times 161 + 310$

- šířka ramene: 1200 mm
- šířka meziodstří: 1200 mm
- spojité kolížení: $g_x = \frac{1}{2} \cdot 0,161 \cdot 25 = \underline{2,01 \text{ kN/m}^2}$

- akustika řešena pomocí prvků Geloc

2.2 PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ

2.2.1 UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

- ČSN EN 1991-1-1 (EUROKÓD 1) Zatížení konstrukcí
- bytová část objektu - kategorie A:
 - stropní konstrukce: $q_k = 1,5 - 2 \text{ kN/m} \quad (2 \text{ kN/m}^2)$
 - schodiště: $q_k = 2 - 4 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ kN/m}^2)$
 - balkóny: $q_k = 2,5 - 4 \text{ kN/m}^2 \quad (3 \text{ kN/m}^2)$
- střecha nepřístupná s výjimkou křídla okrajů a úpatí - kategorie H:
 - $q_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$
- parkovací plochy pro lehká vozidla - kategorie F:
 - $q_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$

2.2.2 ZATÍŽENÍ SNĚHEM

2.2.2.1 PLOCHA STŘECHA P13

- plocha střecha: $\alpha < 30^\circ \rightarrow$ tvarový součinitel $c_w = 0,8$
- normální krajina: součinitel expozice $c_e = 1,0$
- součinitel tepla: $c_t = 1,0$
- Ostrava - sněhová oblast II: char. maximální sněhem: $s_k = 1,0 \text{ kN/m}^2$
- příměrní maximální sněhem: $s = c_w \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$
 $s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = \underline{0,8 \text{ kN/m}^2}$

• hodnota proměnného natížení střechy bude uvažována jako větší

• hodnota: • užitná nat. střechy = $0,75 \text{ kN/m}^2$

• nat. sněhem = $0,8 \text{ kN/m}^2$

• proměnné natížení ploché střechy: $q_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

2.2.2.2 PULTOVÁ STŘECHA P14

• dvě část - sklon $\pm 15^\circ$
• dvě část - sklon $\pm 3^\circ$ } stejný výpočet jako 2.2.2.1
pravá

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

2.2.3 ZATÍŽENÍ VĚTREM

• počítáno pro pultovou střechu

• Ostrava - nížinná oblast II - nat. rychlost větru: $v_k = 25 \text{ m/s}$

• nat. rychlost větru: $q_k = \frac{1}{2} \rho \cdot v_k^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 0,39 \text{ kN/m}^2$

• kategorie větru III - plocha rovnoměrně pokrytá vegetací, budovami, překážkami

$h = 12 \text{ m}$ $b = 9,2 \text{ m}$ TAB \rightarrow $C_{e12} = 1,8$

- příčný směr $d = 9,2 \text{ m}$ $h/d = 1,3$

- podélný směr $d = 11,7 \text{ m}$ $h/d = 1,03$

oblast	D	E
příčný	+0,8	-0,5
podélný	+0,8	-0,5

• součinitel vlnění $C_{pe} = 0,8 + 0,5 = 1,3$

• char. hodnota nat. větru:

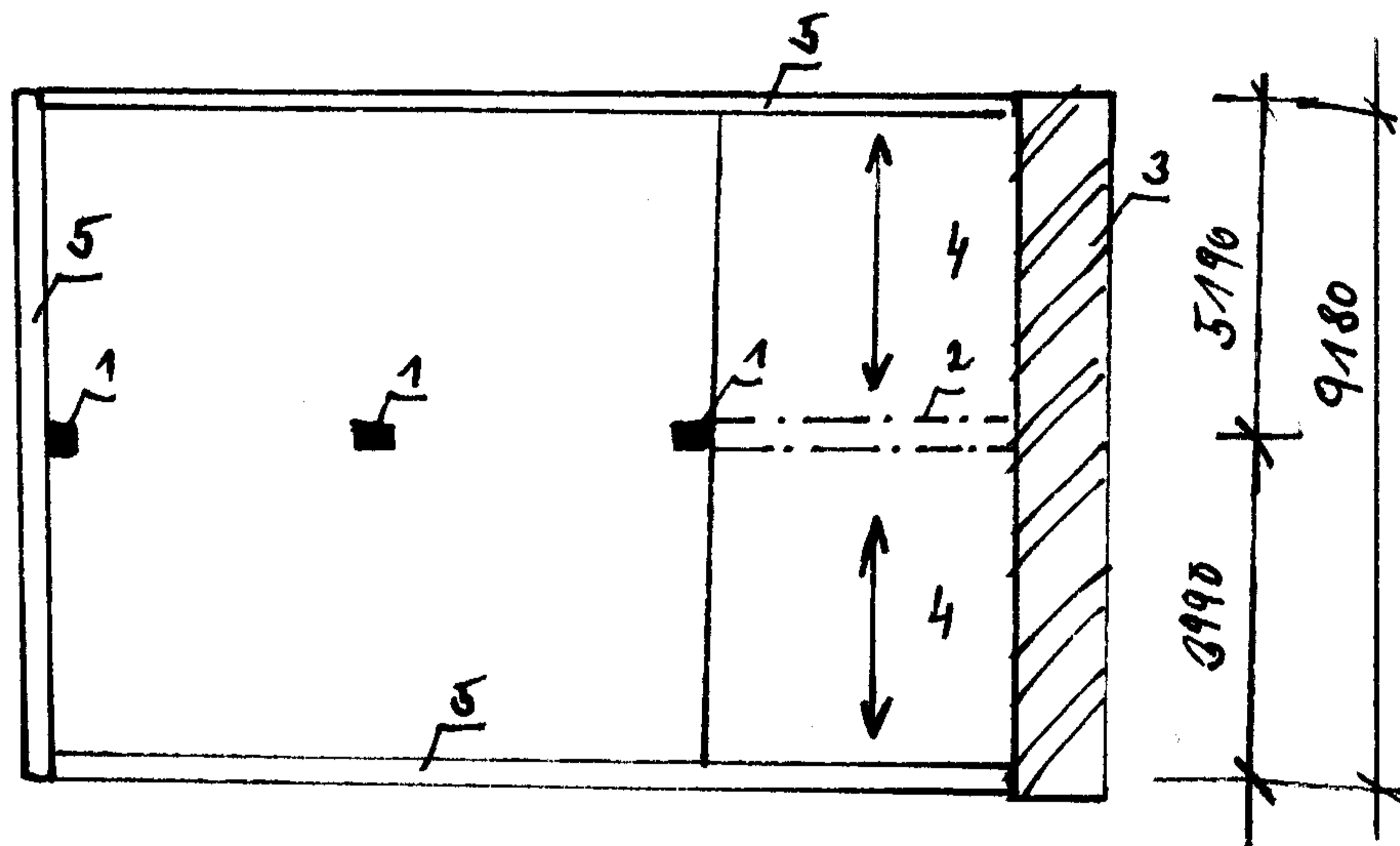
$$w_k = q_k \cdot C_{e12} \cdot C_{pe}$$

$$w_k = 0,39 \cdot 1,8 \cdot 1,3 = \underline{\underline{0,91 \text{ kN/m}^2}}$$

3. PŘEBĚŽNÝ NÁVRH A POSOUZENÍ NOSNÝCH PRVKŮ

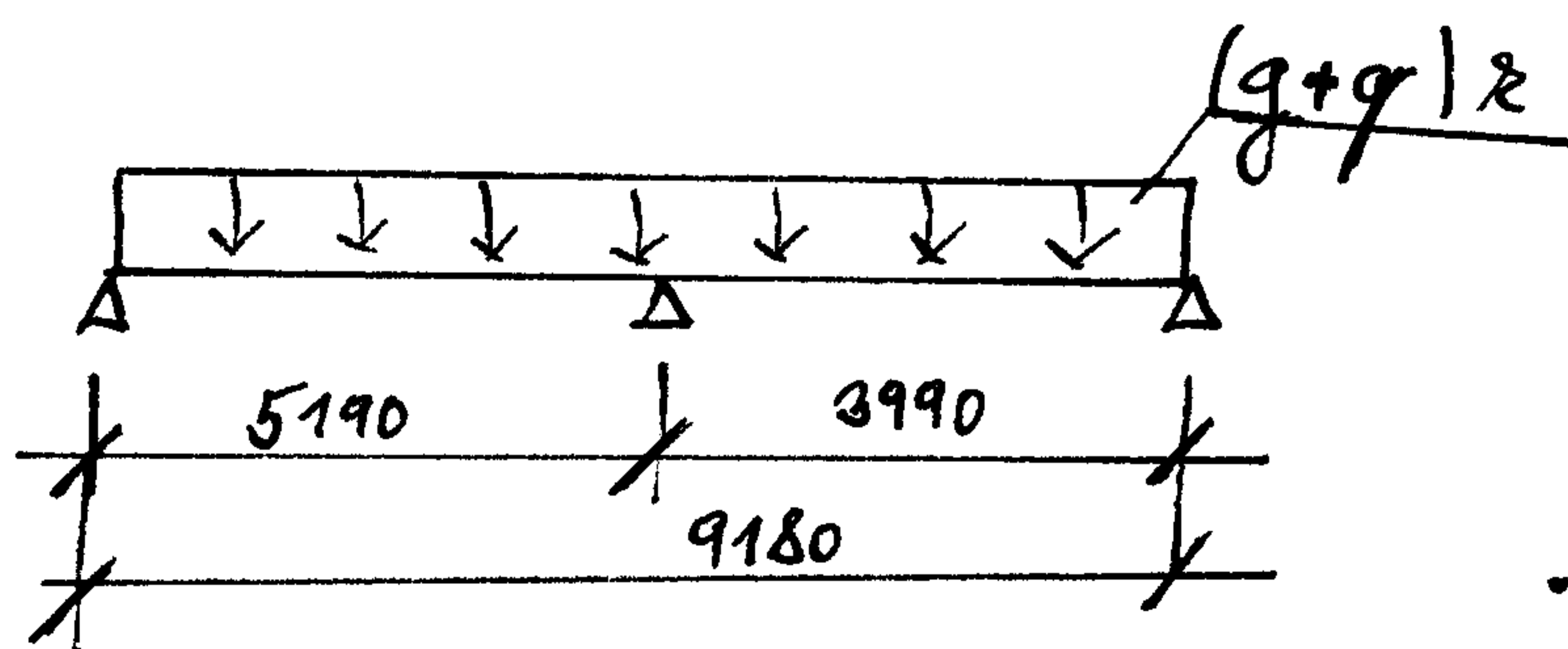
3.1 DŘEVĚNÝ STROP - 4. NP

- v této části objektu je navržen mezonit → dřevěný strop
- návrh je proveden podle podkladů společnosti Novatop
- strop navržen z prvků Novatop Element



- 1 - dřevěný strop GL24h - 240 x 240 mm
 - 2 - dřevěný nosník GL14h - 240 x 500 mm
 - 3 - izolační roliva Porotherm 30 AKU Z - 300 mm
 - 4 - strop - Novatop Element
 - 5 - dřevěné stěny - Novatop Yolid
- } kompletní oddah

• statické schéma:



oddah natížení:

