

**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ  
FAKULTA STAVEBNÍ**

**Katedra betonových a zděných konstrukcí**



**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

**2017**

**Patrik Král**

## **Seznam příloh:**

- A. Úvod bakalářské práce
- B. Požárně bezpečnostní řešení stavby (dokumentace k územnímu rozhodnutí)
- C. Statika za běžné teploty a za požáru

# Úvod bakalářské práce

(příloha A)

Název projektu:	Bytový dům v Praze
Vypracoval:	Patrik Král
Datum:	28. května 2017



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

**Fakulta stavební**

**Katedra betonových a zděných konstrukcí**

## **Požární řešení bytového domu v Praze**

### **Fire design of apartment building in Prague**

Bakalářská práce

Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

Vedoucí práce: Ing. Radek Štefan, Ph.D.

**Patrik Král**

---

**Praha 2017**





## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

### I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Král Jméno: Patrik Osobní číslo: 424411  
Zadávací katedra: Katedra betonových a zděných konstrukcí  
Studijní program: Stavební inženýrství  
Studijní obor: Požární bezpečnost staveb

### II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Požární řešení bytového domu v Praze

Název bakalářské práce anglicky: Fire design of apartment building in Prague

Pokyny pro vypracování:

- revize stavební části
- požárně bezpečnostní řešení
- návrh a posouzení vybrané části konstrukce za běžné teploty
- posouzení požární odolnosti vybrané části konstrukce

Seznam doporučené literatury:

- ČSN EN 1992-1-1: Eurokód 2 - Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- ČSN EN 1992-1-2: Eurokód 2 - Navrhování betonových konstrukcí, Část 1-2: Navrhování konstrukcí na účinky požáru
- ČSN 73 0802 Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty

Jméno vedoucího bakalářské práce: Ing. Radek Štefan, Ph.D.

Datum zadání bakalářské práce: 22.02. 2017

Termín odevzdání bakalářské práce: 28.05. 2017

Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce

Podpis vedoucího katedry

### III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

*Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.*

22.02.2017

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem předloženou práci vypracoval samostatně a že jsem uvedl veškeré použité informační zdroje v souladu s Metodickým pokynem o dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací.

Nemám námitek proti použití tohoto školního díla ve smyslu §60 Zákona č. 121/2000 sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 28.05. 2017

.....

podpis

## **Poděkování**

Děkuji Ing. Radku Štefanovi, Ph.D. a Ing. Martinu Benýškovi za cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích a vypracování bakalářské práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. arch., Bc. Petru Hejtmánkovi za pomoc při výběru podkladů, své rodině za podporu během celého studia a všem, kteří mi během vypracování práce a studia pomáhali a podporovali mě, ale nejsou zde zmíněni.

## **Anotace**

Cílem této práce je revize konstrukčního systému bytového domu ze zadaného projektu, statické posouzení vybraných prvků nosné konstrukce a statické posouzení těchto prvků za požáru. Pro potřeby posouzení statiky za požáru bylo také vypracováno požárně bezpečnostní řešení stavby v úrovni dokumentace pro územní rozhodnutí. Dále byl vytvořen model objektu pro výpočty MKP (*metodou konečných prvků*). Výsledky výpočtu MKP byly redukovány nad podporami. Na tyto hodnoty byly dimenzovány vybrané prvky nosné konstrukce. Tato práce demonstruje využití moderních výpočtových a modelovacích postupů na konkrétním příkladu.

## **Klíčová slova**

metoda konečných prvků, MKP, BIM, statika, požárně bezpečnostní řešení, PBR, konstrukce, konstrukční systém

## **Annotation**

The aim of this thesis is to revise a design of construction system of an apartment building from a given project, static assessment of selected elements of the supporting structure and static assessment of structural fire design. For the purpose of assessing structural fire design, a Fire Safety Design of Building at the level of documentation for zoning decision was created. Furthermore, a model of the object for FEM (*Finite Element Method*) calculations was created. Calculation results of FEM were reduced over supports. The selected elements were reinforced according to these values. This thesis demonstrates the use of modern computational and modelling procedures on a specific example.

## **Keywords**

Finite Element Method, FEM, Building Information Modeling, BIM, Statics, Fire Safety Design of Building, FSDB, Construction, Construction System

## **Zadání bakalářské práce**

Zadání práce bylo poskytnuto Ing. arch., Bc. Petrem Hejtmánkem a jedná se o projektovou dokumentaci stavebně architektonického řešení bytového domu v ulici Generála Píky, zpracovanou Filipem Gottschalkem.

Poskytnuté podklady:

- 01\_Situace.pdf
- 02\_Půdorys 1NP.pdf
- 03\_Půdorys 2NP.pdf
- 04\_Půdorys 3NP.pdf
- 05\_Půdorys 4NP.pdf
- 06\_Půdorys 1PP.pdf
- 07\_Základy.pdf
- 08\_Střecha.pdf
- 09\_Řez A.pdf
- 10\_Řez B.pdf
- 11\_Pohled jižní.pdf
- 12\_Arch pohled jižní.pdf
- 13\_Pohled severní.pdf
- 14\_Arch pohled severní.pdf
- 15\_Detail A.pdf
- 16\_Detail B.pdf
- 17\_Detail C.pdf
- 18\_Detail stínící kce.pdf
- 19\_Stínící kce.pdf
- Průvodní zpráva.pdf
- BD-GP.dwg

Zadání bylo revidováno a případné úpravy projektu jsou popsány v části C – Statice, příloze 01 – Technické zprávě.

# **Požárně bezpečnostní řešení stavby**

## **(dokumentace k územnímu rozhodnutí)**

(příloha B)

Název projektu: Bytový dům v Praze

Vypracoval: Patrik Král

Datum: 28. května 2017

## **Seznam příloh:**

1. Požárně bezpečnostní řešení
2. Situace – M1:500, A4

# Požárně bezpečnostní řešení

(příloha 1)

## Požárně bezpečnostní řešení stavby (dokumentace k územnímu rozhodnutí)

Název projektu:	Bytový dům v Praze
Vypracoval:	Patrik Král
Datum:	28. května 2017



## Obsah

<b>1</b>	<b>Základní údaje o projektu.....</b>	<b>2</b>
1.1	Obecný popis stavby .....	2
<b>2</b>	<b>Podklady .....</b>	<b>2</b>
2.1	Podklady pro zhotovení projektu .....	2
2.2	Seznam použitých zkratk .....	3
<b>3</b>	<b>Návrh koncepce požární bezpečnosti .....</b>	<b>4</b>
3.1	Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby.....	4
3.2	Technické řešení stavby.....	4
3.3	Požární charakteristiky .....	5
3.4	Počet a typ únikových cest .....	5
3.5	Požární úseky .....	5
3.5.1	Stanovení požárního rizika PÚ obchodu (pro účely dokumentace statiky) .....	5
3.5.2	Tabulka předpokládaných požárních úseků:.....	7
3.6	Odstupové vzdálenosti .....	7
3.6.1	Odstupy z hlediska sálání tepla od obvodových stěn a střešního pláště .....	7
3.7	Požadavky na vybrané stavební výrobky a konstrukce.....	8
<b>4</b>	<b>Řešení příjezdových komunikací, zajištění požární vody .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Předpokládaný rozsah vybavení objektu PBZ .....</b>	<b>9</b>
<b>6</b>	<b>Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu .....</b>	<b>10</b>
<b>7</b>	<b>Grafické vyznačení umístění stavby.....</b>	<b>10</b>

# 1 Základní údaje o projektu

## 1.1 Obecný popis stavby

Předmětem projektu (bakalářské práce) je novostavba bytového domu s komerčním prostorem v prvním nadzemním podlaží. Objekt má jedno podzemní podlaží a šest nadzemních podlaží a bude se nacházet na parcele číslo 497/7 v K.Ú. Dejvice [729272]. Objekt bude napojen na inženýrské sítě vedené v přílehlé komunikaci. Stavbou nebudou dotčeny žádné stávající objekty. Objekt byl řešen podle Vyhlášky č. 246/2001 Sb., §41, odstavec 1 a dokumentace byla vypracována pro účely územního rozhodnutí.

## 2 Podklady

### 2.1 Podklady pro zhotovení projektu

1. Český úřad zeměměřický a katastrální. *Nahlížení do katastru nemovitostí*. [Online] [Citace: 25. Únor 2017.] <http://nahliznidokn.cuzk.cz/>.
2. ČSN 07 0703. *Kotelny se zařízeními na plynná paliva*. Praha : Český normalizační institut, Leden 2005.
3. ČSN 73 0802. *Požární bezpečnost staveb - Nevýrobní objekty*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Květen 2009.
4. ČSN 73 0810. *Požární bezpečnost staveb - Společná ustanovení*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Červenec 2016.
5. ČSN 73 0818, změna Z1. *Požární bezpečnost staveb - Obsazení objektů osobami*. Praha : Český normalizační institut, Červenec 1997/2002.
6. ČSN 73 0833. *Požární bezpečnost staveb - Budovy pro bydlení a ubytování*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Září 2010.
7. ČSN 73 0873. *Požární bezpečnost staveb - Zásobování požární vodou*. Praha : Český normalizační institut, Červen 2003.
8. ČSN 73 0875. *Požární bezpečnost staveb - Stanovení podmínek pro navrhování elektrické požární signalizace v rámci požárně bezpečnostního řešení*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Duben 2011.
9. Gottschalk, Filip. *Bytový dům v ulici Generála Píky. Projektová dokumentace stavebně architektonického řešení*. Leden 2016. Poskytl Ing. arch. Petr Hejtmánek.

10. Pokorný, Marek. *POŽÁRNÍ BEZPEČNOST STAVEB - Syllabus pro praktickou výuku.*

Praha : České vysoké učení technické v Praze, Česká technika, 2015. 978-80-01-05456-7.

11. Vyhláška č. 23/2008 Sb. *Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb.* Leden 2008. Aktuální znění 27.09.2011.

12. Vyhláška č. 246/2001 Sb. *Vyhláška Ministerstva vnitra o stanovení podmínek požární bezpečnosti a výkonu státního požárního dozoru (vyhláška o požární prevenci).* Červen 2001. Aktuální znění 01.11.2014.

13. Vyhláška č. 268/2009 Sb. *Vyhláška o technických požadavcích na stavby.* Srpen 2009. Aktuální znění 01.02.2012.

14. Zákon č. 133/1985 Sb. *Zákon České národní rady o požární ochraně.* Prosinec 1985. Aktuální znění 01.01.2016 - 31.07.2017.

## 2.2 Seznam použitých zkratk

PÚ	požární úsek
SPB	stupeň požární bezpečnosti
PO	požární odolnost
POP	požárně otevřená plocha
PNP	požárně nebezpečný prostor
CHÚC-A	chránění úniková cesta typu A
NÚC	nechráněná úniková cesta
NAP	nástupní plocha
PHP	přenosný hasicí přístroj, PG – práškový, S – sněhový CO <sub>2</sub>
PBZ	požárně bezpečnostní zařízení
HS	hydrantový systém (příp. vnitřní odběrné místo)
KS	konstrukční systém
N.O.	nouzové osvětlení
PP	podzemní podlaží
NP	nadzemní podlaží
PBŘ	požárně bezpečnostní řešení stavby
ÚC	úniková cesta
ú.p.	únikový pruh
LOP	lehký obvodový plášť

## **3 Návrh koncepce požární bezpečnosti**

### **3.1 Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby**

Předmětem projektu je bytový dům zhruba obdélníkového půdorysu s plochou střechou, šesti nadzemními a jedním podzemním podlažím. Celkové půdorysné rozměry konstrukce jsou 21,2 x 11,35 m. Nejvyšší bod nosné konstrukce se nachází 21,58 m nad úrovní terénu u vstupní, jižní strany objektu a 23,135 m nad úrovní terénu u severní strany objektu (parkoviště). Objektem vede průjezdná rampa pro automobily, která spojuje tyto úrovně terénu. Konstrukční výška nadzemních podlaží je 3,3 m, konstrukční výška podzemního podlaží je 3 m. Do podzemního podlaží je situována plynová kotelna o výkonu 45 kW, sklep a vstup do objektu ze severní strany (parkoviště). V prvním nadzemním podlaží se nachází hlavní vstup do objektu a obchod (potravin). Ve druhém až šestém nadzemním podlaží se nachází bytové jednotky. Objekt je rozdělen do modulů o rozměrech 5,5 m, 4,35 m, 5 m a 5,85 m v podélném směru a 5,05 m, 5,51 m a 0,5 m ve směru příčném.