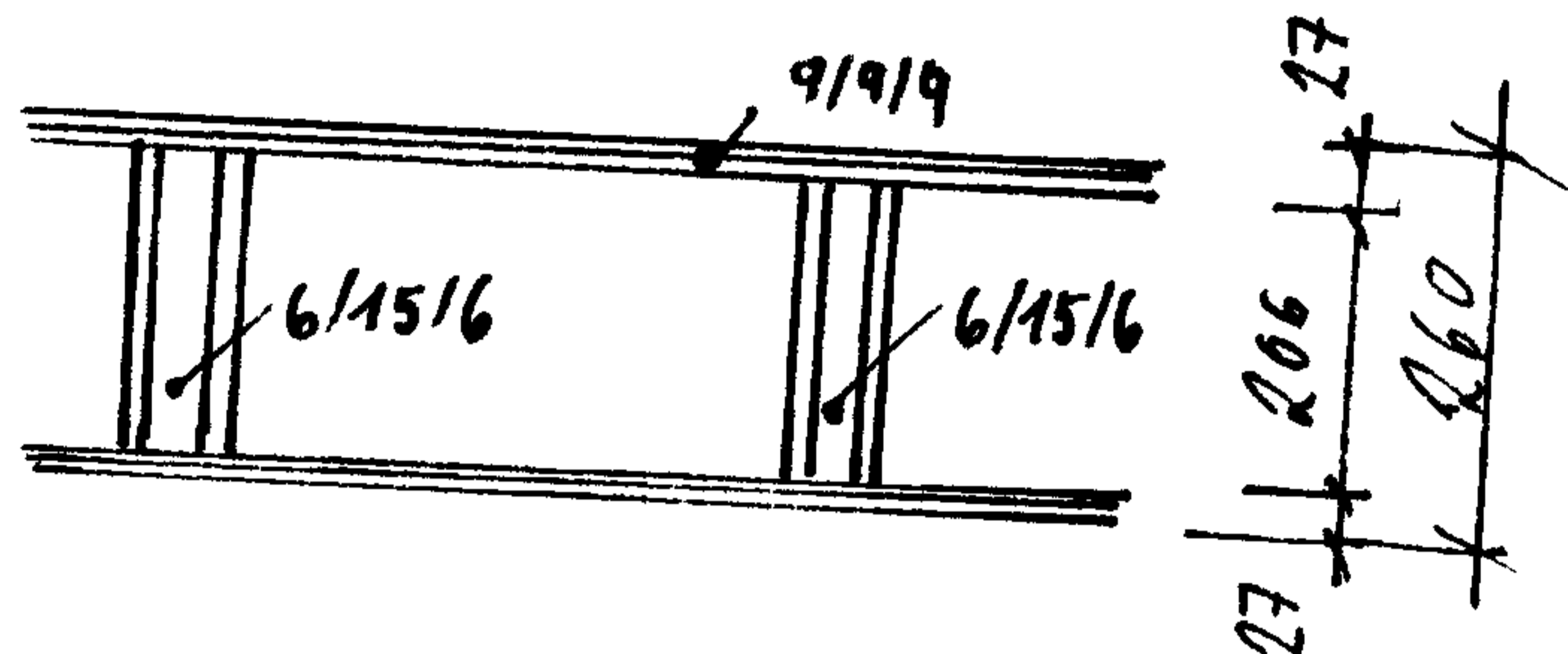
- státi: $q_z = 2 \text{ kN/m}^2$
 - úžitní: $q_z = 2 \text{ kN/m}^2$
- (kategorie A)

Předběžné dimenzování dle tabulek výrobce

- bez rozpěr, $W_{inst} \leq \frac{l}{300}$

$$h = 260 \text{ mm}$$

- návrh: Nováček nosný Element typ A1 (27(9/9/9) - 24(6/15/6) - 24(9/9/9))



- délka panelu: atypický - 9,18 m
- šířka panelu: 3200 → 1. panel ~ 2,09 m
2. panel ~ 1,11 m
- referenční šířka pro výpočet: $b = 340 \text{ mm}$
- nosič křive: $l = 340 \text{ mm}$

matematická značka	9/9/9	6/15/6
$E_{m,0} [N/mm^2]$	4800	5300
$f_{m,0,k} -11-$	20,3	13,9
$f_{k,0,k} -11-$	11,5	9,3
$f_{l,0,k} -11-$	20,3	13,9
$f_{v,k} -11-$	3,0	3,0
$f_{v,glue,k} -11-$	4,0	4,0
$G -11-$	600	600

- efektivní moment setrvačnosti: $I_{eff} = 4,99 \cdot 10^8$
- reálný modul E : $E_v = 11 \cdot 10^3 \text{ N/mm}^2$
- efektivní ohybová tuhost: $EI_{eff} = 5,39 \cdot 10^{12} \text{ Nmm}^2$
- vzdálenost těžištky od spodní hrany: $Z_s = 130 \text{ mm}$
- statický moment k těžištky: $S_1 = 2,21 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$
- statický moment k horní spáři: $S_2 = 2,02 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$
- součinitel dovoarování: $k_{def} = 0,60$

• ml. tíla elementu: $g_1 = 0,35 \text{ kN/m}^2$

• státi' natížení: $g_k = 2 \text{ kN/m}^2$

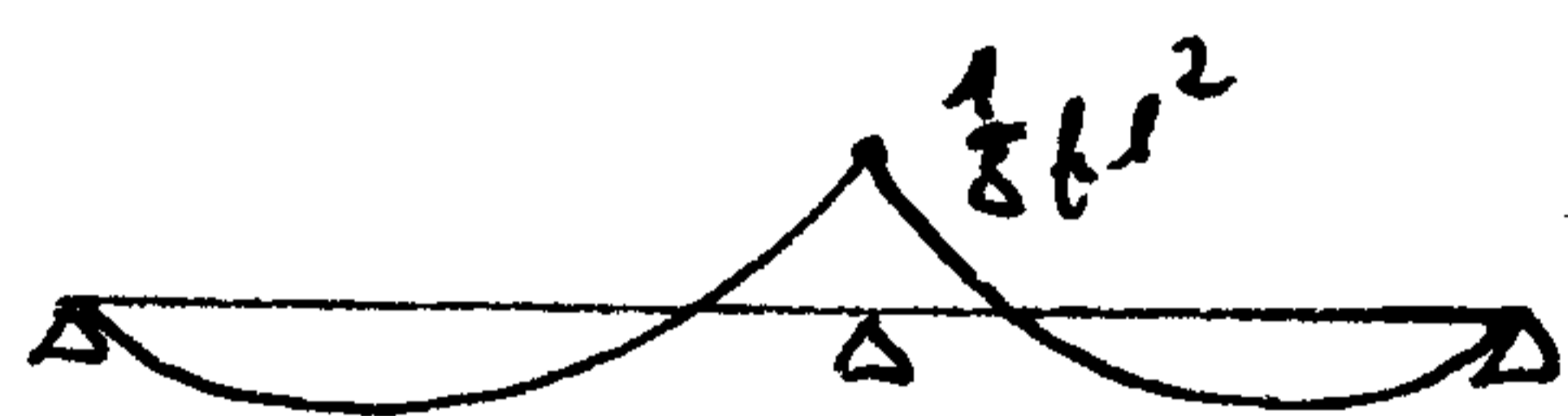
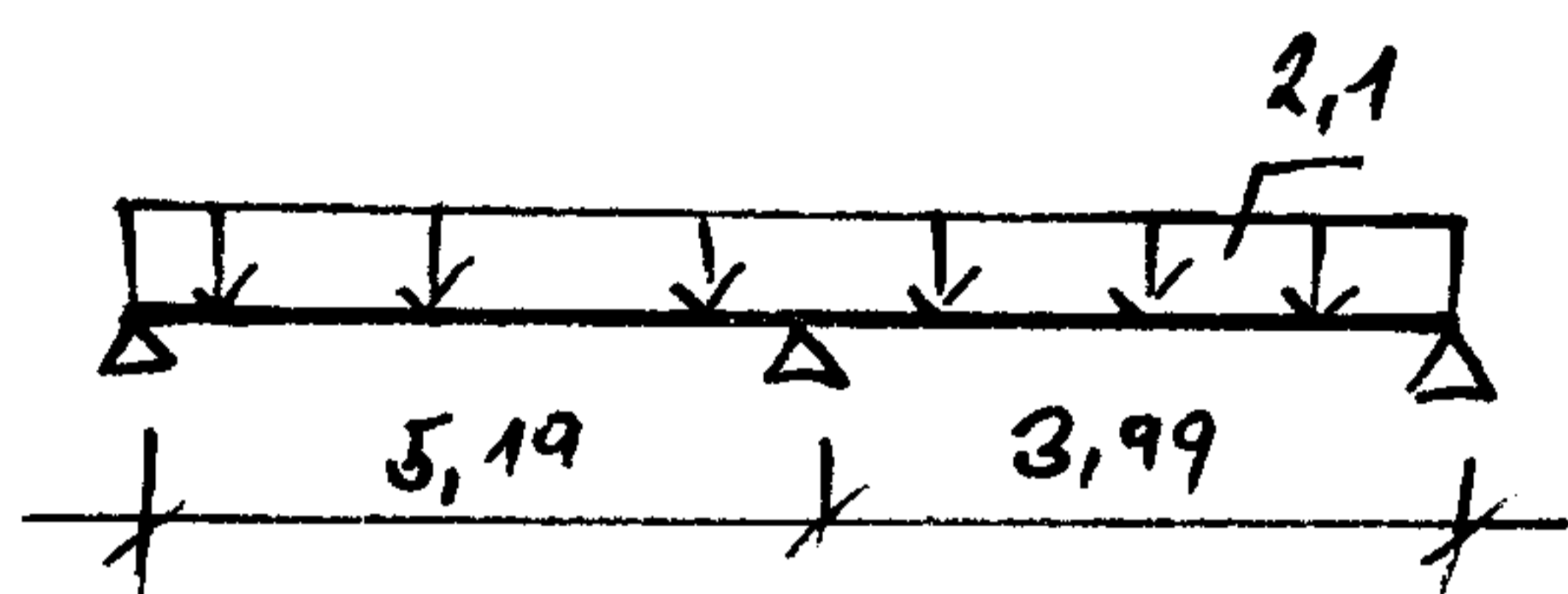
• užítí' natížení: $q_k = 2 \text{ kN/m}^2$

• $k_{mod} = 0,90$

• $\psi_2 = 0,60$

Posouzení únosnosti

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



$M_{Ed} = \frac{1}{8} q l^2 = \frac{1}{8} \cdot 2,1 \cdot 9,18^2 = 22,1 \text{ kNm}$

$g_{k,q} = (0,35 + 2) \cdot 0,34 = 0,82 \text{ kN/m}$

$q_{k,q} = 2 \cdot 0,34 = 0,68 \text{ kN/m}$

posouzení ohybu u krajních vláken

$\sigma_{m,d} = \frac{M_{Ed}}{I_{eff}} \cdot \frac{E_{m,0}}{E_v} \cdot z_s = \frac{22,1 \cdot 10^6}{4,99 \cdot 10^8} \cdot \frac{7800}{11000} \cdot 130 = 4,08 \text{ N/mm}^2$

$f_{m,d} = \frac{f_{m,0} \cdot k_{mod}}{\mu_H} = \frac{20,3 \cdot 0,9}{1,3} = 14,1 \text{ N/mm}^2$

$\frac{\sigma_{m,d}}{f_{m,d}} = \frac{4,08}{14,1} = 0,29 < 1,0 \quad \checkmark$

posouzení napětí u těžišti spodní desky

$z_i = z_s - \frac{9 \cdot 9 \cdot 9}{2} = 130 - \frac{27}{2} = 116,5 \text{ mm}$

$\sigma_{k,d} = \frac{M_{Ed}}{I_{eff}} \cdot \frac{E_{m,0}}{E_v} \cdot z_i = \frac{22,1 \cdot 10^6}{4,99 \cdot 10^8} \cdot \frac{7800}{11000} \cdot 116,5 = 3,66 \text{ N/mm}^2$

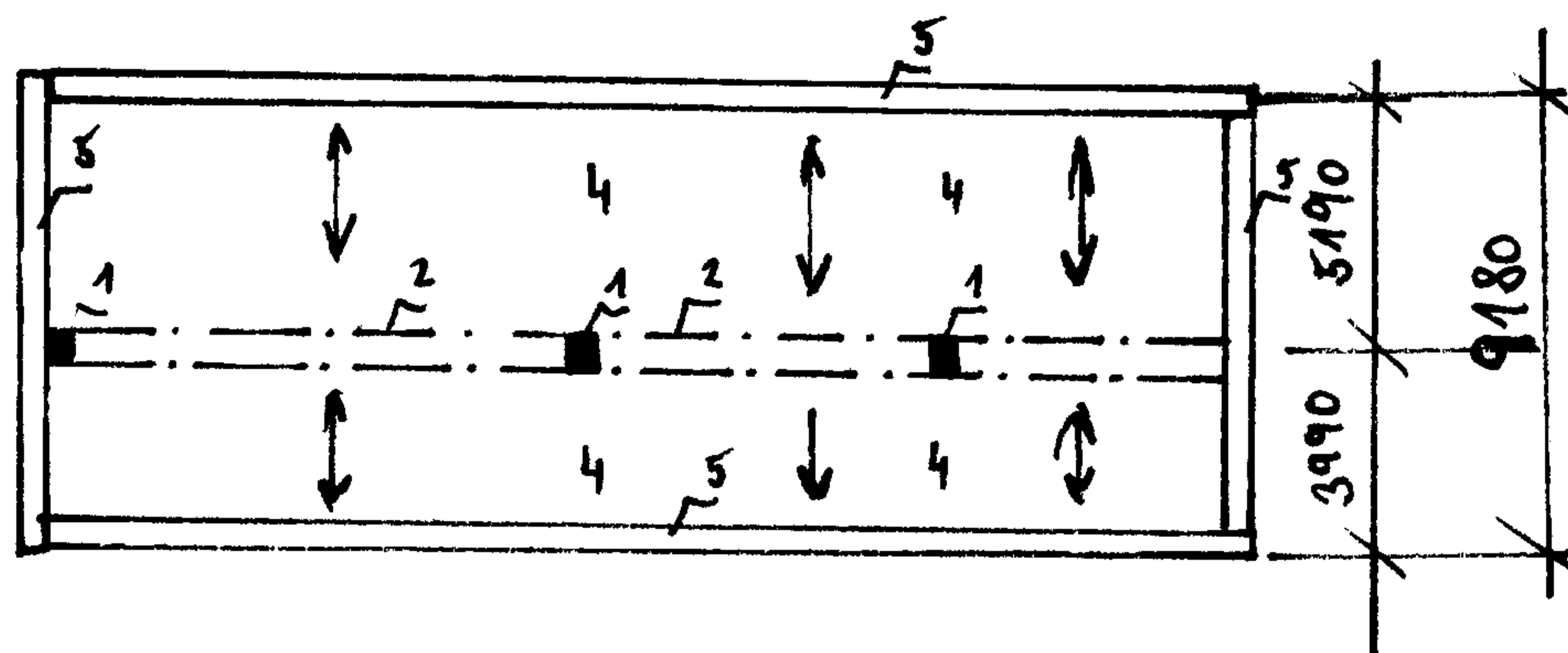
$f_{k,d} = \frac{f_{k,0} \cdot k_{mod}}{\mu_H} = \frac{11,5 \cdot 0,9}{1,3} = 7,96 \text{ N/mm}^2$

$\frac{\sigma_{k,d}}{f_{k,d}} = \frac{3,66}{7,96} = 0,46 < 1,0 \quad \checkmark$

$h = 260 \text{ mm}$

3.2 PULTOVA' STŘECHA

- nosná konstrukce střechy je navržena k pracku Novatop Element



1. dřevěný sloup GL24h 240x240 mm
2. dřevěný nosník GL24h 240x500 mm
4. střecha - Novatop Element
5. dřevěná stěna - Novatop Yotid

- statické schéma viz 3.1
- odhad zatížení: státi: $g_k = 2 \text{ kN/m}^2$
větrní: $g_k = 0,8 \text{ kN/m}^2$

- zatížení je u střechy nižší než u stropu a ostatní parametry jsou stejné → může být navržena stejný nosný prvek jako pro strop

• návrh: $h = 260 \text{ mm}$

- návrh je pro pravou i levou část objektu

• vl. síla $0,35 \text{ kN/m}^2$

3.3 DŘEVĚNÉ STĚNY

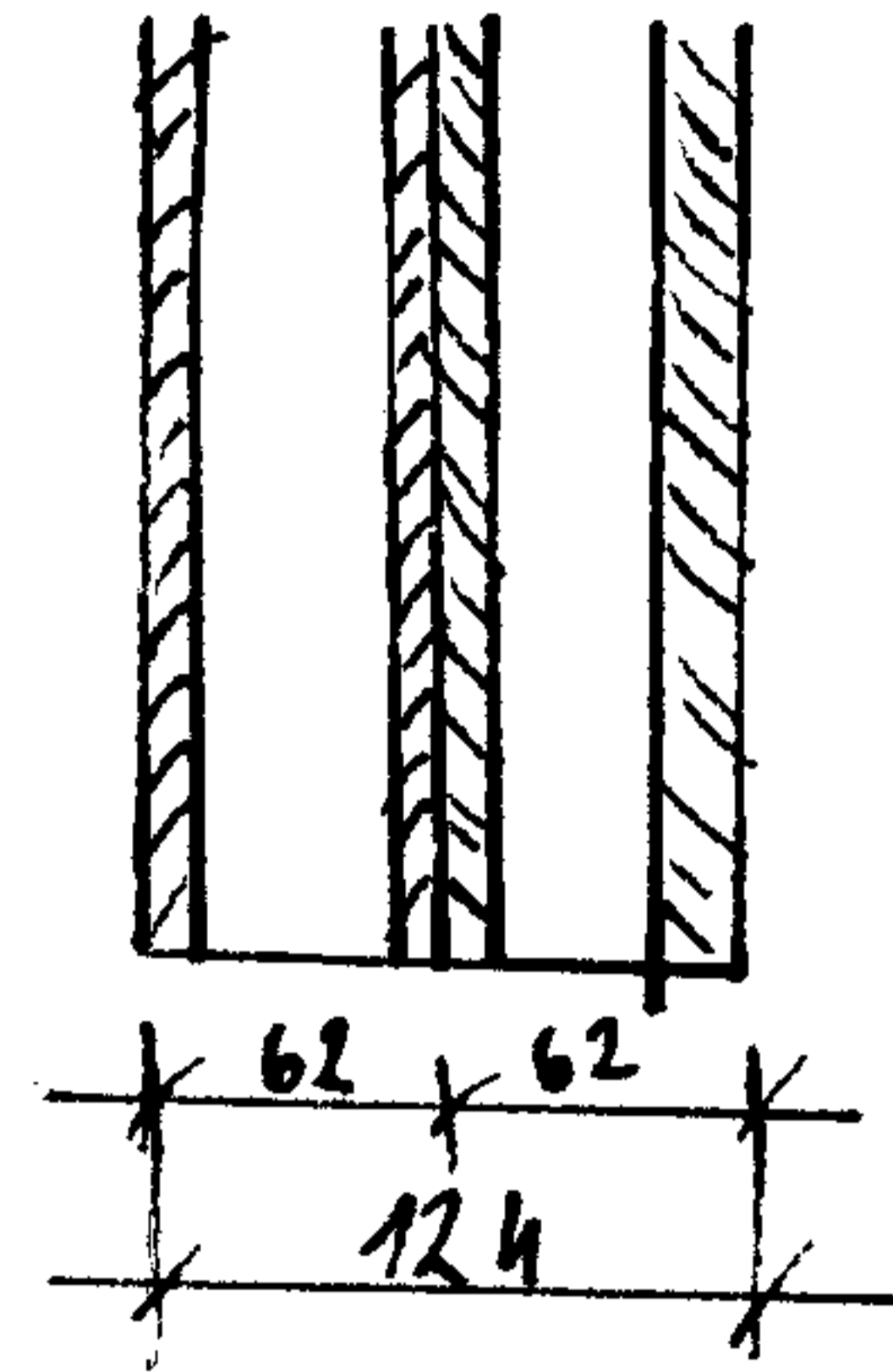
- v leví části byl přes 3. NP a 4. NP navržen mřížec s dřevěnými stěnami
- v praví části jsou dřevěné stěny pouze na 4. NP
- stěny byly navrženy z prvků Novolap Solid