### **3.2 Technické řešení stavby**

Objekt je založen jako bílá vana z vodonepropustného betonu. Nosný systém budovy je kombinovaný, převážně sloupový se stěnovým jádrem kolem schodiště. Suterén je obestavěn železobetonovými suterénními stěnami. Stropní konstrukce je řešena jako lokálně podepřená bezhlavicová železobetonová deska se ztužujícími trámy mezi krajními sloupy. Hlavní schodiště je železobetonové dvouramenné. Podesty schodiště jsou monolitické, schodnice je prefabrikovaná a je kloubově uložena mezi podestami. Schodiště loftového bytu je jednoramenné bez podesty, z ocelových profilů a je kloubově uložené mezi stropními deskami podlaží. Objekt je ztužen železobetonovým jádrem kolem schodiště a ztužujícími trámy mezi krajními sloupy objektu. Balkonové konzoly jsou vetknuty do stropní desky.

### 3.3 Požární charakteristiky

Požární výška objektu je 16,5 m (6NP). S obytnou plochou zhruba 1050 m<sup>2</sup> a obsazením 1 osoba na 20 m<sup>2</sup> vychází maximální obsazenost na 53 osob dle ČSN 73 0818. Z hlediska zatřídění objektu dle normy ČSN 73 0833 objekt nespĺňuje kategorii OB1. Objekt bude tedy řazen do kategorie OB2.

### 3.4 Počet a typ únikových cest

- Předpokládána jedna CHÚC typu A větraná přirozeně LOP na každém podlaží.
- Prodejna (potravin) v 1.NP bude mít východ přímo na volné prostranství.
- Bytové jednotky, sklep a kotelna mají vchod přímo do CHÚC.

### 3.5 Požární úseky

Samostatnými požárními úseky musejí být chráněná úniková cesta (typ A), jednotlivé bytové jednotky, kotelna, sklep, prodejna (potravin) a jednotlivé instalační šachty. Výtahová šachta se celá nachází uvnitř jednoho PÚ (CHÚC), nemá strojovnu výtahu (jen dojezd pod úroveň 1.PP) a výtah není požární ani evakuační, nemusí být tedy samostatným PÚ.

#### 3.5.1 Stanovení požárního rizika PÚ obchodu (pro účely dokumentace statiky)

Nahodilé požární zatížení pro obchod (potravin):

$$p_{n,potravin} = 75 \text{ kg/m}^2$$

Nahodilé požární zatížení pro toalety:

$$p_{n,WC} = 5 \text{ kg/m}^2$$

Nahodilé požární zatížení PÚ:

$$p_n = \frac{\sum p_{n,i} \cdot A_i}{\sum A_i} = \frac{75 \cdot 94,77 + 5 \cdot (2,39 + 1,49)}{94,77 + 2,39 + 1,49} = 72,25 \text{ kg/m}^2$$

Součinitel vyjadřující rychlost odhořívání pro obchod (potravin):

$$a_{n,potravin} = 0,9$$

Součinitel vyjadřující rychlost odhořívání pro toalety:

$$a_{n,WC} = 0,7$$

Součinitel vyjadřující rychlost odhořívání nahodilého zatížení PÚ:

$$a_n = \frac{\sum a_{n,i} \cdot A_i}{\sum A_i} = \frac{0,9 \cdot 94,77 + 0,7 \cdot (2,39 + 1,49)}{94,77 + 2,39 + 1,49} = 0,892$$

Stálé požární zatížení (hořlavá okna a dveře, plocha do 500 m<sup>2</sup>):

$$p_s = 3,0 + 2,0 = 5 \text{ kg/m}^2$$

Součinitel vyjadřující rychlost odhořívání pro stálé zatížení:

$$a_s = 0,9$$

Součinitel vyjadřující rychlost odhořívání:

$$a = \frac{p_n \cdot a_n + p_s \cdot a_s}{p_n + p_s} = \frac{72,25 \cdot 0,892 + 5 \cdot 0,9}{72,25 + 5} = 0,893$$

Plocha PÚ:

$$S = 94,77 + 2,39 + 1,49 = 98,65 \text{ m}^2$$

Plocha otvorů (není započítáno bezpečnostní sklo výlohy):

$$S_o = 2 \cdot 1,6 \cdot 1,5 + 2 \cdot 1,2 \cdot 1,5 = 8,4 \text{ m}^2$$

Výška otvorů (není započítáno bezpečnostní sklo výlohy):

$$h_o = 1,5 \text{ m}$$

Světlá výška místnosti:

$$h_s = 3,1 \text{ m}$$

Pomocná hodnota n (pro  $S_o/S = 0,085$  a  $h_o/h_s = 0,48$ ):

$$n = 0,06$$

Součinitel k (pro  $n = 0,06$  a  $S_m = 94,77 \text{ m}^2$ ):

$$k = 0,127$$

Součinitel odhořívání z hlediska přístupu vzduchu:

$$b = \frac{S \cdot k}{\sum_{i=1}^j S_{oi} \cdot \sqrt{h_{oi}}} = \frac{98,65 \cdot 0,127}{8,4 \cdot \sqrt{1,5}} = 1,218$$

Součinitel vyjadřující vliv požárně bezpečnostních zařízení:

$$c = 1$$

Výpočtové požární zatížení:

$$p_v = (p_n + p_s) \cdot a \cdot b \cdot c = (72,25 + 5) \cdot 0,893 \cdot 1,218 \cdot 1 = 84,02 \text{ kg/m}^2$$

Požární úsek s rozměry 9,85 x 10,7 m splňuje požadavek na mezní rozměry 70 x 44 m pro PÚ s výškovou polohou  $h_p \leq 22,5 \text{ m}$  a se součinitelem  $a \cong 0,9$  dle ČSN 73 0802, tab. 9. Plocha požárního úseku tvoří  $0,03 \cdot S_{max}$ .

### 3.5.2 Tabulka předpokládaných požárních úseků:

Provoz	Plocha PÚ [m <sup>2</sup> ]	Výpočtové požární zatížení p <sub>v</sub> [kg/m <sup>2</sup> ]	SPB
CHÚC-A		-	II <sup>1)</sup>
Kotelna	44,02	45 <sup>2)</sup>	III
Sklep	76,44	45 <sup>3)</sup>	III
Obchod - potraviny	98,65	84,02	V
Bytové jednotky	30,45 – 91,68	45 <sup>4)</sup>	III

<sup>1)</sup>Dle ČSN 73 0802

<sup>2)</sup>Odborný odhad

<sup>3)</sup>Dle ČSN 730833, Odstavec 5.1.4 (prostor určený ke skladování různých potřeb pro domácnost)

<sup>4)</sup>Dle ČSN 73 0833, Odstavec 5.1.2, POZNÁMKA (pro p<sub>s</sub> ≥ 10 kg/m<sup>2</sup>)

### 3.6 Odstupové vzdálenosti

PNP vymezuje prostor, ve kterém hrozí nebezpečí šíření požáru na vnější konstrukce objektu či na jiné objekty. Tento prostor nesmí bez dalších opatření zasahovat:

- na sousední objekt
- na vedlejší pozemek (netýká se veřejných komunikací)
- do vnějších únikových cest

PNP se vymezuje z hlediska sálání tepla z POP a z hlediska možnosti odpadávání hořících částí konstrukcí, které však v tomto případě nehrozí.

#### 3.6.1 Odstupy z hlediska sálání tepla od obvodových stěn a střešního pláště

Tepelná izolace Isover EPS GreyWall Plus

Tloušťka  $d = 150 \text{ mm}$

Výhřevnost  $H = 39 \text{ MJ/m}^2$

Objemová hmotnost  $\rho = 13,5 - 18 \text{ kg/m}^3$

$Q = H \cdot d \cdot \rho = 39 \cdot 0,15 \cdot 18 = 94,5 \text{ MJ/m}^2 < Q_{\max, PUP} = 150 \text{ MJ/m}^2$

Obvodová stěna je považována za požárně uzavřenou plochu.

Střešní plášť se bude nacházet na železobetonové stropní konstrukci s požadovanou požární odolností a od PÚ bude horizontálně oddělen požárním pásem v podobě atiky. Povrchová vrstva střešního pláště bude provedena v souladu s požadavky zkoušky B<sub>roof(t1)</sub>.

Odstupové vzdálenosti od otvorů jsou stanoveny konzervativně podle tabulek pro požární úsek s největším požárním zatížením (prodejna – potraviny),  $d = 8,5 m$ , a budou podrobněji posouzeny v další úrovni dokumentace. PNP byl pro zjednodušení uvažován po celé severní i jižní fasádě. Zasahuje na veřejnou komunikaci a na parkoviště za objektem. Nezasahuje na žádnou z přilehlých budov.

### 3.7 Požadavky na vybrané stavební výrobky a konstrukce

- Veškeré konstrukce včetně výplní otvorů mezi PÚ musejí splňovat požadovanou požární odolnost. Požárně bezpečnostní dveře PÚ bytových jednotek nemusejí být opatřeny samozavíračem a mohou být osazeny proti směru úniku. Dle ČSN 73 0833, odst. 5.3.7 – POZNÁMKY je však doporučeno pro bytové domy s více než 5 nadzemními podlažími osadit hlavní dveře bytových jednotek vedoucí do CHÚC-A samozavírači.
- Objekt musí být zateplený zateplovacím systémem s třídou reakce na oheň celku – B, tř. reakce na oheň tepelného izolantu – E,  $i_s = 0 mm/min$ .
- Kontaktní zateplovací systém musí mít požární pruhy šířky 900 mm v místech založení a nad každým podlažím. Dále musí být požární pruhy šířky 1500 mm kolem všech požárně otevřených ploch CHÚC. Požární pruhy budou tvořeny tepelným izolantem s třídou reakce na oheň A1/A2.
- Vodorovné požární pásy mezi PÚ budou tvořeny požárně odolným parapetem u lehkého obvodového pláště a výplňovým zdivem s požadovanou požární odolností, příp. vyšší a třídou reakce na oheň A1/A2. Požární pásy budou muset splňovat minimální požadovaný rozměr 900 mm, příp. obvod 1200 mm u předsazených konstrukcí. Požární pásy musí být konstrukce DP1 a musejí mít index šíření plamene  $i_s = 0 mm/min$ .
- Všechny prostupy instalací TZB požárně dělicími konstrukcemi musí být opatřeny požární ucpávkou dle ČSN 73 0810.
- Vzduchotechnická zařízení, pokud budou instalována, musí být navržena a provedena dle ČSN 73 0872.



## 4 Řešení příjezdových komunikací, zajištění požární vody

Před objektem bude zřízena nástupní plocha pro požární výškovou techniku s rozměry minimálně 15 x 3,5 m. Bude se nacházet na zpevněné ploše a bude muset splňovat požadavky na únosnost, sklon a dopravní značení. Příjezdová komunikace pro požární výškovou techniku splňují minimální šířku 3,5 m.

Požární voda bude zajištěna podzemním hydrantem 11,6 m jihovýchodně od objektu u přilehlé komunikace. Je tak splněn požadavek na vzdálenost hydrantu od objektu 200 m (po 400 m) pro nevýrobní objekty s plochou požárních úseků do 120 m<sup>2</sup> dle ČSN 73 0873 – tab. 1. Hydrant dále musí splňovat minimální světlost potrubí DN 80 a minimální průtok  $Q = 4 \text{ l/s}$  pro rychlost proudění vody  $v = 0,8 \text{ m/s}$  dle ČSN 73 0873 – tab. 2. V případě potřeby vnitřních odběrných míst budou zajištěna i vnitřní odběrná místa. Podrobnější posouzení a případný návrh vnitřních odběrných míst bude součástí projektové dokumentace pro stavební řízení.

V obchodě (potraviny), bytových jednotkách a ve sklepě budou navrženy hasicí přístroje s požadovanou hasicí schopností typu A. Přesný počet a typ hasicích přístrojů bude určen na základě výpočtu v dokumentaci pro stavební řízení. V kotelně bude navržen jeden PHP s oxidem uhličitým a hasicí schopností 55B.

## 5 Předpokládaný rozsah vybavení objektu PBZ

Každá bytová jednotka bude vybavena autonomním hlásičem požáru dle ČSN 73 0833, odst. 5.5 a Vyhlášky č. 23/2008 Sb.. Veškeré bytové jednotky jsou PÚ menším než 150 m<sup>2</sup>, je tedy vyhovující jen jedno zařízení autonomní detekce a signalizace (autonomní hlásič požáru) s výjimkou mezonetových bytů, kde bude instalováno další zařízení nad spojovacím schodištěm.

Dle ČSN 73 0833, odst. 5.5 se doporučuje zavedení EPS až od požární výšky objektu  $h \geq 45 \text{ m}$ , EPS tedy není podle této normy vyžadována. Plocha žádného z požárních úseků nepřekračuje  $0,3 \cdot S_{max}$  pro daný PÚ a v objektu se nenacházejí garáže ani provozy vyžadující EPS. EPS tedy není vyžadována ani podle ČSN 73 0875, odst. 4.2.2. Podrobný popis a výpočet bude součástí projektové dokumentace ke stavebnímu povolení.