• návrh tloušťky: $t = 124 \text{ mm}$

• 490 kg/m^3

• max. výška $2,95 \text{ m}$

• max. prvky dle projektu



• návrh: Novolap Solid tl. 124 mm

3.4 STROPNÍ ŽB DESKY

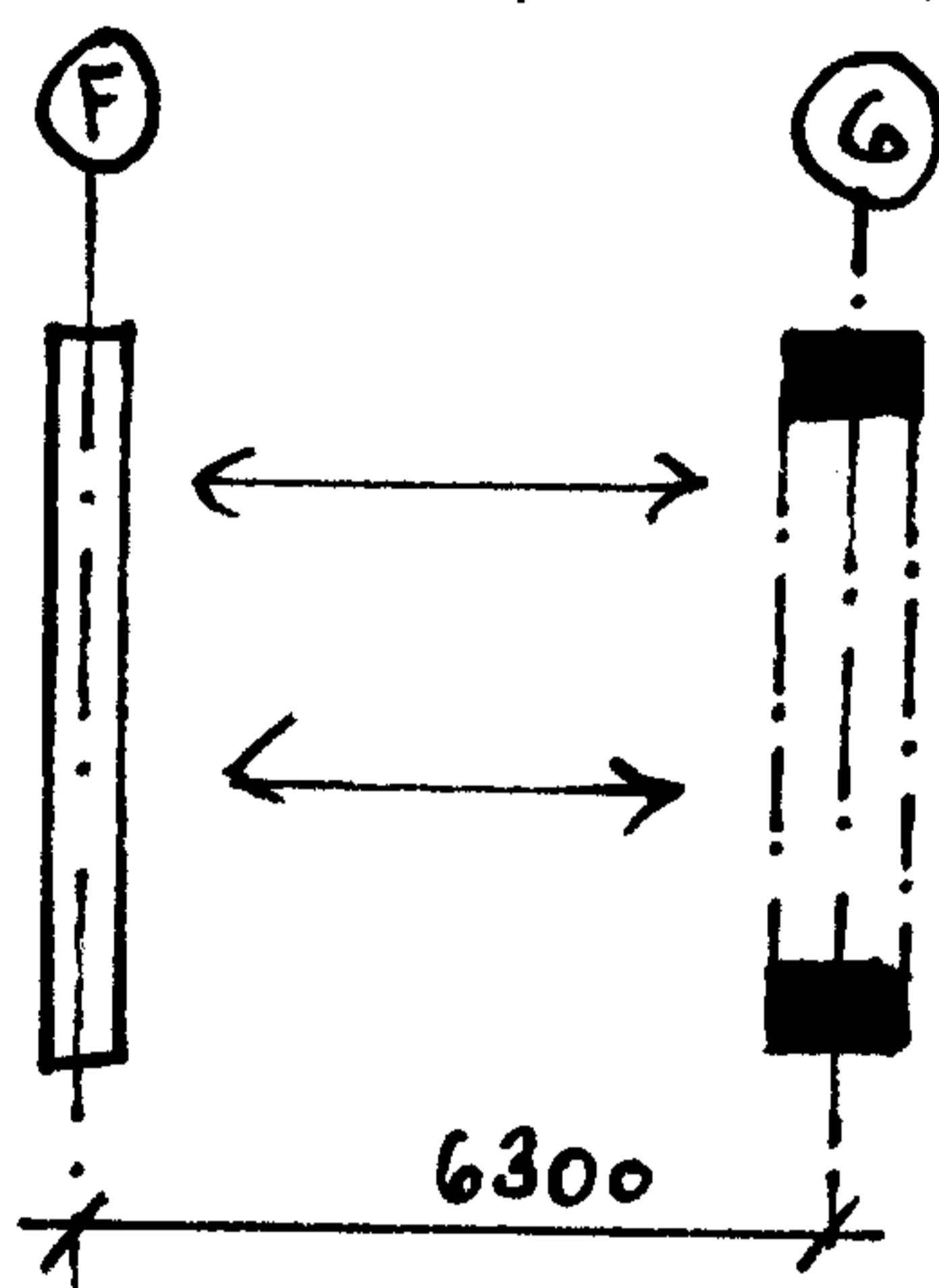
- stropní deska je v části objektu jednosměrně prutá a v části lokálně podprutá
- bude proveden návrh tloušťky desky pro obě varianty
- tloušťka bude následně vložena a bezpečně sjednocena

3.4.1 JEDNOSMĚRNĚ PRUTÁ ŽB DESKA

- návrh bude proveden pro nejmenší rozpon jednosměrně pruté desky
- beton C30/37 - $f_{ctk} = 30 \text{ MPa}$

$$f_{ctd} = \frac{f_{ctk}}{\gamma_{cm}} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

• schéma



• empirický vztah

$$L = 6,3 \text{ m}$$

$$h_{dl} \geq \left(\frac{1}{30} \div \frac{1}{25} \right) \cdot L = \underline{210 \div 252 \text{ mm}}$$

• návrh na základě splnění podmínky ohybové síllosti

$$\lambda = \frac{L}{h_{dl}} \leq \lambda_{dl} = k_{e1} \cdot k_{e2} \cdot k_{e3} \cdot \lambda_{dl,tah}$$

$$\lambda_{dl} = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 26 = 31,2$$

$$h_{dl} \geq \frac{L}{\lambda_{dl}} = \frac{6300}{31,2} = \underline{201,9 \text{ mm}}$$

$$k_{e1} = 1,0$$

$$k_{e2} = 1,0 \quad (l \leq 7 \text{ m})$$

$$k_{e3} = 1,2 \div 1,3$$

$$\lambda_{dl,tah} = 26$$

(krajní pole spojitého nosníku)

• návrh: $h_{dl} = 210 \text{ mm}$

• ověřování desky z hlediska únosnosti a ohybu

kolikovní

Kolikovní	$f_{yk} [kN/m^2]$	μF	$f_{d} [kN/m^2]$
žbavka - ul. liha	$0,21 \cdot 25 = 5,25$	1,35	4,09
podlaha	1,5	1,35	2,03
přechy	1,5	1,35	2,03
vnitřní - strop	2	1,5	3
celkem			$(g+q)_{d1} = 14,15$

• beton: $2500 \text{ kg/m}^3 = 25 \text{ kN/m}^3$

• max. návrhový moment: $M_{Ed} = \frac{1}{12} (g+q)_{d1} \cdot L^2 = \frac{1}{12} \cdot 14,15 \cdot 6,3^2 = 46,8 \text{ kNm}$

• poměrný ohybový moment: $\alpha = \frac{M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{yd}} = \frac{46,8 \cdot 10^6}{1000 \cdot 185^2 \cdot 20} = 0,068 \xrightarrow{\text{TAB}} \xi = 0,088$

• $b = 1 \text{ m}$

• předpoklad: $\left. \begin{array}{l} \phi = 10 \text{ mm} \\ c = 20 \text{ mm} \end{array} \right\} d = h_d - c - \frac{\phi}{2} = 210 - 20 - \frac{10}{2} = 185 \text{ mm}$

• ocel B500B $\rightarrow f_{yd} = 435 \text{ MPa}$

• potřebná plocha vyztužení: $A_{sreq} = \frac{0,8 \cdot b \cdot d \cdot f_{yd} \cdot \xi}{f_{yk}} = \frac{0,8 \cdot 1000 \cdot 185 \cdot 20 \cdot 0,088}{435}$

$A_{sreq} = 598,8 \text{ mm}^2$

• ověření stupně vyztužení: $\rho = \frac{A_{sreq}}{b \cdot d} = \frac{598,8}{1000 \cdot 185} = 3,24 \cdot 10^{-3} = 0,32 \%$

$\rho < 0,005 \rightarrow 0,0032 < 0,005 \checkmark$

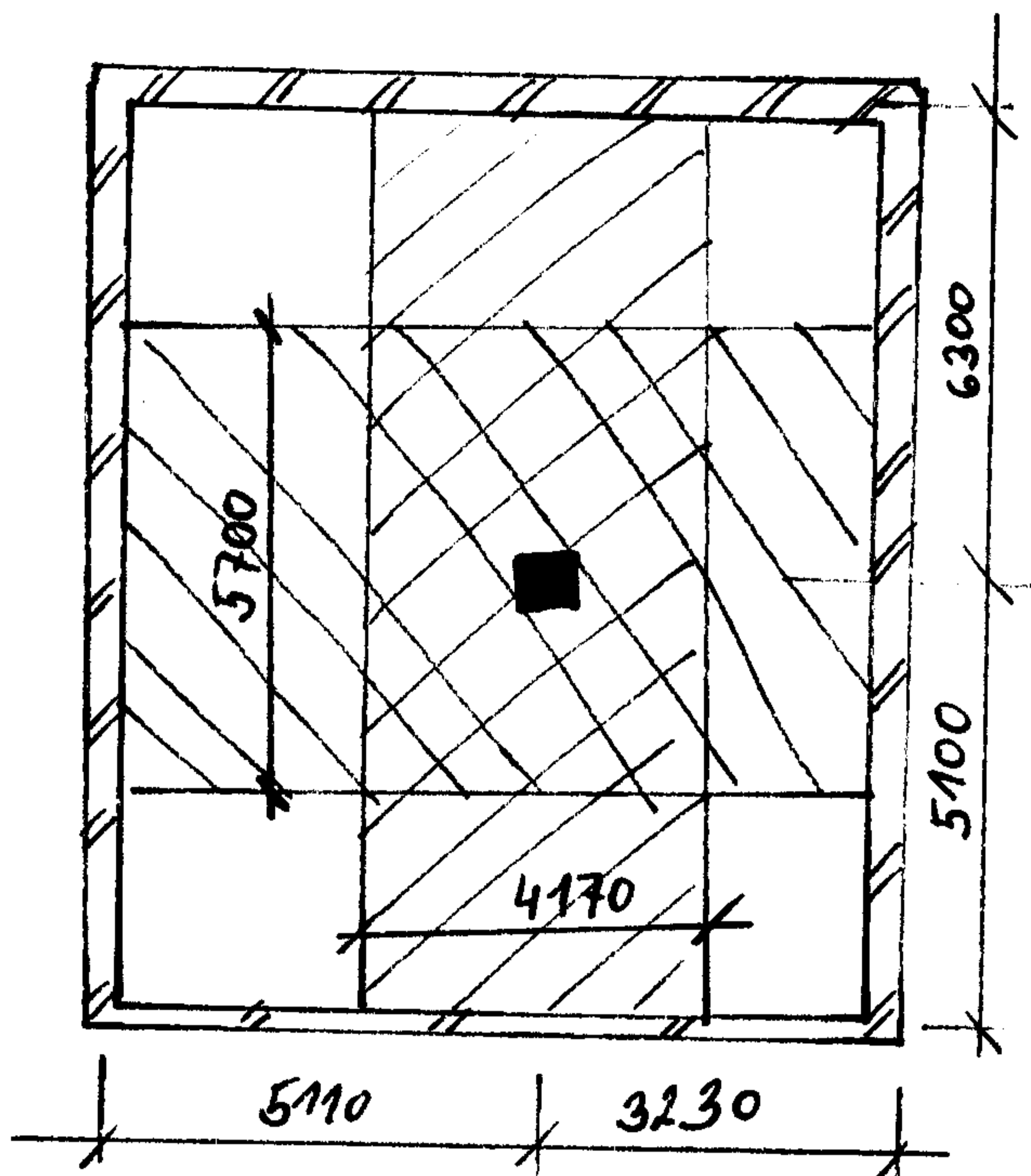
$h_d = 210 \text{ mm}$

deska vyhoví

3.4.2 LOKÁLNĚ PODPŘENÁ DESKA

• C30/37 → $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$

• schéma



$L_{n, \max} = 6,3 \text{ m}$

• empirický vztah

$$h_{dl} \geq \frac{1}{30} \cdot L_{n, \max} = \underline{210 \text{ mm}}$$

• návrh na základě splnění podmínky obyčejné štípkosti

$$\lambda_d = k_{e1} \cdot k_{e2} \cdot k_{e3} \cdot \lambda_{d, \text{tab}}$$

$$\lambda_{d, \text{tab}} = 24,6 \text{ (lokálně podporaovaná deska)}$$

$$\lambda_d = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,2 \cdot 24,6 = 29,52$$

$$h_{dl} \geq \frac{L_{n, \max}}{\lambda_d} = \frac{6300}{29,52} = 214 \text{ mm}$$

• návrh :

$$\boxed{h_{dl} = 210 \text{ mm}}$$

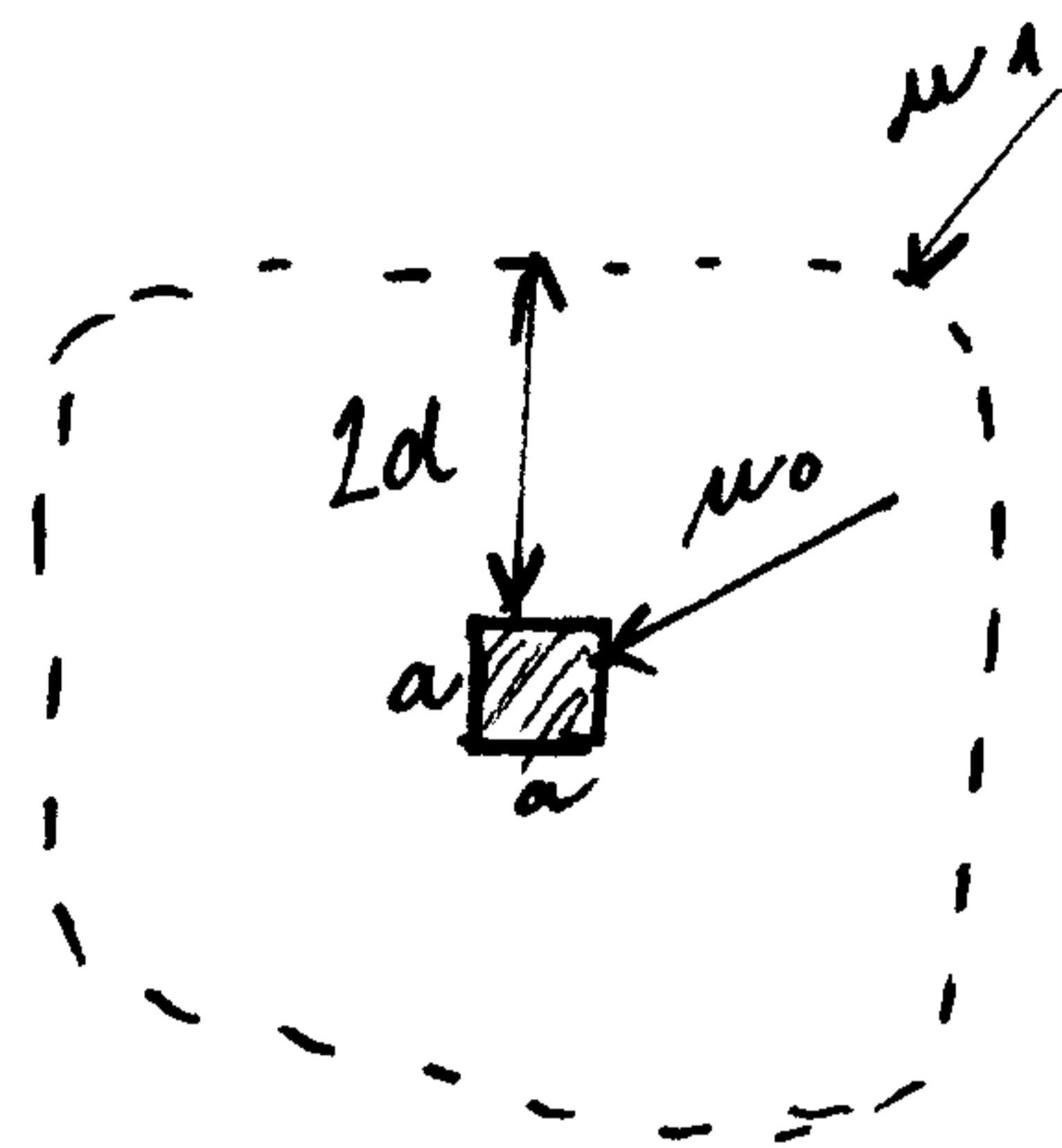
• ověření → viz 3.4.1

• předběžné ověření posouvání

• aby nedošlo k propitnutí nepřevládající desky sloupem, musí být splněna podmínka:

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

podlažní	$f_{yk} [kN/m^2]$	μ_F	$f_{ed} [kN/m^2]$
žb deska - vl. tíha	5,25	1,35	4,09
podlaha	1,5	1,35	2,03
příčky	1,5	1,35	2,03
vnitřní - sloup	2	1,5	3
celkem	$(g+q)_d = 14,15$		



$$a = 300 \text{ mm}$$

$$d = 185 \text{ mm}$$

$$u_0 = 4 \cdot a = 1200 \text{ mm}$$

$$u_1 = 4 \cdot a + 2\pi \cdot 2d = 1200 + 2\pi \cdot 2 \cdot 185 = 3524,8 \text{ mm}$$

1. únosnost hlavní diagonály

$$V_{Ed} = (g+q)_d \cdot A \cdot B = 14,15 \cdot 4,17 \cdot 5,7 = 336,3 \text{ kN}$$

$$B = 1,15 \text{ (vnitřní sloup)}$$

$$V_{Ed,0} = \frac{B \cdot V_{Ed}}{u_0 \cdot d} \leq V_{Rd,max} = 0,4 \cdot V \cdot f_{cd}$$

$$V_{Ed,0} = \frac{1,15 \cdot 336,3 \cdot 10^3}{1200 \cdot 185} = \underline{1,44 \text{ MPa}}$$

$$V = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ctk}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0,528$$

$$V_{Rd,max} = 0,4 \cdot 0,528 \cdot 20 = \underline{4,22 \text{ MPa}}$$

$$\underline{V_{Ed,0} \leq V_{Rd,max} \rightarrow 1,44 \text{ MPa} \leq 4,22 \text{ MPa} \checkmark}$$

2. únosnost v protláčení bez výztuže na protláčení

$$V_{Ed,1} = \frac{1,5 \cdot V_{Ed}}{\mu_1 \cdot d} \leq \lambda_{max} \cdot C_{rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_s \cdot f_{ctk}}$$

$$C_{rd,c} = 0,12$$

$$\rho_s = 0,005$$

$$\lambda_{max} = 1,5$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2 \rightarrow k = 2,04 \leq 2$$

$$V_{Ed,1} = \frac{1,15 \cdot 336,3 \cdot 10^3}{3525 \cdot 185} \leq 1,5 \cdot 0,12 \cdot 2 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,005 \cdot 30}$$

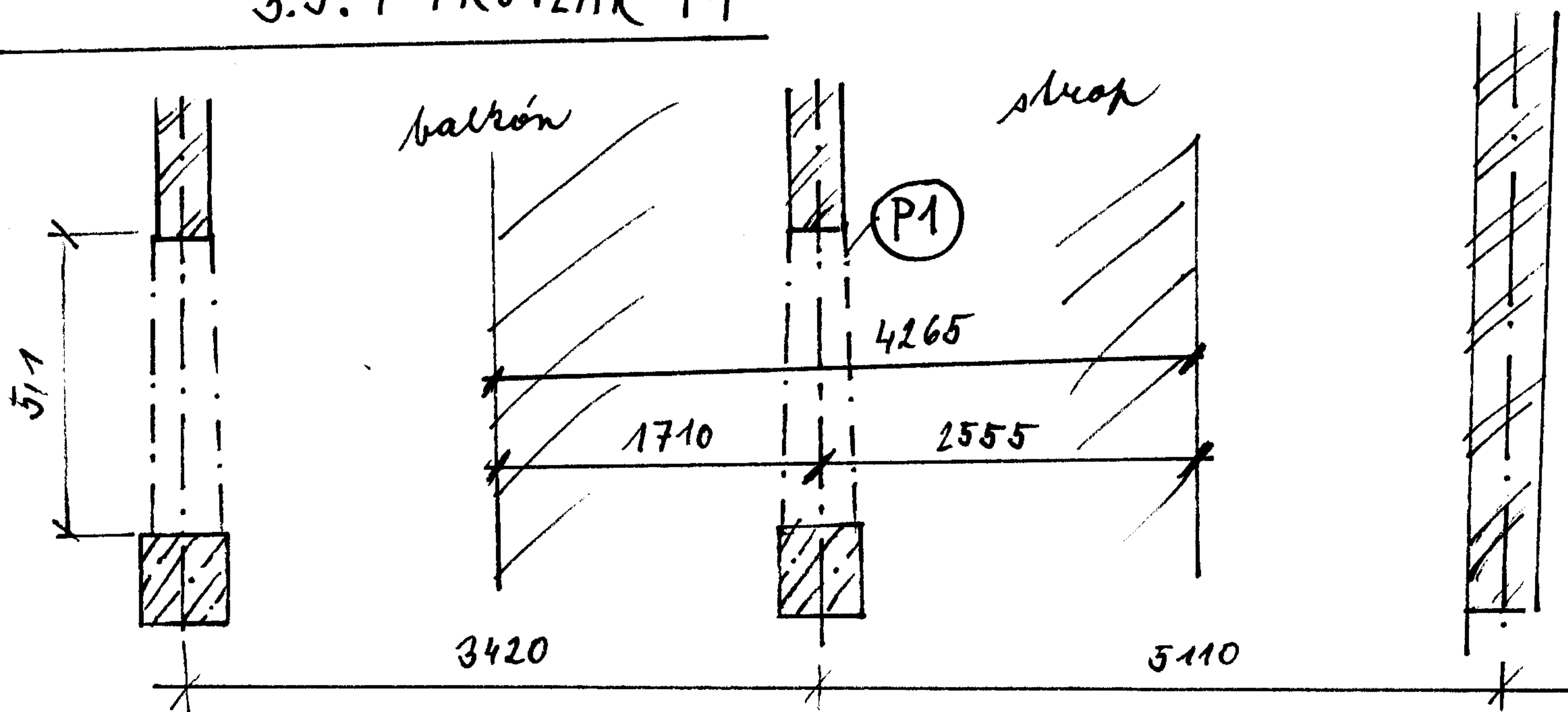
$$V_{Ed,1} = 0,593 \text{ MPa} \leq 0,888 \text{ MPa} \quad \checkmark$$

- návrh: v celém objektu je navržena ŽB deska tl. 210 mm

3.5 ŽB PRŮVLAKY

- návrh proveden pro 2 nejvíce namáhané stropní průvlaky
- průvlak P1 - levá část objektu (1. PP)
- průvlak P2 - pravá část objektu (1. NP)

3.5.1 PRŮVLAK P1



- nat. šířka: 4,265 m

• $L_p = 5,1 \text{ m}$

• $f_{cd} = 20 \text{ MPa}$

• empirický návrh

$h_p = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10} \right) \cdot L_p = 425 \div 510 \text{ mm} \rightarrow \underline{350 \text{ mm}}$

$h_p = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2} \right) \cdot h_p = 114 \div 145 \text{ mm} \rightarrow \underline{300 \text{ mm}}$

nativní	výpočet	$f_{pe} [\text{kN/m}^2]$	μ_F	$f_{pd} [\text{kN/m}^2]$
ŽB deska	$0,21 \cdot 25 \cdot 4,265$	22,39	1,35	30,23
ŽB příruba	$(0,35 - 0,21) \cdot 25 \cdot 0,3$	1,05	1,35	1,42
podlaha	$1,5 \cdot 4,265$	6,39	1,35	8,64
příčky	$1,5 \cdot 4,265$	6,39	1,35	8,64
úžití strop	$2 \cdot 2,555$	5,11	1,15	4,4
úžití balkon	$3 \cdot 1,410$	5,13	1,15	4,4
celkem				$(g+q)d = 64,33$