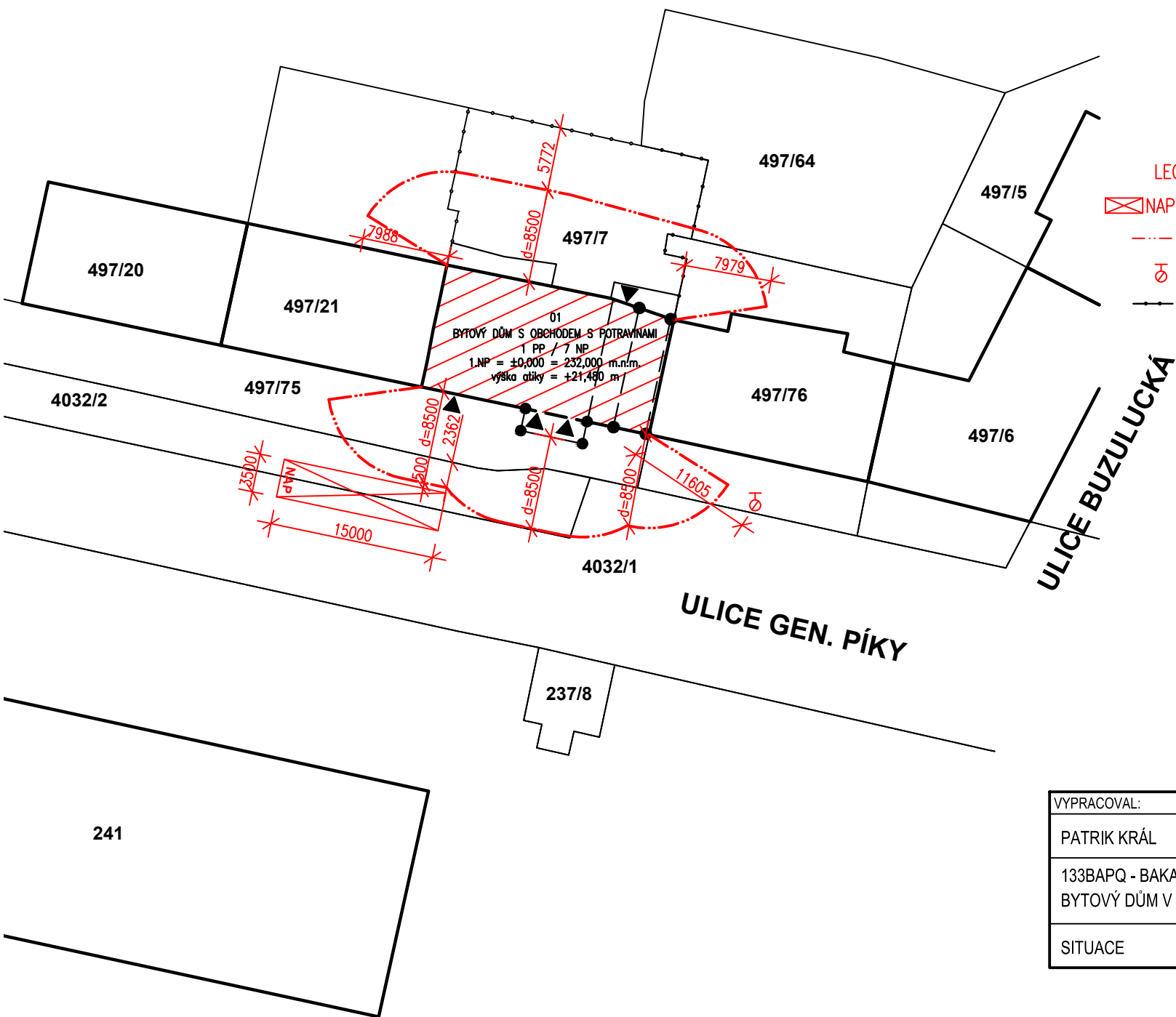
Celý objekt je přirozeně větraný a nepředpokládá se instalace SOZ (ZOKT). V objektu se nenacházejí prostory s provozy, pro které je nutná instalace SHZ.

## **6 Zhodnocení možnosti provedení požárního zásahu**

Objekt se nachází v oblasti s dobou dojezdu jednotek HZS do 10 minut. Vzhledem k charakteru objektu není potřeba zřídit jednotky požární ochrany podniku ani požární hlídky. Pro daný objekt není nutné zřizovat vnitřní zásahové cesty. Vnější zásahová cesta je řešena skrz CHÚC-A, ve které se nachází požární žebřík na střeše.

## **7 Grafické vyznačení umístění stavby**

Viz příloha č. 2 – Situace.



LEGENDA

- NAP NÁSTUPNÍ PLOCHA PRO ZÁSAH HZS
- HRANICE POŽÁRNĚ NEBEZPEČNÉHO PROSTORU
- VNĚJŠÍ ODBĚRNÉ MÍSTO – PODZEMNÍM HYDRANT
- HRANICE POZEMKU POSUZOVANÉHO OBJEKTU

ULICE BUZULUCKÁ

ULICE GEN. PÍKY

VYPRACOVAL:		ČVUT Fakulta stavební
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE BYTOVÝ DŮM V PRAZE		FORMÁT: A4 DATUM: 5/2017 SKUPINA: Bc. Q-19
SITUACE		MĚŘÍTKO: Č. PŘÍLOHY: 1:500 2

# **Statika za běžné teploty a za požáru**

(příloha C)

Název projektu: Bytový dům v Praze

Vypracoval: Patrik Král

Datum: 28. května 2017

## Seznam příloh:

1. Technická zpráva
2. Statický výpočet
3. Konstrukční schéma 1.PP – M1:100, A3
4. Konstrukční schéma 1.NP – M1:100, A3
5. Konstrukční schéma 2.NP – M1:100, A3
6. Konstrukční schéma 3.NP – M1:100, A3
7. Konstrukční schéma 4.NP – M1:100, A3
8. Konstrukční schéma 5.NP – M1:100, A3
9. Konstrukční schéma 6.NP – M1:100, A3
10. Konstrukční schéma – Řez – M1:100, A3
11. Výkres tvaru 1.PP – M1:50, A2
12. Výkres tvaru 1.NP – M1:50, A2
13. Výkres tvaru 2.NP – M1:50, A2
14. Výkres tvaru 3.NP – M1:50, A2
15. Výkres tvaru 4.NP – M1:50, A2
16. Výkres tvaru 5.NP – M1:50, A2
17. Výkres tvaru 6.NP – M1:50, A2
18. Výkres výztuže desky při horním povrchu – M1:50, A2
19. Výkres výztuže desky při dolním povrchu – M1:50, A2
20. Výkres výztuže sloupu S105 (1.NP) – M1:25/M1:12,5 – A3
21. Výkres výztuže trámu T5, T7 (1.NP) – M1:25/M1:12,5 – A2

# Technická zpráva

(příloha 1)

## Statika za běžné teploty a za požáru

Název projektu: Bytový dům v Praze

Vypracoval: Patrik Král

Datum: 28. května 2017

## Obsah

<b>1</b>	<b>Základní údaje o projektu.....</b>	<b>3</b>
1.1	Obecný popis stavby .....	3
<b>2</b>	<b>Podklady .....</b>	<b>3</b>
2.1	Podklady pro zhotovení projektu .....	3
2.2	Použitý software .....	5
2.3	BIM model konstrukčního systému objektu (SCIA Engineer / Allplan).....	5
<b>3</b>	<b>Základní charakteristika konstrukčního řešení.....</b>	<b>6</b>
3.1	Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby.....	6
3.2	Technické řešení stavby.....	6
3.3	Materiálové řešení stavby .....	7
3.4	Změny původního projektu .....	7
<b>4</b>	<b>Zatížení.....</b>	<b>8</b>
4.1	Stálá zatížení .....	8
4.2	Zatížení příčkami a výplňovým zdivem .....	9
4.3	Užitná zatížení.....	9
4.4	Zatížení sněhem .....	9
4.5	Zatížení větrem .....	10
4.6	Požární zatížení a zatížení za požáru .....	10
<b>5</b>	<b>Základové konstrukce.....</b>	<b>11</b>
5.1	Výsledky inženýrsko-geologického průzkumu .....	11
5.2	Zemní práce .....	11
5.3	Základové konstrukce.....	12
<b>6</b>	<b>Nosný systém .....</b>	<b>13</b>
6.1	Svislé nosné konstrukce .....	13
6.2	Vodorovné nosné konstrukce .....	13
6.3	Svislé komunikační prvky .....	13
6.4	Zajištění vodorovného ztužení.....	14
<b>7</b>	<b>Ochrana nosných konstrukcí proti nepříznivým vlivům .....</b>	<b>15</b>
7.1	Ochrana proti požáru .....	15
7.2	Ochrana proti korozi .....	15

<b>8</b>	<b>Technologie a provádění stavby .....</b>	<b>16</b>
8.1	Technologie betonáže .....	16
8.2	Bednění.....	17
8.3	Armování .....	18
8.4	Předpínání.....	18
8.5	Osazování prefabrikátů .....	18
8.6	Povrchové úpravy .....	19
8.7	Zdění.....	19
<b>9</b>	<b>Bezpečnost práce a ochrana zdraví.....</b>	<b>20</b>



# 1 Základní údaje o projektu

## 1.1 Obecný popis stavby

Předmětem projektu (bakalářské práce) je novostavba bytového domu s komerčním prostorem v prvním nadzemním podlaží. Objekt má jedno podzemní podlaží a šest nadzemních podlaží a bude se nacházet na parcele číslo 497/7 v K.Ú. Praha 6 - Dejvice [729272]. Objekt bude napojen na inženýrské sítě vedené v přílehlé komunikaci. Stavbou nebudou dotčeny žádné stávající objekty.

## 2 Podklady

### 2.1 Podklady pro zhotovení projektu

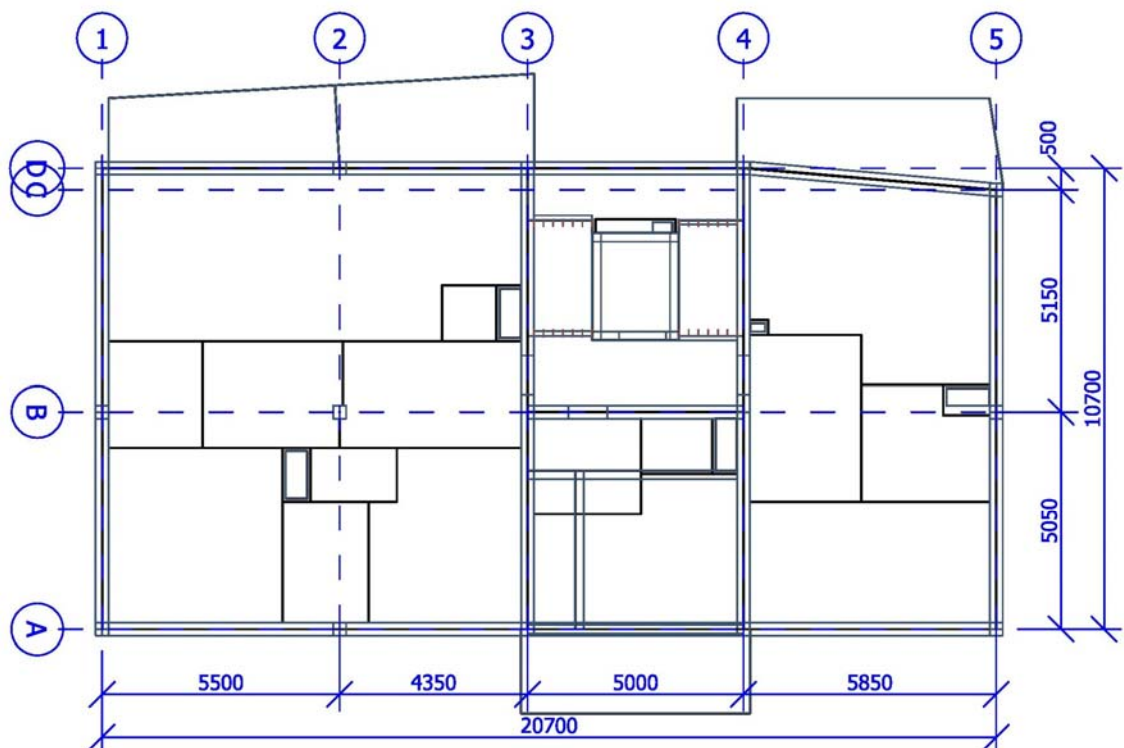
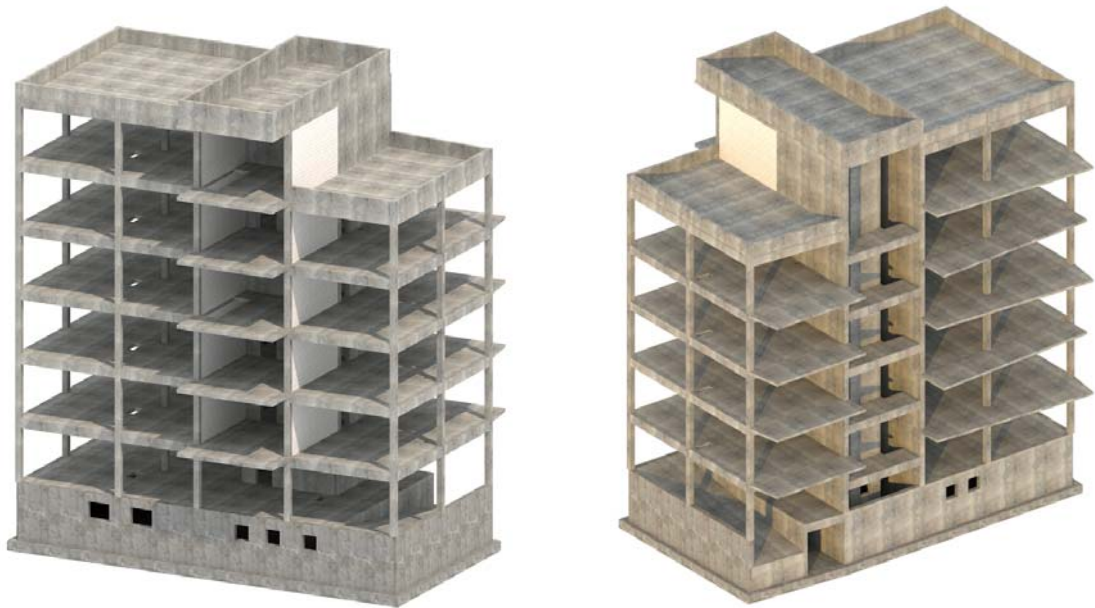
1. ČSN 73 0202. *Geometrická přesnost ve výstavbě. Základní ustanovení*. Praha : Český normalizační institut, Březen 1995.
2. ČSN EN 13670. *Provádění betonových konstrukcí*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Červen 2010.
3. ČSN EN 1990 (730002). *Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Březen 2004.
4. ČSN EN 1991-1-1 (730035). *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Březen 2004.
5. ČSN EN 1991-1-1 (731201). *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Listopad 2006.
6. ČSN EN 1992-1-2 (731201). *Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Listopad 2006.
7. ČSN EN 1996-1-1 +A1 (731101). *Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla pro vyztužené a nevyztužené zděné konstrukce*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Listopad 2013.