$M_{ed} = \frac{1}{12} \cdot (g+q)d \cdot L_p^2 = \frac{1}{12} \cdot 64,33 \cdot 5,1^2 = 139,44 \text{ kNm}$

$d = 350 - 20 - \frac{10}{2} = 325 \text{ mm}$

$\eta = \frac{M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{139,4 \cdot 10^6}{300 \cdot 325^2 \cdot 20} = 0,22 \xrightarrow{\text{TAB}}$

$\xi = 0,315 \begin{matrix} > 0,15 \\ < 0,4 \end{matrix}$
 $\zeta = 0,874$

$\rho_{s,reqd} = \frac{A_{s,reqd}}{A_c} = \frac{\frac{M_{ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}}}{b \cdot d} = \frac{139,4 \cdot 10^6}{0,874 \cdot 325 \cdot 435} = 0,012 \leq \rho_{max} = 0,04$

ověření tlakové diagonály

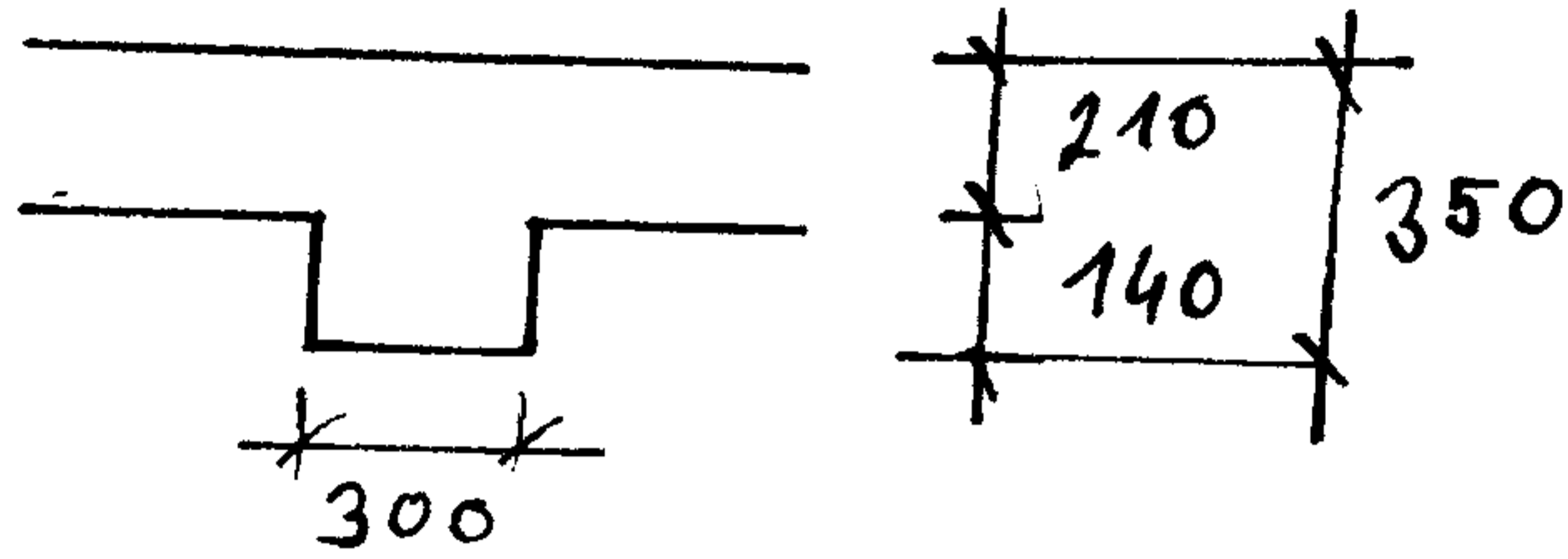
$V_{ed,max} = 0,6 \cdot (g+q)d \cdot L_p = 0,6 \cdot 64,33 \cdot 5,1 = 196,85 \text{ kN}$

$V_{Rd,max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{pe}}{250} \right) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \zeta \cdot d \cdot \frac{\cotg \theta}{1 + \cotg^2 \theta}$

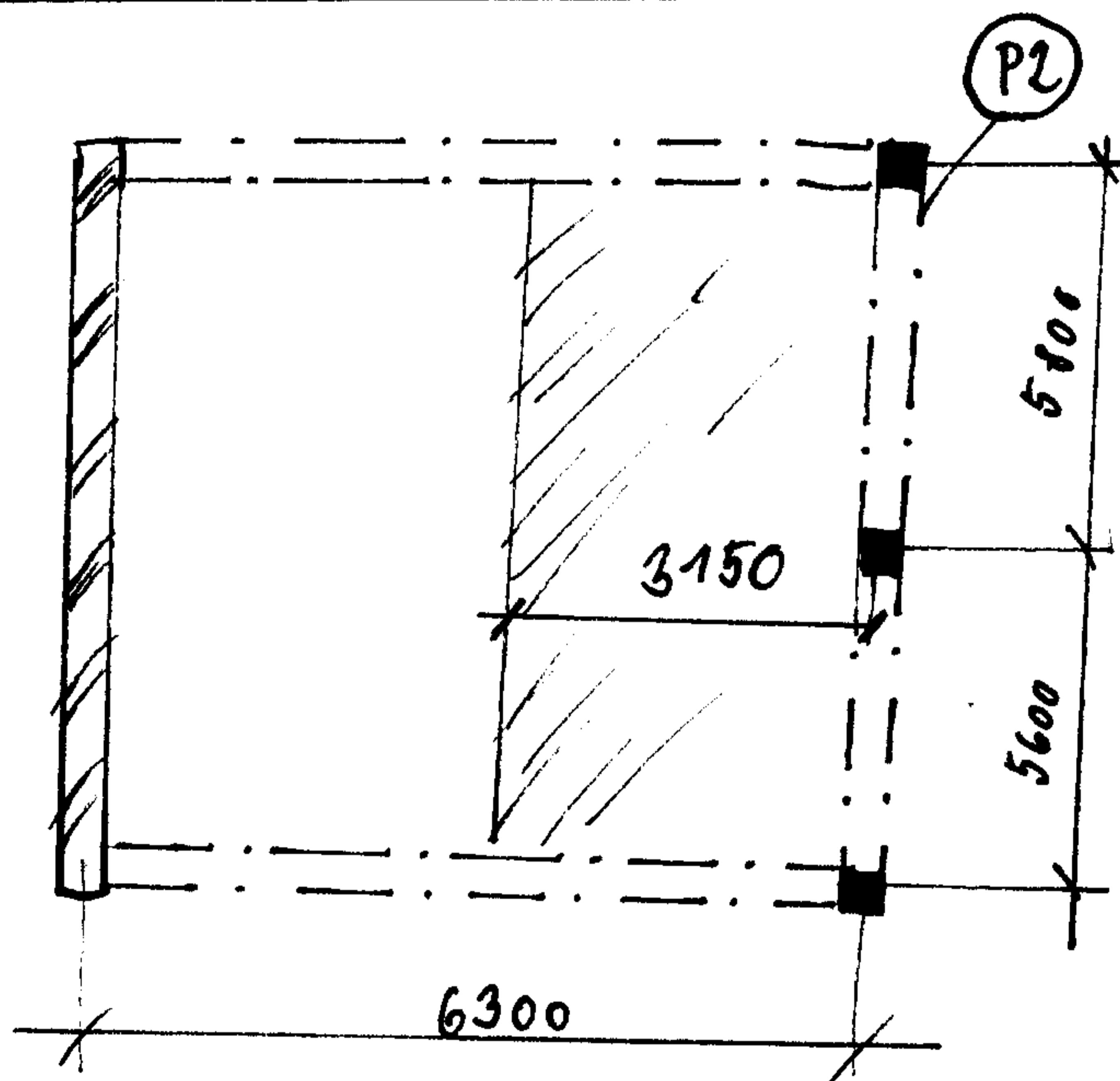
$$V_{Rd\max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 \cdot 300 \cdot 0,874 \cdot 325 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = 415,3 \text{ kN}$$

$$V_{Ed\max} \leq V_{Rd\max} \rightarrow 196,85 \leq 415,3 \text{ kN} \checkmark$$

• navržený průvlak vyhovuje \rightarrow P1: 300 x 350 mm



3.5.2 PRŮVLAK P2



nat. šířka: 3,15 m

$L_p = 5,8 \text{ m}$

$f_{cd} = 20 \text{ MPa}$

empirický návrh rozměrů průvlaku

$$h_p = \left(\frac{1}{12} \div \frac{1}{10}\right) \cdot L_p = 483 \div 580 \text{ mm} \rightarrow 600 \text{ mm}$$

$$b_p = \left(\frac{1}{3} \div \frac{1}{2}\right) \cdot h_p = 200 \div 300 \text{ mm} \rightarrow 300 \text{ mm}$$

malířiní	ný počet	f_k [kN/m]	μ_F	f_{ed} [kN/m]
žB desky 3x	$0,21 \cdot 25 \cdot 3,15 \cdot 3$	49,6	1,35	66,9
žB prvek 1x	$(0,6 - 0,21) \cdot 25 \cdot 0,3 \cdot 1$	2,9	1,35	3,95
podlaha 3x	$1,5 \cdot 3,15 \cdot 3$	14,18	1,35	19,14
střešy 3x	$1,5 \cdot 3,15 \cdot 3$	14,18	1,35	19,14
podlažní stěna 2x	$10 \cdot 3 \cdot 0,3 \cdot 2$	18	1,35	24,30
stěnová stěna 1x	$4,9 \cdot 2,4 \cdot 0,124$	1,64	1,35	2,2
že střešy 1x	$0,35 \cdot 0,26 \cdot 3,15$	0,29	1,35	0,39
úžitní - stropy 3x	$2 \cdot 3,15 \cdot 3$	18,9	1,5	28,35
úžitní - stěna 1x	$0,8 \cdot 3,15$	2,52	1,5	3,8
celkem				$(g+q)d = 159,98$

$$M_{ed} = \frac{1}{12} \cdot (g+q)d \cdot L_p^2 = \frac{1}{12} \cdot 159,98 \cdot 5,8^2 = 448,5 \text{ kNm}$$

$$\alpha = \frac{M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{448,5 \cdot 10^6}{300 \cdot 575^2 \cdot 20} = 0,22 \xrightarrow{\text{TAB}} \begin{cases} \xi = 0,315 < 0,4 \checkmark \\ \xi = 0,874 > 0,15 \checkmark \end{cases}$$

$$d = 600 - 20 - \frac{10}{2} = 575 \text{ mm}$$

$$s_{s, reqd} = \frac{A_{s, reqd}}{A_c} = \frac{M_{ed}}{\xi \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{448,5 \cdot 10^6}{0,874 \cdot 575 \cdot 435} = 0,011 < s_{max} = 0,04$$