8. ČSN EN 1996-1-2 ed. 2 (731101). *Eurokód 6: Navrhování zděných konstrukcí - Část 1-2: Obecná pravidla - Navrhování konstrukcí na účinky požáru*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Prosinec 2013.
9. ČSN EN 1997-1 (731000). *Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí - Část 1: Obecná pravidla*. Praha : Český normalizační institut, Září 2006.
10. ČSN EN 206 (732403). *Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Červenec 2014.
11. ČSN ISO 2394 (730031). *Obecné zásady spolehlivosti konstrukcí*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, Červenec 2016.
12. Gottschalk, Filip. *Bytový dům v ulici Generála Píky. Projektová dokumentace stavebně architektonického řešení*. Leden 2016. Poskytl Ing. arch. Petr Hejtmánek.
13. Kovář, Martin. *Vzor pro projektovou výuku - Technická zpráva, Statická část. Podpora projektové výuky betonových a zděných konstrukcí*. [Online] 2015. [Citace: 23. Únor 2017.] [http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/vzor\\_TZ.pdf](http://concrete.fsv.cvut.cz/projekty/pdf/vzor_TZ.pdf).
14. Král, Patrik. *Požárně bezpečnostní řešení Bytového domu v Praze. Část A bakalářské práce*. 2017.
15. Schüco. *Dokumentace Aluminium Pfosten-Riegel-Fassaden. Schüco*. [Online] Prosinec 2014. [Citace: 20. Březen 2017.] [https://www.schueco.com/web2/cz/architekti/vyrobky/fasady/otvirave\\_elementy/schueco\\_aws\\_114?](https://www.schueco.com/web2/cz/architekti/vyrobky/fasady/otvirave_elementy/schueco_aws_114?)
16. *Vodonepropustný beton Permacrete*. Praha : Business Media CZ, s.r.o., Červenec 2014, Sv. 7.XX, stránky 30-32.
17. Vrátný Ondřej, Tipka Martin, Vašková Jitka. *Základní typy betonových konstrukcí pozemních staveb se vzorovými příklady. České vysoké učení technické v Praze, Katedra betonových a zděných konstrukcí*. [Online] 2012. [Citace: 20. Březen 2017.] [http://people.fsv.cvut.cz/~tipkamar/granty\\_soubory/FRVS\\_2012/](http://people.fsv.cvut.cz/~tipkamar/granty_soubory/FRVS_2012/).
18. Xella CZ, s.r.o. *Ytong - Přehled materiálových vlastností a produktů. Ytong*. [Online] Březen 2017. [Citace: 10. Březen 2017.] <https://www.ytong.cz/cs/docs/prehled-materialovych-vlastnosti-a-produktu-Ytong.pdf>.
19. Ytong, s.r.o. *Pracovní postupy Ytong. Stavební postupy Ytong*. [Online] duben 2017. [Citace: 1. duben 2017.] <https://www.ytong.cz/cs/docs/pracovni-postupy-www-09.pdf>.

## 2.2 Použitý software

- AutoCAD 2017
- SCIA Engineer 16.1
- FIN EC 2017
- Allplan 2017

## 2.3 BIM model konstrukčního systému objektu (SCIA Engineer / Allplan)



## **3 Základní charakteristika konstrukčního řešení**

### **3.1 Urbanistické, architektonické a dispoziční řešení stavby**

Předmětem projektu je bytový dům zhruba obdélníkového půdorysu s plochou střechou, šesti nadzemními a jedním podzemním podlažím. Celkové půdorysné rozměry konstrukce jsou 21,2 x 11,35 m. Nejvyšší bod nosné konstrukce se nachází 21,58 m nad úrovní terénu u vstupní, jižní strany objektu a 23,135 m nad úrovní terénu u severní strany objektu (parkoviště). Objektem vede průjezdná rampa pro automobily, která spojuje tyto úrovně terénu. Konstrukční výška nadzemních podlaží je 3,3 m, konstrukční výška podzemního podlaží je 3 m. Do podzemního podlaží je situováno technické zázemí domu, sklepní kóje a vstup do objektu ze severní strany (parkoviště). V prvním nadzemním podlaží se nachází hlavní vstup do objektu a komerční prostor. Ve druhém až šestém nadzemním podlaží se nachází bytové jednotky. Objekt je rozdělen do modulů o rozměrech 5,5 m, 4,35 m, 5 m a 5,85 m v podélném směru a 5,05 m, 5,51 m a 0,5 m ve směru příčném.

### **3.2 Technické řešení stavby**

Objekt je založen jako bílá vana z vodonepropustného betonu. Nosný systém budovy je kombinovaný, převážně sloupový se stěnovým jádrem kolem schodiště. Suterén je obestavěn železobetonovými suterénními stěnami. Stropní konstrukce je řešena jako lokálně podepřená bezhlavicová železobetonová deska se ztužujícími trámy mezi krajními sloupy. Ostatní pole jsou pnuty mezi stěnami a ztužujícími trámy. Hlavní schodiště je železobetonové dvouramenné. Podesty schodiště jsou monolitické, schodnice je prefabrikovaná a je kloubově uložena mezi podestami. Schodiště loftového bytu je jednoramenné bez podesty, z ocelových profilů a je kloubově uložené mezi stropními deskami podlaží. Objekt je ztužen železobetonovým jádrem kolem schodiště a ztužujícími trámy mezi krajními sloupy objektu. Balkonové konzoly jsou přes vetknuty do stropní desky.

### 3.3 Materiálové řešení stavby

Konstrukce je navržena ze železobetonu.

- Základová deska: železobetonová PERMACRETE<sup>®</sup>, beton C25/30 – XA2 (CZ,F.1) – Cl 0,4 – D<sub>max</sub> 22 mm – S4
- Suterénní stěny: železobetonové PERMACRETE<sup>®</sup>, beton C30/37 – XA2 (CZ,F.1) – Cl 0,4 – D<sub>max</sub> 22 mm – S4
- Stropní konstrukce: železobetonové, beton C30/37 – XC1 (CZ) – Cl 0,2 – D<sub>max</sub> 16 mm – S2
- Ostatní ŽB stěny, sloupy, trámy, schodiště: železobetonové, beton C30/37 – XC1 (CZ) – Cl 0,2 – D<sub>max</sub> 16 mm – S3
- Balkonové konzoly: železobetonové, beton C30/37 – XF3 (CZ) – Cl 0,4 – D<sub>max</sub> 16 mm – S4
- Nosné zděné stěny: vápenopískové tvárnice Silka S15-1600 na tenkovrstvou zdící maltu Silka,  $f_k = 7,99$  MPa
- Výztuž železobetonových konstrukcí: ocel B500B

### 3.4 Změny původního projektu

V dodané projektové dokumentaci stavebně architektonického řešení se nacházelo několik nejasností. Z této dokumentace nebylo zcela zřejmé, kde a v jaké úrovni terénu je ukončena rampa sloužící pro průjezd automobilů na parkoviště za objektem. S ohledem na úrovňové poměry pozemku byl projekt upraven následovně. Sklon rampy byl zachován, ale rampa končí na úrovni zadní stěny domu. Tomu také odpovídají základy, které nepokračují dále pod vozovkou, ale jsou ukončeny za zadní stěnou objektu.

Dále si odporovala dokumentace ve formátu PDF s dokumentací ve formátu DWG. V PDF dokumentaci byla nadzemní část objektu řešena čistě jako sloupový skelet s výplňovým zdivem, kterým bylo řešeno i jádro kolem schodiště. V dokumentaci ve formátu DWG bylo jádro kolem schodiště řešeno jako železobetonová stěna. Tato varianta se jeví jako vhodnější vzhledem k prostorové tuhosti objektu a odolnosti proti účinkům větru, a dále bylo tedy pracováno s ní.

S ohledem na úspory a zbytečné předimenzování objektu byly také změněny rozměry některých prvků. Jedná se o železobetonové stěny v podzemním podlaží, jejichž tloušťka byla snížena ze 400 mm na 300 mm, a dále železobetonový sloup v podzemním podlaží, jehož rozměry byly zmenšeny ze 400 x 400 mm na 300 x 300 mm. Dále byly vzhledem k malým rozponům odebrány průvlaky mezi sloupy a stropní konstrukce byla řešena jako lokálně podepřená bezhlavicová deska. Došlo také na snížení tloušťky nosné konstrukce střechy z 250 mm na 200 mm.

Dále v původním projektu nebyly dořešeny otvory ve stropní desce pro schodiště loftových bytů (stropní desky 3. a 5. nadzemního podlaží). Kolem těchto otvorů byly navrženy průvlaky výšky 400 mm a šířky 200 mm, které slouží jako podpora přilehlého pole stropní desky a zároveň podpora stropní konzoly.

Vzhledem ke způsobu založení jako bílá vana bylo nutné zvětšit tloušťku základové desky pod dojezdem výtahu z 200 na 300 mm, aby byl dodržen požadavek na minimální tloušťku desky pro bílou vanu technologie Permacrete.

## **4 Zatížení**

Uvedeny jsou charakteristické hodnoty zatížení. Pro získání hodnot návrhových je nutno provést přenásobení patřičným dílčím součinitelem bezpečnosti, který byl uvažován hodnotou 1,35 pro stálá a 1,5 pro proměnná zatížení.

### **4.1 Stálá zatížení**

Vlastní objemová tíha železobetonových konstrukcí je uvažována 25 kN/m<sup>3</sup>. Nosné zdivo Ytong Silka má objemovou tíhu 16 kN/m<sup>3</sup>.

V dostupné projektové dokumentaci nejsou detailně popsány skladby podlahových konstrukcí, a tak byla pro výpočty použita typická hodnota 0,75 kN/m<sup>2</sup> na celé ploše nadzemních podlaží. Tíha epoxidového nátěru v podzemním podlaží byla zanedbána. Tíha izolačního povrchu rampy pro automobily byla uvažována 1,5 kN/m<sup>2</sup>. V dostupné projektové dokumentaci nejsou popsány ani hmotnosti vrstev střešního pláště. Tíha střešního pláště byla tedy určena konzervativně s přihlédnutím na typ střešního pláště jako extenzivní zelená střecha. Byla uvažována hodnota 1 kN/m<sup>2</sup>.

Suterénní stěny jsou zatíženy zemním tlakem od zásypu provedeného z nenamrzavé zeminy o objemové hmotnosti  $19 \text{ kN/m}^3$ . Pro toto zatížení byl stanoven součinitel zemního tlaku v klidu  $0,4627$ .

#### **4.2 Zatížení příčkami a výplňovým zdívkem**

Zatížení příčkami a výplňovým zdívkem bylo do modelu zaneseno jako liniová zatížení na stropní konstrukce, případně základovou konstrukci. Tvárnice Ytong P2-400 mají objemovou tíhu  $5 \text{ kN/m}^3$  a příčkovky Ytong P2-500 mají objemovou tíhu  $6 \text{ kN/m}^3$ . Liniové zatížení od těchto prvků je závislé na světlé výšce prostoru. Pro účely předběžného návrhu rozměrů prvků byl použit konzervativní odhad plošného zatížení od zdících prvků na stropní konstrukci  $2 \text{ kN/m}^2$ .

#### **4.3 Užité zatížení**

Na rampě pro průjezd automobilů je uvažováno zatížení  $5 \text{ kN/m}^2$  (kategorie G dle ČSN EN 1991-1-1).

V komerčním prostoru v prvním nadzemním podlaží je uvažováno zatížení  $5 \text{ kN/m}^2$  (kategorie D1 dle ČSN EN 1991-1-1).

V bytové části objektu je uvažováno zatížení  $1,5 \text{ kN/m}^2$  pro stropní konstrukce a  $3 \text{ kN/m}^2$  pro schodiště a balkóny (kategorie A dle ČSN EN 1991-1-1). Užité zatížení bytové části objektu se opakuje ve více než dvou podlažích nad sebou, a může být tedy redukováno koeficientem, který byl vypočítán jako  $a = 0,82$ .

Střecha je nepochozí s výjimkou běžné údržby a oprav. Zde je uvažováno zatížení  $0,75 \text{ kN/m}^2$  (kategorie H dle ČSN EN 1991-1-1).

V normě EN 1991-1-1 se nacházejí rozsahy zatížení pro jednotlivé kategorie a jejich doporučené hodnoty. Pro výpočty byly ale uvažovány hodnoty doporučené národní přílohou Eurokódu.

#### **4.4 Zatížení sněhem**

Objekt je situován do Prahy – Břevnova (sněhová oblast I), má plochou střechu a nachází se v terénu s normální topografií, kde nedochází k významným přesunům sněhu vlivem větru. Stanoveno bylo charakteristické zatížení sněhem  $0,7 \text{ kN/m}^2$ .

#### 4.5 Zatížení větrem

Objekt je situován do Prahy – Břevnova (větrná oblast II) v městské oblasti, kde je nejméně 15% povrchu pokryto budovami o výšce minimálně 15 m (kategorie terénu IV). Z hlediska účinku na ztužující konstrukce hraje hlavní roli tlak větru na návětrné straně objektu v kombinaci se sáním na závětrné straně. V modelu SCIA Engineer byl využit generátor zatížení větrem s výše popsányými parametry.

#### 4.6 Požární zatížení a zatížení za požáru

V rámci části B bakalářské práce – Požárně bezpečnostního řešení stavby bylo ve vybraných požárních úsecích stanoveno požární riziko a požadované odolnosti nosných konstrukcí pro účely posouzení v části C bakalářské práce – Statiky.

V posuzovaném požárním úseku (Prodejna potravin v 1.NP) bylo stanoveno výpočtové požární zatížení 84,02 kg/m<sup>2</sup> (V. stupeň požární bezpečnosti) a požadavek na nosné konstrukce R 90, případně REW/REI pro požárně dělící a zároveň nosné konstrukce.

Zatížení za požáru je dle ČSN EN 1990 klasifikováno jako mimořádné zatížení 2. Toto zatížení bylo do modelu zaneseno jako kombinace zatížení EN – Mimořádné 2. Při této kombinaci bylo užité zatížení automaticky redukováno koeficientem  $\psi_{2,i}$  pro jednotlivé kategorie zatížení dle ČSN EN 1991-1-1. Dále bylo přenásobeno klimatické zatížení koeficientem  $\psi_{2,i} = 0$ . Při mimořádné situaci tedy nebylo uvažováno.

Dále byly za požáru uvažovány součinitele spolehlivosti materiálů  $\gamma_{fi} = 1,0$  dle ČSN EN 1992-1-2.



## 5 Základové konstrukce

### 5.1 Výsledky inženýrsko-geologického průzkumu

Budova je umístěna do oblasti s jednoduchými základovými poměry. Základová půda se v rozsahu objektu výrazně nemění. Jednotlivé vrstvy jsou uloženy vodorovně a mají stálou mocnost. Podzemní voda se nachází pod úrovní základové spáry a neovlivňuje návrh konstrukce. Třída zeminy je G1 (šterkovitá), konkrétně ulehlý, dobře zrněný šterk (GW). Tabulková únosnost zeminy je  $R_{dt} = 800$  kPa. Budova je založena jako bílá vana z vodonepropustného betonu o tloušťce desky 500 mm a tloušťce suterénních stěn 300 mm.

### 5.2 Zemní práce

Vytyčení vnějších obrysů stavební jámy bude provedeno oprávněným geodetem, který vytyčí vztažné body objektu. Dále provede vytyčení objektu pomocí laviček, které se umístí tak, aby nedošlo k jejich poškození během zemních prací. Všechny další vytyčovací práce budou prováděny z daných laviček. Srovnávací rovina se nachází ve výšce 232,000 m.n.m. (BpV).

Stavební jáma je situována do rovinného terénu. Na území dané lokality je průměrná tloušťka ornice 0,2 m s třídou těžitelnosti I. Ornice bude sejmuta nakladačem Caterpillar 914G (objem lopaty 1,4 m<sup>3</sup>), deponována na skládce v blízkosti stavby a použita pro pozdější terénní úpravy pozemku. Odvoz ornice budou zajišťovat nákladní automobily Tatra T815-2 6x6.

Zemina bude odtěžena pomocí rypadla s hloubkovou lopatou Caterpillar 318C (objem lopaty 1,2 m<sup>3</sup>). Dno hlavní figury se nachází v hloubce -3,5 m a dno vedlejší figury (dojezd výtahu v hloubce -4,35 m. Odvoz vytěženého materiálu mimo prostor staveniště budou zajišťovat nákladní automobily Tatra T815-2 6x6. Výjezd vozidel z jámy bude zajištěn pomocí rampy.

Nakonec bude vedlejší figura ručně dočištěna (předpokládá se, že objem výkopu při ručním dotěžení budou cca 4% objemu strojně odtěženého materiálu). Manipulace s ručním výkopem bude zajištěna pásovými dopravníky.

Hladina podzemní vody je pod úrovní základové spáry. Odvodnění stavebních jam a celého staveniště bude provedeno pomocí odvodňovacích příkopů do jímek,

kde budou umístěna kalová čerpadla s plovákovým spínačem. Odtok vody bude do dešťové kanalizace.

Stavebním pozemkem neprocházejí žádné inženýrské sítě. Není tedy nutno řešit ochranu ani přeložky sítí.

### **5.3 Základové konstrukce**

Základová konstrukce bude řešena jako bílá základová železobetonová vana – deska tloušťky 500 mm z vodonepropustného betonu a rozměrů 21,6 x 11,6 m. V místech dojezdu výtahu bude základová spára snížena v rozsahu daném požadavky použitého výtahu. Deska dojezdu výtahu bude mít tloušťku 300 mm a rozměry 2 x 2,5 m. Do základové konstrukce je nutno osadit kotevní výztuž pro železobetonové sloupy a stěny.

## **6 Nosný systém**

### **6.1 Svislé nosné konstrukce**

Železobetonové nosné stěny jsou monolitické tloušťky 300 mm. Železobetonové sloupy jsou čtvercového průřezu o rozměrech 300 x 300 mm. Zděné nosné stěny třetího, čtvrtého, pátého a šestého nadzemního podlaží mají tloušťku 300 mm. Poloha otvorů ve stěnách je dána výkresy tvaru (viz přílohy č. 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17). Vyztužení železobetonových prvků bude zajištěno betonářskou výztuží B500B v souladu s podrobným statickým výpočtem a výkresovou dokumentací.

### **6.2 Vodorovné nosné konstrukce**

Všechny stropní konstrukce včetně konstrukce rampy jsou monolitické železobetonové. Rampa pro automobily a některá pole stropní desky nad podzemním podlažím jsou pnuty jednosměrně na železobetonové nosné stěny. Ostatní desky jsou obousměrně pnuté lokálně podepřené bezhlavicové tloušťky 200 mm. Největší rozpon pole je 5,65 m

Mezi krajními stěnami a sloupy se nachází trámy výšky 500 mm a šířky 300 mm. Tyto trámy slouží jako ztužidla a zároveň jako podpory pro balkonové konzoly.

Balkonové konzoly mají tloušťku 150 mm, největší vyložení 2,02 m a jsou vetknuty do železobetonové stropní konstrukce. V napojení bude provedeno přerušení tepelných mostů pomocí ISO-nosníků.

Ve všech stropních konstrukcích se budou nacházet prostupy pro rozvody vody, kanalizace a vzduchotechniky. Tyto prostupy jsou zahrnuty v modelu SCIA Engineer.

Nosné i konstrukční vyztužení desek i trámů bude zajištěno betonářskou výztuží B500B v souladu s podrobným statickým výpočtem, který bude proveden v následující fázi projektové dokumentace.

### **6.3 Svislé komunikační prvky**

Hlavní schodiště objektu bude složeno z monolitických železobetonových podest (tl. 200 mm a 150 mm mezipodesta) a prefabrikovaných schodišťových ramen (tl. 170 mm) se stupni o rozměrech 165 mm (výška) a 300 mm (šířka). Schodišťová ramena hlavního schodiště budou pružně uložena na podestu

a mezipodestu a budou oddílatována od schodišťových stěn. Schodiště v loftových bytech bude ocelové, pružně uložené v obou podlažích.

Průjezd na parkoviště za objektem bude zajišťovat rampa vedoucí prvním nadzemním podlažím a částí prvního podzemního podlaží. Tato rampa bude mít sklon 16 % a bude tloušťky 200 mm. Rampa bude pnutá jedním směrem, mezi železobetonovými stěnami. Rampa bude opatřena povrchem, který zamezí přenosu nežádoucích vibrací do konstrukce.

#### **6.4 Zajištění vodorovného ztužení**

Vodorovnou tuhost nosné konstrukce zajišťují ztužující trámy po obvodu každého nadzemního podlaží a železobetonové ztužující jádro. Tyto prvky zajišťují dostatečnou tuhost.

## **7 Ochrana nosných konstrukcí proti nepříznivým vlivům**

### **7.1 Ochrana proti požáru**

V příloze č. 2 – Statickém výpočtu byla posouzena požární odolnost vybraných nosných konstrukcí a byla porovnána s požadovanou požární odolností stanovenou v části B bakalářské práce – *Požárně bezpečnostním řešení stavby (dokumentace k územnímu rozhodnutí)*. Požární odolnost stropní konstrukce byla stanovena tabulkově (rozměry a osovou vzdáleností výztuže k okraji prvku) a požární odolnost železobetonového sloupu a ztužujícího trámu byla stanovena metodou Izoterma 500 (teplotní profil z programu FIN EC – Beton požár).

Veškeré posuzované konstrukce vyhovují na posouzení za požáru při požadované požární odolnosti.

### **7.2 Ochrana proti korozi**

Protikorozní odolnost železobetonových konstrukcí je zajištěna dostatečným krytím výztuže v závislosti na konstrukční třídě, třídě betonu, typu konstrukce a agresivitě prostředí.

## 8 Technologie a provádění stavby

### 8.1 Technologie betonáže

Ukládání betonu na staveništi bude probíhat pomocí bádíí a věžového jeřábu.

Doprava na stavenišť z betonárny bude zajišťována pomocí třínápravových autodomíchávačů.

Hutnění betonu bude probíhat pomocí ponorných vibrátorů.

Požadavky na kvalitu prováděných prací jsou dány ČSN 73 2400, zejména:

- čl. 6 – Doprava betonové směsi: Doprava musí být taková, aby nedošlo k rozmísení či znehodnocení složek.
- čl. 7 – Bednění a jeho podpěrné konstrukce: Bednění musí být navrženo ve výrobní dokumentaci a musí být dostatečně spolehlivé. Účinek zatížení nesmí způsobit taková přetvoření, která by způsobila větší odchylky geometrických parametrů.
- čl. 8 – Betonářská výztuž: Na výztuž do betonu lze využít jen výztuž odpovídající příslušným normám a odpovídající požadavkům projektové dokumentace. Ocel pro výztuž musí být skladována odděleně dle druhů a velikosti prutů. Každé svařování smí být prováděno jen při důsledném dodržení podrobných technologických podmínek. Výztuž se musí uložit v poloze dle projektové dokumentace.
- čl. 10 – Zpracování betonové směsi a postup betonování: Betonová směs musí být zpracována co možná nejdříve po zamíchání. Betonová směs musí být ukládána plynule v souvislých a co možná vodorovných vrstvách. Směs musí být ukládána tak, aby nedošlo k porušení či posunutí výztuže. Směs se nesmí volně házet či spouštět z výšky větší než 1,5 m. Pracovní spáry se provádějí dle projektové dokumentace.
- čl. 11 – Ošetřování betonu: Během tuhnutí a tvrdnutí musí být beton udržován v normálních tepelně vlhkostních podmínkách. Čerstvý beton nesmí být vystaven nárazům a otřesům a dalším škodlivým účinkům po dobu min. 7 dní. K ochraně proti vysychání se používá zakrytí betonu. S vlhčením je třeba začít hned po ztvrdnutí betonu.