ověření Maxové diagonaly

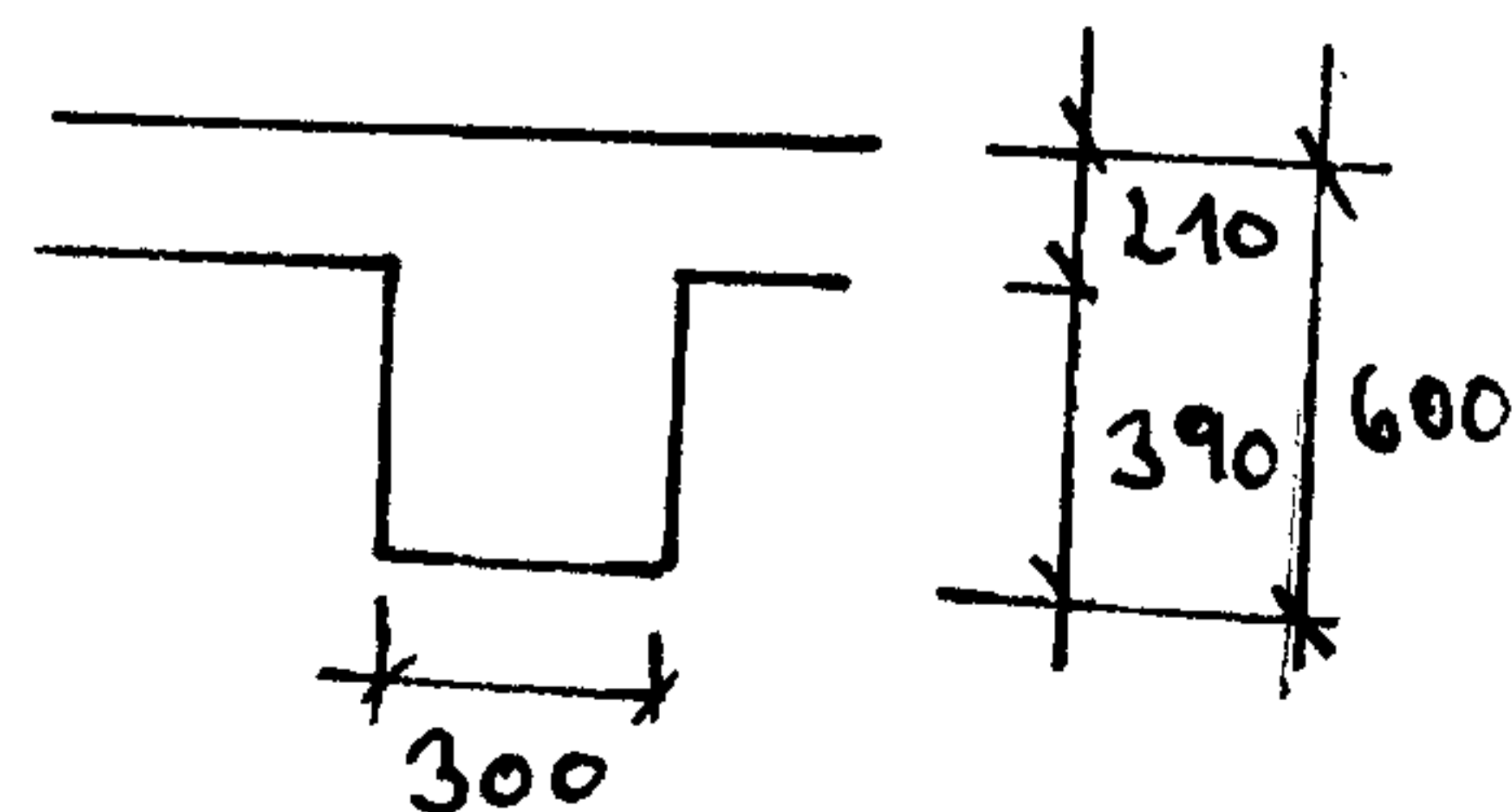
$$V_{ed, max} = 0,6 \cdot (g+q)d \cdot L_p = 0,6 \cdot 159,98 \cdot 5,8 = 556,7 \text{ kN}$$

$$V_{Rd, max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ct}}{250}\right) \cdot f_{cd} \cdot b \cdot \xi \cdot d \cdot \frac{\cot \theta}{1 + \cot^2 \theta}$$

$$V_{Rd, max} = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) \cdot 20 \cdot 300 \cdot 0,874 \cdot 575 \cdot \frac{1,5}{1 + 1,5^2} = 734,8 \text{ kN}$$

$$V_{ed, max} < V_{Rd, max} \rightarrow 556,7 < 734,8 \text{ kN}$$

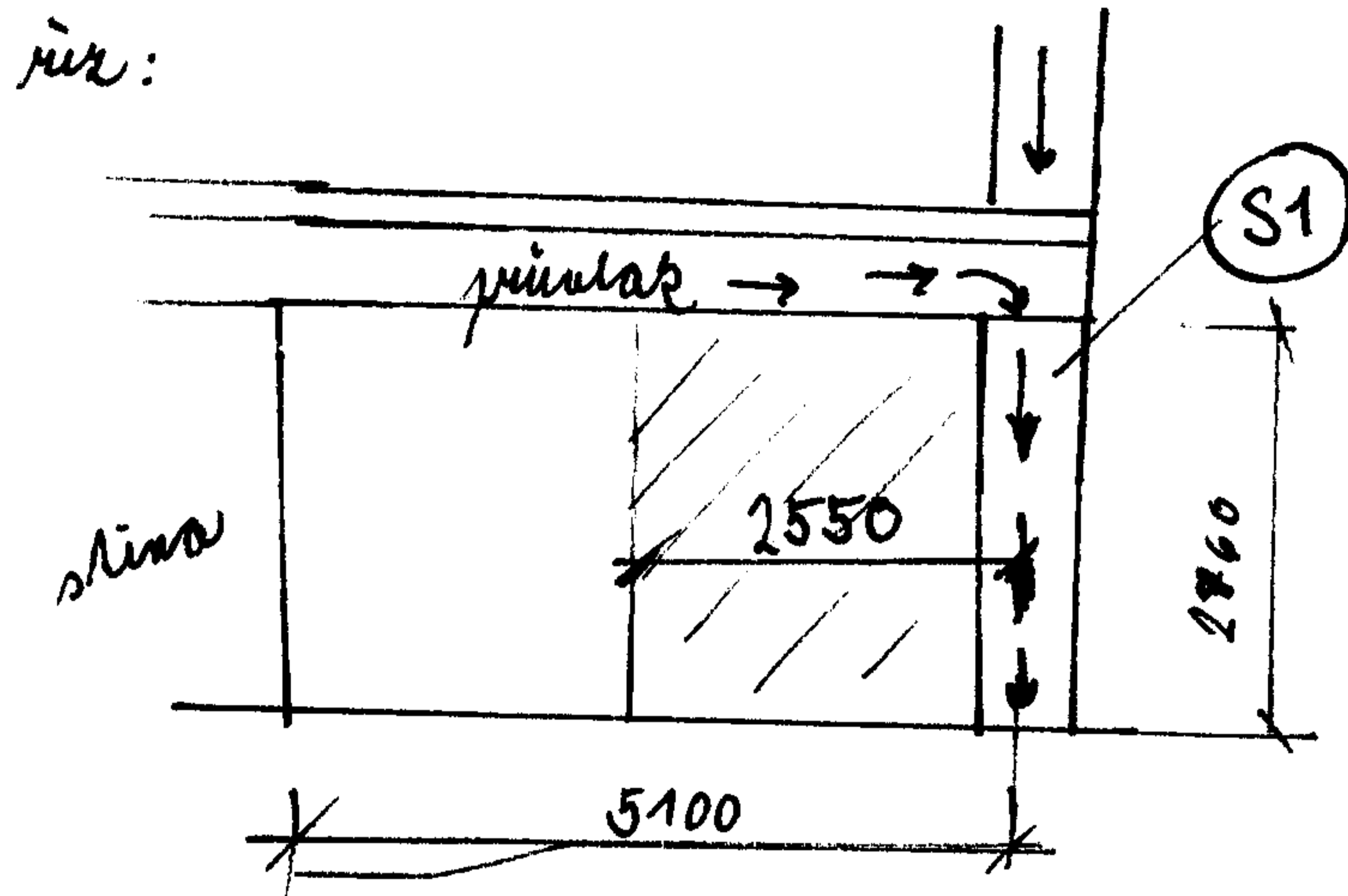
• návrh: 300 x 600



3.6 ŽB SLOUPY

- sloup S1 - levá část objektu (1. PP)
- sloup S2 - pravá část objektu (1. NP)

3.6.1 SLOUP S1



nat. šířka: 2,55 m
 nativní průvlak: 64,3 kN/m
 výška sloupu: 2,96 m
 odhad rozměru: 300 x 300 mm

nativní	výpočet	N_{Ed} [kN]
nat. průvlak 3x	$64,3 \cdot 2,55 \cdot 3 =$	491,9
vl. tíla sloupu 3x	$25 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,96 \cdot 3 \cdot 1,35$	26,9
celkem		$N_{Ed max} = 518,8$

$$\rho = 0,02 \quad \bar{\sigma}_s = 400 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot A_c \cdot f_{cd} + A_c \cdot \rho \cdot \bar{\sigma}_s$$

$$N_{Rd} = 0,8 \cdot 300 \cdot 300 \cdot 20 + 300 \cdot 300 \cdot 0,02 \cdot 400 = 2160 \text{ kN}$$

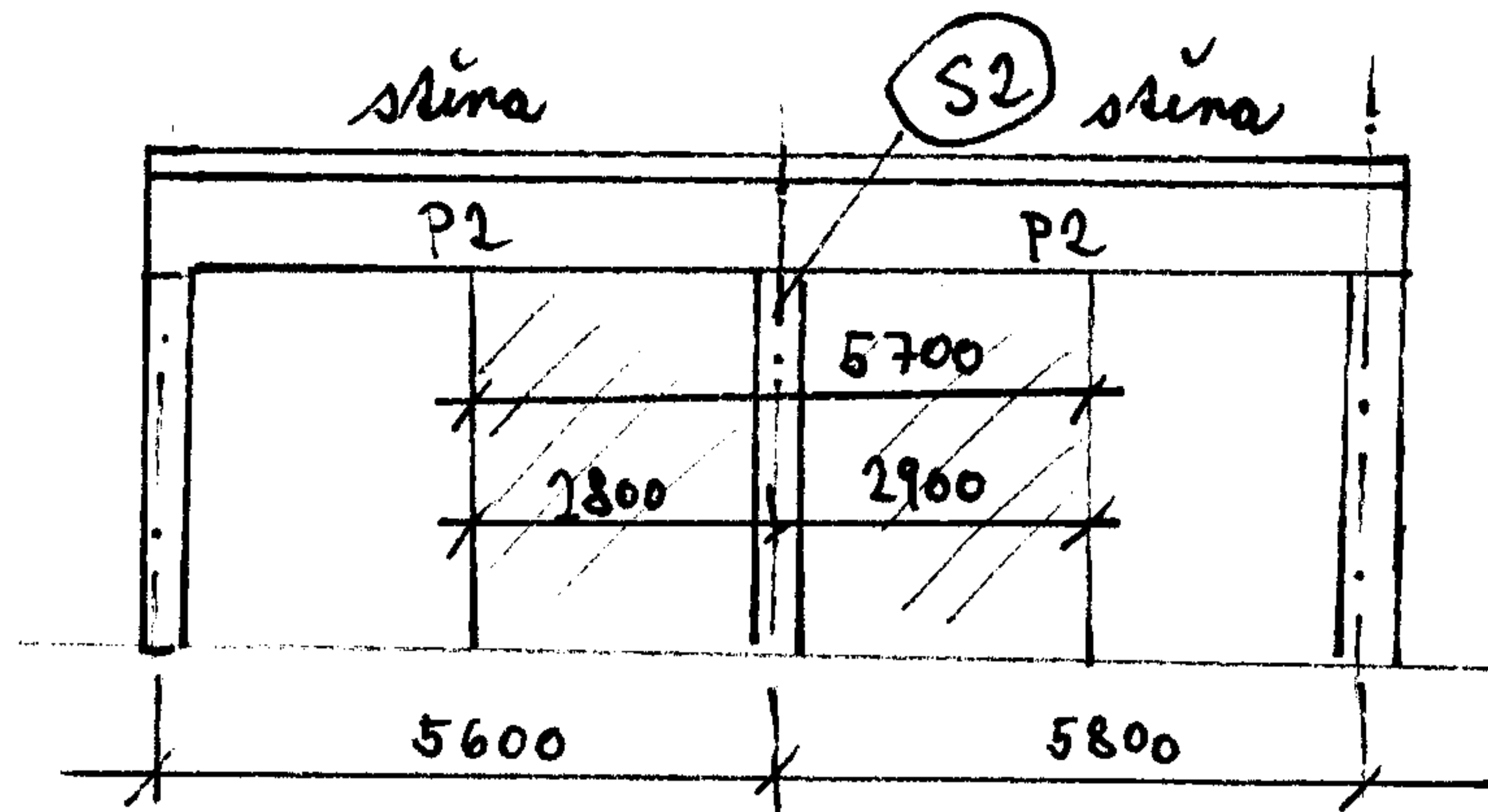
$$N_{Ed max} \leq N_{Rd max} \rightarrow 518,8 \leq 2160 \text{ kN} \quad \checkmark$$

• návrh: 300 x 300

• sloup podlé mezenci lokální podpírnou desku: $N_{Ed} = 1030 \text{ kN}$

→ také vyhoví

3.6.2 SLOUP S2



nat. šířka: 5,4 m

natížení příkladu: 159,98 kN/m

výška sloupu: 2,96 m

odhad rozměru: 300 x 300 mm

natížení	výpočet	N_{Ed} [kN]
nat. příkladu	$159,98 \cdot 5,7$	911,9
tl. tíha sloupu 1x	$25 \cdot 0,3 \cdot 0,3 \cdot 2,96 \cdot 1,35$	8,9
celkem		$N_{Edmax} = 920,9$

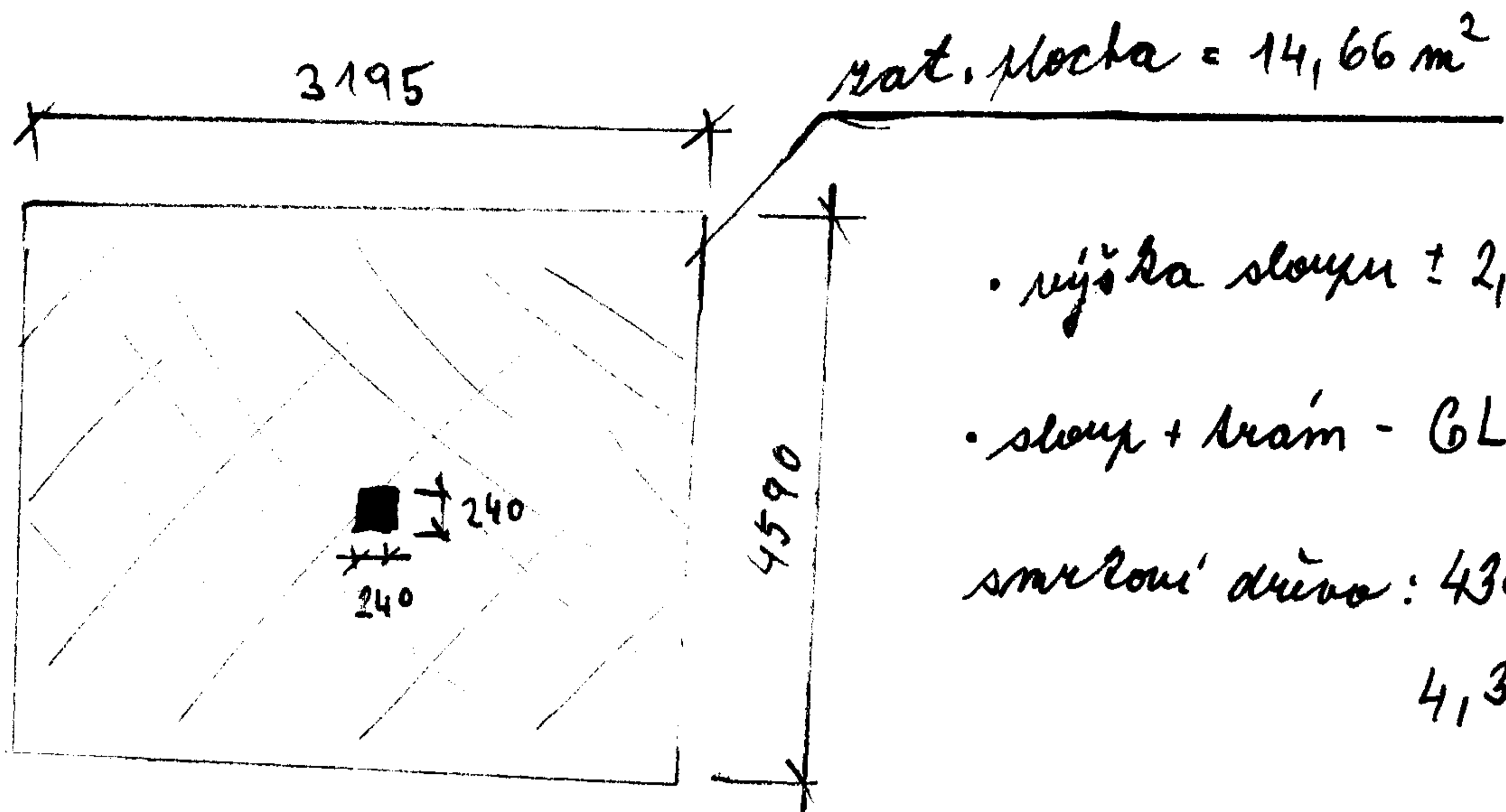
$$N_{Rd} = 2160 \text{ kN (viz 3.6.1)}$$

$$N_{Edmax} \leq N_{Rdmax} \rightarrow 920,9 \leq 2160 \text{ kN}$$

• návrh: 300 x 300 mm

3.6.3 DOPLNŮJÍCÍ VÝPOČET

- v pravé části objektu (4.NP) se nachází dřevěný sloup (H-4), který působí jako osamělá břemeno
- sloup nese trám z laminátového dřeva, který podporuje konstrukci střechy
- v patře pod sloupem se nachází nosná jediná stěna tl. 250 mm zdivná ŽB výškem



- výška sloupu ± 2,6 m
- sloup + trám - GL 24 k
- smrčové dřevo: 430 kg/m^3
 $4,3 \text{ kN/m}^3$

kalitřiní	výpočet	$F_d [\text{kN}]$	μ_m	$F_{d1} [\text{kN}]$
sloup - v. křída	$0,24 \cdot 0,24 \cdot 2,6 \cdot 4,3$	0,64	1,35	0,87
trám 240×500	$0,24 \cdot 0,5 \cdot 3,195 \cdot 4,3$	1,6	1,35	2,23
ka střešky	$0,35 \cdot 0,26 \cdot 14,66$	1,33	1,35	1,8
stěsní pláště	$0,5 \cdot 14,66$	7,33	1,35	9,89
vnitřní - stěška	$0,8 \cdot 14,66$	11,73	1,5	17,6
celkem				$F = 32,39$

- předpokládám, že stěna ve 3. NP se kloužícím ŽB nýncem bezpečně přeneší totální kalitřiní od sloupu $F = 32,4 \text{ kN}$

3.7 SUTERÉNNÍ ŽB STĚNY

- v 1. PP bude navržena 1 suterénní ŽB stěna tl. 300 mm
- stěna musí být posuzována - bezpečný návrh

3.8 ZDĚNÉ STĚNY

- návrh: keramické řadící prvky Porotherm 30 AkV Z
- skupina řadících prvků: 2
- charakteristická pevnost kámen v Malu: $f_k = 8,03 \text{ MPa}$ (M10, P20)
- návrhová pevnost kámen v Malu: $f_d = \frac{f_k}{\gamma_M} = \frac{8,03}{2,2} = 3,65 \text{ MPa}$
- kámen na maltu obyčejnou

3.9 ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

- pro objekt byly navrženy základové patky a pásy z betonu C20/25
- návrh byl proveden v programu GEO 5
- návrh základů viz samostatná část Základy

3.9.1 PŘEHLED ZATÍŽENÍ

- prvky s podobným zatížením byly sjednoceny a navrženy na největší ze skupiny zatížení

• patka A3, B3 : $f_k = 385 \text{ kN}$
 $f_d = 520 \text{ kN}$

• pás A_{1,3} : $f_k = 125 \text{ kN/m}$
 $f_d = 170 \text{ kN/m}$

• patka C2 : $f_k = 468 \text{ kN}$
 $f_d = 1037 \text{ kN}$

• pás B, D, E : $f_k = 167 \text{ kN/m}$
 $f_d = 225 \text{ kN/m}$

• patka G4 : $f_k = 682 \text{ kN}$
 $f_d = 920 \text{ kN}$

• pás F : $f_k = 164 \text{ kN/m}$
 $f_d = 221 \text{ kN/m}$

patka
• patka G1, G3 : $f_k = 355 \text{ kN}$
 $f_d = 480 \text{ kN}$

Normy

- ČSN EN 1990 Euro kód: Základy navrhování konstrukcí, ČSN I, 2004
- ČSN EN 1990-1-1 Euro kód 1: Zatížení konstrukcí - Obecná zatížení -
Část 1-1: Objemové tíhy, vlastní tíha a mrtvá zatížení sudou, ČSN I 2006
- ČSN EN 1991-1-3 Euro kód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení -
Zatížení větrem, ČSN I, 2004
- ČSN EN 1991-1-4, Euro kód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná
zatížení - Zatížení větrem, ČSN I, 2005
- ČSN EN 1992-1-1 Euro kód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1
Obecná pravidla pro vyhlášení a pravidla pro pokenní stavby

Další podklady:

- učební BK01 - podklady doc. Ing. Jitky Vaškové, CSc.
- vektorový předběhový statický výpočet (katedra K124)
- katalogy výrobků (Novalex, Porotherm ...)