- čl. 13 – Odbedňování a opravy vad betonových konstrukcí: Bednění musí být odstraňováno tak, aby nedošlo k poškození odbedňovaných ploch konstrukce i bednění a aby byl vyloučen vznik nepřipustných napětí. Odbedňovat lze ve lhůtách stanovených v projektové dokumentaci.
- čl. 18 – Kontrola a příjemka hotové betonové konstrukce: Jakost povrchu se musí zkontrolovat co nejdříve, nejpozději však do 3 dnů po odbednění. Stanovení pevnosti betonu v konstrukci lze provádět buď na tělesech vyjmutých z konstrukce nebo nedestruktivní metodou.

## 8.2 Bednění

Pro bednění svislých konstrukcí bude použito rámové systémové bednění Paschal Raster/GE, které se skládá z rastrových prvků Raster a velkoplošných elementů GE. Betonáž jednotlivých podlaží bude s ohledem na malou plochu prováděna v jednom záběru. Návrh konkrétních bednicích prvků bude proveden dodavatelem bednění s ohledem na tlak betonu na bednění.

Pro bednění vodorovných konstrukcí bude použito stropního bednění Paschal Deck. Betonáž jednotlivých podlaží bude s ohledem na malou plochu prováděna v jednom záběru. Návrh konkrétních bednicích prvků a návrh typu a rozmístění stojek bude proveden dodavatelem bednění s ohledem na působící zatížení a únosnosti jednotlivých prvků.

Výškové pracovní spáry se budou nacházet vždy nad a pod úrovní stropní konstrukce.

Výsledné rozměry železobetonových konstrukcí se nesmějí lišit od rozměrů specifikovaných ve statickém výpočtu o více než 20 mm.

Montáž i demontáž bednění musí být provedena v souladu s technologickým manuálem dodavatele bednění. Zejména je nutné zabezpečit bednění jako celek, i jako jednotlivé jeho části proti uvolnění, posunutí, vybočení nebo zborcení.

Nosné bednění se nesmí odstranit dříve, než beton dosáhne dostatečné pevnosti pro přenos uvažovaných namáhání. Tato pevnost je stanovena jako 70 % konečné předepsané krychelné pevnosti a ověří se nedestruktivně pomocí Schmidtova kladívka.

### **8.3 Armování**

Vyztužování konstrukce musí odpovídat údajům uvedeným na výkresech výztuže.

Zejména je nutno kontrolovat:

- druh oceli
- průměr jednotlivých prutů výztuže
- délky a tvary prutů výztuže
- počet prutů
- čistotu povrchu výztuže (mastnota či organické znečištění je nepřipustné, koroze povrchu výztuže není na závadu)
- správné umístění míst stykování a nastavování prutů

Poloha jednotlivých prutů výztuže jakož i vzdálenost mezi nimi se nesmějí lišit od hodnot předepsaných v projektové dokumentaci o více než 20 %, nejvýše však o 30 mm. Změny oproti výkresům výztuže jsou možné pouze se souhlasem odpovědného statika.

Pro veškerou výztuž musí být zajištěno krytí betonem v minimální tloušťce 20 mm. K tomuto účelu budou použity certifikované distanční podložky.

Svařování výztuže lze provádět jen v případech přesně vymezených projektem. Svarové spoje smí provádět a kontrolovat pouze příslušně vyškolení svářeči, a to v souladu s příslušnými technickými normami.

Výztuž v navzájem kolmých směrech musí být pevně spojena vázacím drátem.

### **8.4 Předpínání**

V daném objektu se nevyskytují předpjaté prefabrikované konstrukce.

### **8.5 Osazování prefabrikátů**

V daném objektu se budou nacházet prefabrikovaná ramena hlavního schodiště. Tato ramena budou dopravena na stavbu tak, aby nedošlo k jejich poškození. Do objektu budou umísťována věžovým jeřábem. Ramena budou ukládána na pružná ložiska Schöck v podestách a mezipodestách. Jednotlivá ramena budou ukládána po vybetonování podest vždy nejdříve po dosažení 70 % jejich krychelné pevnosti betonu v tlaku.



## **8.6 Povrchové úpravy**

V popisované konstrukci nejsou železobetonové prvky, které by byly v architektonickém řešení navrženy jako pohledové. Pouze některé povrchy budou obloženy obkladem nebo zakryty podhledem. Ostatní povrchy betonu opatřené pouze nátěrem musí být hladké, stejnorodé, bez dutinek a kaveren, bez trhlinek a prasklin se zajištěním vysoce kvalitní rovinnosti a pravoúhlosti a se zkosením viditelných hran.

V technologických prostorech, kde bude ponechán beton bez krycího nátěru, musí být proveden protiprašný transparentní nátěr (penetrace).

Pracovní spára – předsazení ploch dvou úseků betonáže musí být menší než 3 mm, přebytky cementového mléka na předcházejícím úseku betonáže se musí včas odstranit.

Kritéria kvality povrchu a jeho rovinnosti, pórovitosti, struktury a stejnobarevnosti a způsob jejich kvalitativního hodnocení budou sjednány mezi investorem a zhotovitelem na základě zkušebních ploch. Rovněž bude předložen a odsouhlasen vzorek vyspávky sanačním materiálem.

Otvory po spínacích tyčích nebudou zatírány, budou zaslepeny zátkami z vláknocementu a slícované s povrchem stěny s přiznanou stínovanou spárou mezi povrchem betonu a zátkou.

## **8.7 Zdění**

Zdění nosných i nenosných stěn a příček bude probíhat podle Stavebních postupů YTONG vydaných společností YTONG, s.r.o. (vydání 4/2017). Pro rovinnost a rozměry konstrukcí platí stejná pravidla, jako pro konstrukce železobetonové.

## 9 Bezpečnost práce a ochrana zdraví

Všechny části stavby byly navrženy v souladu s předpisy platnými v České republice.

Veškeré stavební práce budou prováděny odbornou firmou k této činnosti způsobilou. Během provozu stavby je nutno dodržovat všechny články platných ČSN a předpisů o bezpečnosti a ochraně zdraví, zejména vyhlášku č.48/1982 Sb. a nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích.

Pro zajištění bezpečnosti práce na jednotlivých pracovištích je nutné, aby byly zpracovány provozní předpisy pro jednotlivá pracoviště. V předpisech budou bezpečnostní a hygienické pokyny pro veškerou činnost na pracovištích, tj. používání pracovních pomůcek, obsluha zařízení apod.

Před započítím prací musí být všichni pracovníci seznámeni se všemi související bezpečnostními předpisy a nařízeními. Pracovníci musí být vybaveni všemi potřebnými ochrannými pomůckami a prostředky. Všechny otvory a zvýšené plošiny musí být opatřeny ochrannými zábradlími. Otvory musí být zakryty pevnými zábranami, aby nemohlo dojít k jejich posunutí. Jednotlivé přístupové cesty musí být zřetelně označeny. Žebříky musí splňovat bezpečnostní předpisy a musí přesahovat minimálně 1100 milimetrů nad pracovní plošinu. Při pracích ve výškách musí být pracovníci speciálně proškoleni. Při provádění montážních prací ve výškách musí být pracovníci jistěni pomocí úvazů, kdy je před každou směnou povinností pracovníků provést kontrolu stavu prostředků. Pokud budou úvazy nebo jistící lano vykazovat opotřebení, je nutná jejich okamžitá výměna. Stavbyvedoucí musí před započítím prací vypracovat technologický postup prací, který musí být v souladu s platnými vyhláškami a předpisy.

Při provádění stavebních prací i během provozu stavby je nutno dodržovat všechny závazné články platných ČSN a předpisů BOZ.

Jedná se zejména o tyto předpisy:

Zákon č. 262/2006 Sb., zákoník práce, ve znění změn provedených zákonem č. 585/2006 Sb., zákona č. 181/2007 Sb., zákona č. 261/2007 Sb., zákona č. 296/2007 Sb., zákona č. 362/2007 Sb., Nálezu Ústavního soudu č. 116/2008 Sb., zákona č. 121/2008 Sb., zákona č. 126/2008 Sb., zákona č. 294/2008 Sb., zákona č. 305/2008

Sb., zákona č. 382/2008 Sb., vyhlášky č. 451/2008 Sb., zákonem č. 326/2009 Sb., zákonem č. 320/2009 Sb., zákonem č. 286/2009 Sb., zákonem č. 306/2008 Sb., zákonem č. 462/2009 Sb., zákonem č. 347/2010 Sb., zákonem č. 377/2010 Sb., zákonem č. 427/2010 Sb., zákonem č. 262/2011 Sb., zákonem č. 180/2011 Sb. a zákonem č. 185/2011 Sb., část pátá, hlava 1.

Vyhláška č. 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb. ze dne 12. prosince 2007, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci ve znění nařízení vlády č. 68/2010 Sb.

Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích

Vyhláška č. 18/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená tlaková zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti ve znění vyhlášky č. 97/1982 Sb., vyhlášky č. 551/1990 Sb., nařízení vlády č. 352/2000 Sb., vyhlášky č. 118/2003 Sb. a vyhlášky č. 393/2003 Sb.

Vyhláška č. 19/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená zdvihací zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti ve znění vyhlášky č. 552/1990 Sb. nařízení vlády č. 352/2000 Sb. a nařízení vlády č. 394/2003 Sb.

Vyhláška č. 21/1979 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu, kterou se určují vyhrazená plynová zařízení a stanoví některé podmínky k zajištění jejich bezpečnosti ve znění vyhlášky č. 554/1990 Sb., nařízení vlády č. 352/2000 Sb. a vyhlášky č. 395/2003 Sb.

Vyhláška č. 50/1978 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce a Českého báňského úřadu o odborné způsobilosti v elektrotechnice ve znění vyhlášky č. 98/1982 Sb.

Vyhláška č. 73/2010 Sb. o stanovení vyhrazených elektrických technických zařízení, jejich zařazení do tříd a skupin a o bližších podmínkách jejich bezpečnosti (vyhláška o vyhrazených elektrických technických zařízeních).

Zákon č. 67/2001 Sb., předseda vlády vyhlašuje úplné znění zákona č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, jak vyplývá ze změn provedených zákonem č. 425/1990 Sb., zákonem č. 40/1994 Sb., zákonem č. 203/1994 Sb., zákonem č. 163/1998 Sb., zákonem č. 71/2000 Sb. a zákonem č. 237/2000 Sb. ve znění pozdějších změn provedených

zákonem č. 320/2002 Sb., zákonem č. 413/2005 Sb., zákonem č. 186/2006 Sb. a zákonem č. 281/2009 Sb. a prováděcí vyhlášky.

Vyhláška č. 48/1982 Sb. Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení ve znění vyhlášky č. 324/1990 Sb., vyhlášky č. 207/1991 Sb., nařízení vlády č. 352/2000 Sb. a vyhlášky č. 192/2005 Sb.

Nařízení vlády č. 272/2011 o ochraně zdraví před nepříznivými účinky hluku a vibrací.

Vyhláška 26/1999 Sb. hlavního města Prahy o obecných požadavcích na výstavbu v hlavním městě Praze ve znění vyhlášky č. 7/2001 Sb., vyhlášky č. 26/2001 Sb., vyhlášky č. 7/2003 Sb., vyhlášky č.11/2003 Sb., vyhlášky č. 23/2004 Sb. a vyhlášky č. 2/2007 Sb.

# Statický výpočet

(příloha 2)

## Statika za běžné teploty a za požáru

Název projektu: Bytový dům v Praze

Vypracoval: Patrik Král

Datum: 28. května 2017

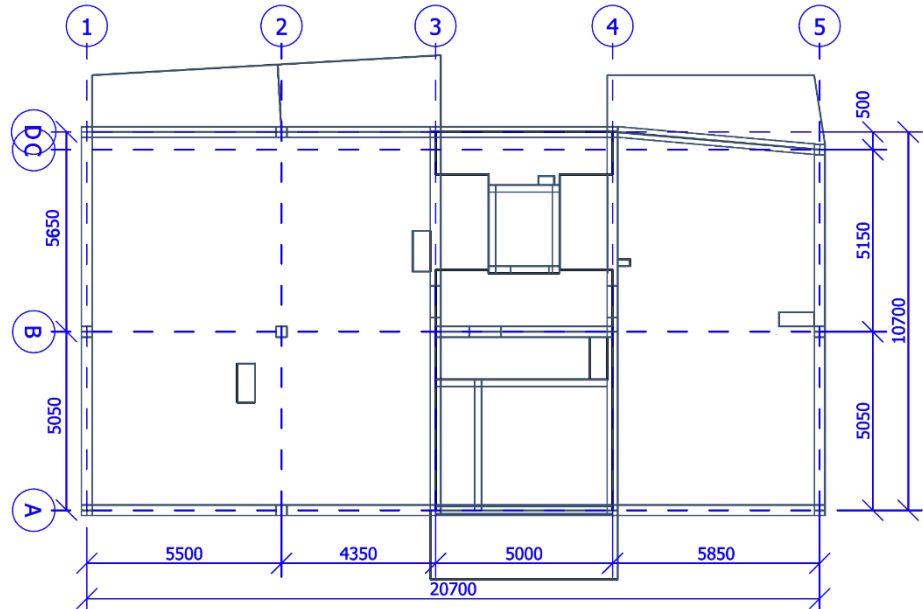
## Obsah

<b>1</b>	<b>Návrh rozměrů prvků .....</b>	<b>2</b>
1.1	Deska lokálně podepřená .....	2
1.2	Balkonová konzola.....	2
1.3	Vnitřní (nejvíce zatížený) sloup .....	2
1.4	Posouzení možnosti bezhlavicové stropní desky (PP) .....	4
1.5	Posouzení možnosti bezhlavicové stropní desky (NP).....	6
1.6	Návrh rozměrů obvodových ztužujících trámů .....	7
1.7	Návrh rozměrů stěn .....	8
<b>2</b>	<b>Model ve SCIA Engineer (výpočet zatížení).....</b>	<b>9</b>
2.1	Výpočet liniových sil od nenosných konstrukcí.....	9
2.1.1	Zatížení od pórobetonového zdiva Ytong P2-400 .....	9
2.1.2	Zatížení od pórobetonového zdiva Ytong P2-500 .....	9
2.1.3	Zatížení od lehkého obvodového pláště .....	10
2.2	Zatížení zemním tlakem.....	10
2.2.1	Zemní tlak na suterénní stěnu .....	10
2.2.2	Zemní tlak na stěnu pod rampou .....	10
2.3	Třídy zatížení .....	11
2.3.1	Skupiny zatížení.....	11
2.3.2	Zatěžovací stavy .....	11
2.3.3	Kombinace zatížení .....	11
<b>3</b>	<b>Dimenzování a posudky .....</b>	<b>13</b>
3.1	Návrh stropní desky a balkonové konzoly (1.NP).....	13
3.1.1	Návrh stropní desky za běžné teploty.....	13
3.1.2	Posouzení stropní desky za požáru .....	21
3.2	Návrh železobetonového sloupu (S105, 1.NP).....	22
3.2.1	Návrh sloupu za běžné teploty.....	22
3.2.2	Posouzení sloupu za požáru .....	39
3.3	Návrh ztužujícího trám.....	41
3.3.1	Návrh trámu za běžné teploty.....	41
3.3.2	Posouzení ztužujícího trámu za požáru.....	60

# 1 Návrh rozměrů prvků

V různých zdrojích můžeme nalézt mnoho empirických vzorců pro předběžný návrh rozměrů prvků. Zásadní je ale až výsledný statický posudek.

Schéma osového systému



## 1.1 Deska lokálně podepřená

Rozměr delšího pole  
 $L_2 = 5650 \text{ mm}$

$$h_d = \frac{L_2}{33} = \frac{5650}{33} = 172 \text{ mm}$$

Navrhují desku tloušťky  $h_{d,NP} = 200 \text{ mm}$  z důvodu větší odolnosti proti protlačení. Tloušťku stropní desky v podzemním podlaží navrhují  $h_{d,PP} = 250 \text{ mm}$  s ohledem na možné protlačení z důvodu vyššího zatížení v prvním nadzemním podlaží.

## 1.2 Balkonová konzola

$$h_b = \frac{L}{14} = \frac{2020}{14} = 145 \text{ mm}$$

Navrhují balkonovou konzolu tloušťky  $h_b = 150 \text{ mm}$ .

## 1.3 Vnitřní (nejvíce zatížený) sloup

Objemová tíha betonu  
 $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$

$$g_{k,strop,PP} = h_{d,PP} \cdot \gamma = 0,25 \cdot 25 = 6,25 \text{ kN/m}^2$$

$$g_{k,strop,NP} = h_{d,PP} \cdot \gamma = 0,2 \cdot 25 = 5 \text{ kN/m}^2$$

Konstrukční výška PP  
 $v_{PP} = 3 \text{ m}$   
 Konstrukční výška NP  
 $v_{NP} = 3,3 \text{ m}$

Sněhová oblast I  
 $s_k = 0,75 \text{ kN/m}^2$   
 Typ krajiny normální  
 $C_e = 1,0$   
 Tepelný součinitel  
 $C_t = 1,0$   
 Tvarový součinitel  
 $\mu = 1,0$

Prvotní odhad rozměrů sloupů:  $a = b = 300 \text{ mm}$

$$G_{k,sloup,PP} = a \cdot b \cdot (v_{PP} - h_{d,PP}) = 0,3 \cdot 0,3 \cdot (3 - 0,25) \cdot 25 = 6,19 \text{ kN}$$

$$G_{k,sloup,NP} = a \cdot b \cdot (v_{NP} - h_{d,NP}) = 0,3 \cdot 0,3 \cdot (3,3 - 0,2) \cdot 25 = 6,98 \text{ kN}$$

$$\text{Redukce nahodilého zatížení bytů: } a_n = \frac{2+(n-2) \cdot \psi_0}{n} = \frac{2+(5-2) \cdot 0,7}{5} = 0,82$$

$$s = s_k \cdot C_e \cdot C_t \cdot \mu = 0,75 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 0,75 \text{ kN/m}^2$$

Stálé zatížení	$f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$L_x$ [m]	$L_y$ [m]	$F_k$ [kN]	$n$ [-]	$\gamma_G$ [-]	$F_{d,sl}$ [kN]
Stropní deska PP	6,3	4,925	5,35	166	1	1,35	224,10
Stropní deska NP	5			131,75	6		1067,18
Podlaha	0,75			19,77	6		160,14
Příčky	2			52,70	6		426,87
Skladba střechy	1			26,35	1		35,58
Sloup v PP	-	-	-	6,19	1		8,36
Sloup v NP	-	-	-	6,98	6		56,54
<b>Celkové stálé zatížení</b>						<b><math>\gamma_{G,sl} =</math></b>	<b>1978,77</b>

Proměnné zatížení	$f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$L_x$ [m]	$L_y$ [m]	$F_k$ [kN]	$n$ [-]	$\gamma_Q$ [-]	$F_{d,sl}$ [kN]
Prodejna	5	4,925	5,35	131,75	1	1,5	197,63
Byt	1,5			39,53	5 · 0,82		243,11
Střecha	0,75			19,77	1		29,66
Sníh	0,75			19,77	1 · 0,6		17,80
<b>Celkové proměnné zatížení</b>						<b><math>\gamma_{Q,sl} =</math></b>	<b>470,40</b>

<b>Celkové zatížení na spodní sloup</b>	<b><math>N_{ed} = 2449,17 \text{ kN}</math></b>
---	---

Z nahodilých zatížení na střechu („Střecha“, „Sníh“) uvažováno jen to vyšší.

Kombinační součinitel pro zatížení sněhem  
 $\psi_0 = 0,6$



Beton C30/37  
 $f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

Odhadovaný stupeň  
 vyztužení  
 $\rho_c = 2,5\%$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{30}{1,5} = 20 \text{ MPa}$$

$$A_c = \frac{N_{Ed}}{0,8 \cdot f_{cd} + \rho_c \cdot \sigma_s} = \frac{2449,17}{0,8 \cdot 20 \cdot 10^3 + 0,025 \cdot 400 \cdot 10^3} = 0,094 \text{ m}^2$$

$$b = h = \sqrt{A_c} = \sqrt{0,094} = 0,306 \text{ m} = 306 \text{ mm}$$

**Navrhuji ŽB sloup o rozměrech 300 x 300 mm.**

#### 1.4 Posouzení možnosti bezhlavicové stropní desky (PP)

Stálé zatížení	$f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$L_x$ [m]	$L_y$ [m]	$F_k$ [kN]	$n$ [-]	$\gamma_G$ [-]	$F_{d,sl}$ [kN]
Stropní deska PP	6,3	4,925	5,35	166	1	1,35	224,10
Podlaha	0,75			19,77	1		26,69
Příčky	2			52,70	1		71,15
<b>Celkové stálé zatížení</b>						<b><math>G_{d,sl} =</math></b>	<b>321,94</b>

Proměnné zatížení	$f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$L_x$ [m]	$L_y$ [m]	$F_k$ [kN]	$n$ [-]	$\gamma_Q$ [-]	$F_{d,sl}$ [kN]
Prodejna	5	4,925	5,35	131,75	1	1,5	197,63
<b>Celkové proměnné zatížení</b>						<b><math>Q_{d,sl} =</math></b>	<b>197,63</b>

**Celková posouvající síla v místě sloupu**  **$V_{ed} = 519,57 \text{ kN}$**

Krytí stropní desky:

$$c_{min,b} \geq \phi_d = 12 \text{ mm}$$

Základní konstrukční třída S4 -> S3 (beton C30/37) -> S2 (desková  
 konstrukce) ->  $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = \max(12; 10 + 0 - 0 - 0; 10) = 12 \text{ mm}$$

$$c_{nom,d} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 12 + 10 = 22 \text{ mm}$$

**Navrhuji krytí výztuže stropní desky  $c = 25 \text{ mm}$ .**

Předpokládaná výztuž  
 desky  
 $\phi_d = 12 \text{ mm}$

$$\Delta c_{dev} = 5 \sim 10 \text{ mm}$$

Těžiště výztuže:

$$d_1 = h_d - c - \frac{3}{2}\phi = 250 - 25 - \frac{3}{2} \cdot 12 = 207 \text{ mm}$$

$$d_2 = h_d - c - \frac{\phi}{2} = 250 - 25 - \frac{12}{2} = 219 \text{ mm}$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{207 + 219}{2} = 213 \text{ mm}$$

Posuzovaný obvod:

$$u_0 = 4 \cdot a = 4 \cdot 300 = 1200 \text{ mm}$$

$$u_1 = 2\pi \cdot r + 4 \cdot a = 2\pi \cdot 2d + 4 \cdot a = 2\pi \cdot 2 \cdot 213 + 4 \cdot 300 = 3876 \text{ mm}$$

Smykové napětí:

$$v_{Ed,0} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{d \cdot u_0} = \frac{1,15 \cdot 519,57 \cdot 10^3}{213 \cdot 1200} = 2,34 \text{ N/mm}^2 = 2,34 \text{ MN/m}^2$$

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

$$v_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,528 \cdot 20 = 4,22 \text{ MN/m}^2$$

$$v_{Rd,max} = 4,22 \text{ MN/m}^2 > v_{Ed,0} = 2,34 \text{ MN/m}^2$$

**Návrh vyhovuje.**

$$v_{Ed,1} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{d \cdot u_1} = \frac{1,15 \cdot 519,57 \cdot 10^3}{213 \cdot 3876} = 0,73 \text{ N/mm}^2 = 0,73 \text{ MN/m}^2$$

$$k = \min\left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}; 2\right) = \min\left(1 + \sqrt{\frac{200}{213}}; 2\right) = 1,97$$

$$v_{Rd,C} = C_{Rd,C} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_c \cdot f_{ck}} = 0,12 \cdot 2 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,005 \cdot 30} = 0,59 \text{ MN/m}^2$$

$$v_{Rd,kmax} = v_{Rd,C} \cdot k_{max} = 0,59 \cdot 1,45 = 0,85 \text{ MN/m}^2$$

$$v_{Rd,kmax} = 0,85 \text{ MN/m}^2 > v_{Ed,1} = 0,73 \text{ MN/m}^2$$

**Návrh vyhovuje. Není potřeba navrhovat hlavičky.**

Vnitřní sloup  
 $\beta = 1,15$

Odhadovaný stupeň  
vyztužení  
 $\rho_c = 0,5\%$   
 $C_{Rd,C} = 0,12$   
Součinitel maximální  
únosnosti pro  
 $h_d = 200 \text{ mm}$   
 $k_{max} = 1,45$

## 1.5 Posouzení možnosti bezhlavicové stropní desky (NP)

Stálé zatížení	$f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$L_x$ [m]	$L_y$ [m]	$F_k$ [kN]	$n$ [-]	$\gamma_G$ [-]	$F_{d,sl}$ [kN]
Stropní deska PP	5	4,925	5,35	131,75	1	1,35	177,87
Podlaha	0,75			19,77	1		26,69
Příčky	2			52,70	1		71,15
<b>Celkové stálé zatížení</b>						<b><math>G_{d,sl} =</math></b>	<b>275,71</b>

Proměnné zatížení	$f_k$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$L_x$ [m]	$L_y$ [m]	$F_k$ [kN]	$n$ [-]	$\gamma_Q$ [-]	$F_{d,sl}$ [kN]
Byt	1,5	4,925	5,35	39,53	1	1,5	59,30
<b>Celkové proměnné zatížení</b>						<b><math>Q_{d,sl} =</math></b>	<b>59,30</b>

<b>Celková posouvající síla v místě sloupu</b>	<b><math>V_{ed} = 335,01 \text{ kN}</math></b>
--	--

Krytí stropní desky:

Předpokládaná výztuž  
desky  
 $\phi_d = 12 \text{ mm}$

$$c_{min,b} \geq \phi_d = 12 \text{ mm}$$

Základní konstrukční třída S4 -> S3 (beton C30/37) -> S2 (desková  
konstrukce) ->  $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

$$\Delta c_{dev} = 5 \sim 10 \text{ mm}$$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = \max(12; 10 + 0 - 0 - 0; 10) = 12 \text{ mm}$$

$$c_{nom,d} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 12 + 10 = 22 \text{ mm}$$

**Navrhuji krytí výztuže stropní desky 25 mm.**

Těžiště výztuže:

$$d_1 = h_d - c - \frac{3}{2}\phi = 200 - 25 - \frac{3}{2} \cdot 12 = 157 \text{ mm}$$

$$d_2 = h_d - c - \frac{\phi}{2} = 200 - 25 - \frac{12}{2} = 169 \text{ mm}$$

$$d = \frac{d_1 + d_2}{2} = \frac{157 + 169}{2} = 163 \text{ mm}$$

Posuzovaný obvod:

$$u_0 = 4 \cdot a = 4 \cdot 300 = 1200 \text{ mm}$$

$$u_1 = 2\pi \cdot r + 4 \cdot a = 2\pi \cdot 2d + 4 \cdot a = 2\pi \cdot 2 \cdot 163 + 4 \cdot 300 = 3248 \text{ mm}$$

Smykové napětí:

Vnitřní sloup  
 $\beta = 1,15$

$$v_{Ed,0} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{d \cdot u_0} = \frac{1,15 \cdot 335,01 \cdot 10^3}{163 \cdot 1200} = 1,97 \text{ N/mm}^2 = 1,97 \text{ MN/m}^2$$

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

$$v_{Rd,max} = 0,4 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,4 \cdot 0,528 \cdot 20 = 4,22 \text{ MN/m}^2$$

$$v_{Rd,max} = 4,22 \text{ MN/m}^2 > v_{Ed,0} = 1,97 \text{ MN/m}^2$$

**Návrh vyhovuje.**

$$v_{Ed,1} = \frac{\beta \cdot V_{Ed}}{d \cdot u_1} = \frac{1,15 \cdot 335,01 \cdot 10^3}{163 \cdot 3248} = 1,03 \text{ N/mm}^2 = 0,73 \text{ MN/m}^2$$

$$k = \min\left(1 + \sqrt{\frac{200}{d}}; 2\right) = \min\left(1 + \sqrt{\frac{200}{163}}; 2\right) = 2$$

Odhadovaný stupeň  
 vyztužení

$$\rho_c = 0,5\%$$

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

Součinitel maximální

únosnosti pro

$$h_d = 200 \text{ mm}$$

$$k_{max} = 1,45$$

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot \sqrt[3]{100 \cdot \rho_c \cdot f_{ck}} = 0,12 \cdot 2 \cdot \sqrt[3]{100 \cdot 0,005 \cdot 30} = 0,59 \text{ MN/m}^2$$

$$v_{Rd,kmax} = v_{Rd,c} \cdot k_{max} = 0,59 \cdot 1,45 = 0,85 \text{ MN/m}^2$$

$$v_{Rd,kmax} = 0,85 \text{ MN/m}^2 > v_{Ed,1} = 0,73 \text{ MN/m}^2$$

**Návrh vyhovuje. Není potřeba navrhovat hlavici.**

## 1.6 Návrh rozměrů obvodových ztužujících trámů

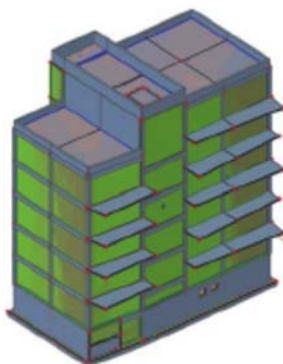
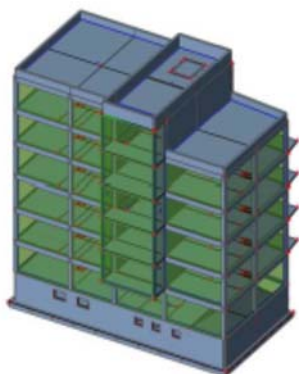
$$h_t = \frac{L}{12} \sim \frac{L}{12} = \frac{5650}{12} \sim \frac{5650}{10} = 471 \sim 565 \text{ mm}$$

$$b_t \cong 0,5 \cdot h_t = 0,5 \cdot 500 = 250 \text{ mm}$$

**Navrhuji trám výšky  $h_t = 500 \text{ mm}$  a šířky  $b_t = 300 \text{ mm}$  s ohledem na rozměry sloupů.**

## 1.7 Návrh rozměrů stěn

S ohledem na rozměry sloupů, na požadavky na tloušťku konstrukce z vodonepropustného betonu a na snížení pravděpodobnosti vzniku vážných trhlin v konstrukci z vodonepropustného betonu navrhuji železobetonové stěny  $t_s = 300 \text{ mm}$ .



Konstrukční výška PP  
 $v_{PP} = 3 \text{ m}$

Tloušťka desky PP  
 $h_{d,PP} = 250 \text{ mm}$

Konstrukční výška NP  
 $v_{NP} = 3,3 \text{ m}$

Tloušťka desky NP  
 $h_{d,NP} = 200 \text{ mm}$

## 2 Model ve SCIA Engineer (výpočet zatížení)

### 2.1 Výpočet liniových sil od nenosných konstrukcí

#### 2.1.1 Zatížení od pórobetonového zdiva Ytong P2-400

Objemová tíha:

$$\gamma = 5 \text{ kN/m}^3$$

Tloušťka zdiva:

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

Liniové zatížení pod trámem:

$$g_k = \gamma \cdot b \cdot (v_{NP} - h_t) = 5 \cdot 0,3 \cdot (3,3 - 0,5) = 4,2 \text{ kN/m}'$$

Liniové zatížení pod stropní deskou:

$$g_k = \gamma \cdot b \cdot (v_{NP} - h_{d,NP}) = 5 \cdot 0,3 \cdot (3,3 - 0,2) = 4,65 \text{ kN/m}'$$

#### 2.1.2 Zatížení od pórobetonového zdiva Ytong P2-500

Objemová tíha:

$$\gamma = 6 \text{ kN/m}^3$$

Tloušťka zdiva:

$$b = 150 \text{ mm}$$

Liniové zatížení pod stropní deskou PP:

$$g_k = \gamma \cdot b \cdot (v_{PP} - h_{d,PP}) = 6 \cdot 0,15 \cdot (3 - 0,25) = 2,475 \text{ kN/m}'$$

Liniové zatížení pod stropní deskou NP:

$$g_k = \gamma \cdot b \cdot (v_{NP} - h_{d,NP}) = 6 \cdot 0,15 \cdot (3,3 - 0,2) = 2,79 \text{ kN/m}'$$

Liniové zatížení pod zvýšeným stropem 6.NP (ve střední části objektu):

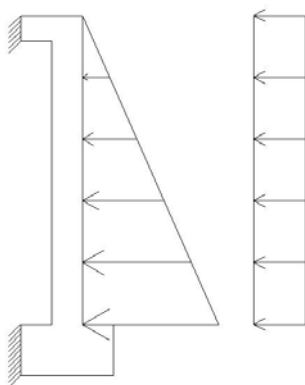
$$g_k = \gamma \cdot b \cdot (v_{6NP} - h_{d,NP}) = 6 \cdot 0,15 \cdot (3,7 - 0,2) = 3,15 \text{ kN/m}'$$

Liniové zatížení na podestu pod zvýšeným stropem 6.NP:

$$g_k = \gamma \cdot b \cdot (v_{6NP,podesta} - h_{d,NP}) = 6 \cdot 0,15 \cdot (5,2 - 0,2) = 4,5 \text{ kN/m}'$$

Výška atiky 1  
 $v_{a1} = 750 \text{ mm}$

Výška atiky 2  
 $v_{a1} = 1250 \text{ mm}$



Převýšení rampy  
1,6 m

### 2.1.3 Zatížení od lehkého obvodového pláště

Plošná hmotnost:

$$gm = 100 \text{ kg/m}^2$$

Liniové zatížení na typické podlaží:

$$g_k = g \cdot gm \cdot v_{NP} = 10 \cdot 100 \cdot 3,3 = 1000 \text{ N/m}' = 3,3 \text{ kN/m}'$$

Liniové zatížení pod střechou (k atice):

$$g_k = g \cdot gm \cdot (v_{6NP} + v_{a1}) = 10 \cdot 100 \cdot (3,3 + 0,75) = 1000 \text{ N/m}' = 4,05 \text{ kN/m}'$$

Liniové zatížení pod zvýšeným stropem 6.NP (k atice):

$$g_k = g \cdot gm \cdot (v_{6NP} + v_{a2}) = 10 \cdot 100 \cdot (3,7 + 1,25) = 1000 \text{ N/m}' = 4,95 \text{ kN/m}'$$

## 2.2 Zatížení zemním tlakem

Typ zatížení zemním tlakem: zemní tlak v klidu

Objemová tíha přirozeně vlhké zeminy:

$$\gamma' = 19 \text{ kN/m}^3$$

Úhel smykového tření:

$$\varphi'_d = 32,5^\circ$$

Soudržnost zeminy:

$$c' = 0$$

### 2.2.1 Zemní tlak na suterénní stěnu

$$k_0 = 1 - \sin\varphi' = 1 - \sin 32,5^\circ = 0,4627$$

$$\sigma_k = \gamma' \cdot k_0 \cdot v_{PP} = 19 \cdot 0,4627 \cdot 3 = 26,38 \text{ kN/m}^2$$

### 2.2.2 Zemní tlak na stěnu pod rampou

$$\sigma_k = \gamma' \cdot k_0 \cdot (v_{PP} - 1,6) = 19 \cdot 0,4627 \cdot (3 - 1,6) = 12,31 \text{ kN/m}^2$$

Kategorie zatížení  
dle EN 1991-1-1

Jednotlivá provozní  
zatížení představují  
zatížení na jedno pole.  
Proto je používán vztah  
„standard“.

## 2.3 Třídy zatížení

### 2.3.1 Skupiny zatížení

Číslo skupiny	Jméno	Vztah	Typ zatížení	Kategorie
SZ1	Stálé	-	stálé	-
SZ2	Přítížení zeminy	standard	proměnné	F
SZ3	Zatížení rampy	standard	proměnné	F
SZ4	Zatížení střechy	standard	proměnné	H
SZ5	Zatížení sněhem	standard	proměnné	Sníh
SZ6	Zatížení obchodu	standard	proměnné	D
SZ7	Zatížení obytných prostor	standard	proměnné	A
SZ8	Zatížení větrem	výběrová	proměnné	Vítr

### 2.3.2 Zatěžovací stavy

Číslo stavu	Jméno	Skupina zatížení
ZS1	Vlastní tíha	SZ1
ZS2	Skladby	SZ1
ZS3	Zábradlí, příčky a obvodový plášť	SZ1
ZS4	Zatížení zeminou	SZ1
ZS5 – ZS8	Nahodilé přítížení zeminy	SZ2
ZS9 – ZS10	Provozní zatížení rampy	SZ3
ZS11 – ZS19	Provozní zatížení střechy	SZ4
ZS20	Zatížení sněhem	SZ5
ZS21 – ZS24	Provozní zatížení obchodu	SZ6
ZS25 – ZS84	Provozní zatížení obytných prostor	SZ7
ZS85 – ZS100	3DVítr	SZ8

3D vítr generován  
automaticky  
na zatěžovací panely,  
které přenášejí zatížení  
do sloupů, trámů  
a desek.

### 2.3.3 Kombinace zatížení

Číslo kombinace	Jméno	Typ kombinace
CO1	MSÚ obálka	EN-MSÚ (STR/GEO) Soubor B
CO2	Mimořádné 2 obálka	EN-mimořádné 2



Rozměr prostupu v desce netvoří více než 1/2 sloupového pruhu. Je tedy možné použít MSM.

Zatížení od stropní desky  
 $g_{str} = 25 \cdot 0,2 = 5 \text{ kN/m}^2$

Skladba podlahy  
 $g_{pod} = 0,75 \text{ kN/m}^2$

Zatížení od příček  
 $g_{př} = 2 \text{ kN/m}^2$

Provozní zatížení  
 $q_k = 1,5 \text{ kN/m}^2$

## 2.4 Ověření modelu metodou součtových momentů

Zatížení na stropní desku:

$$f_d = \gamma_g \cdot \sum g_{k,i} + \gamma_q \cdot \sum q_{k,i} = 1,35 \cdot (5 + 0,75 + 2) + 1,5 \cdot 1,5 = 12,71 \text{ kN/m}^2$$

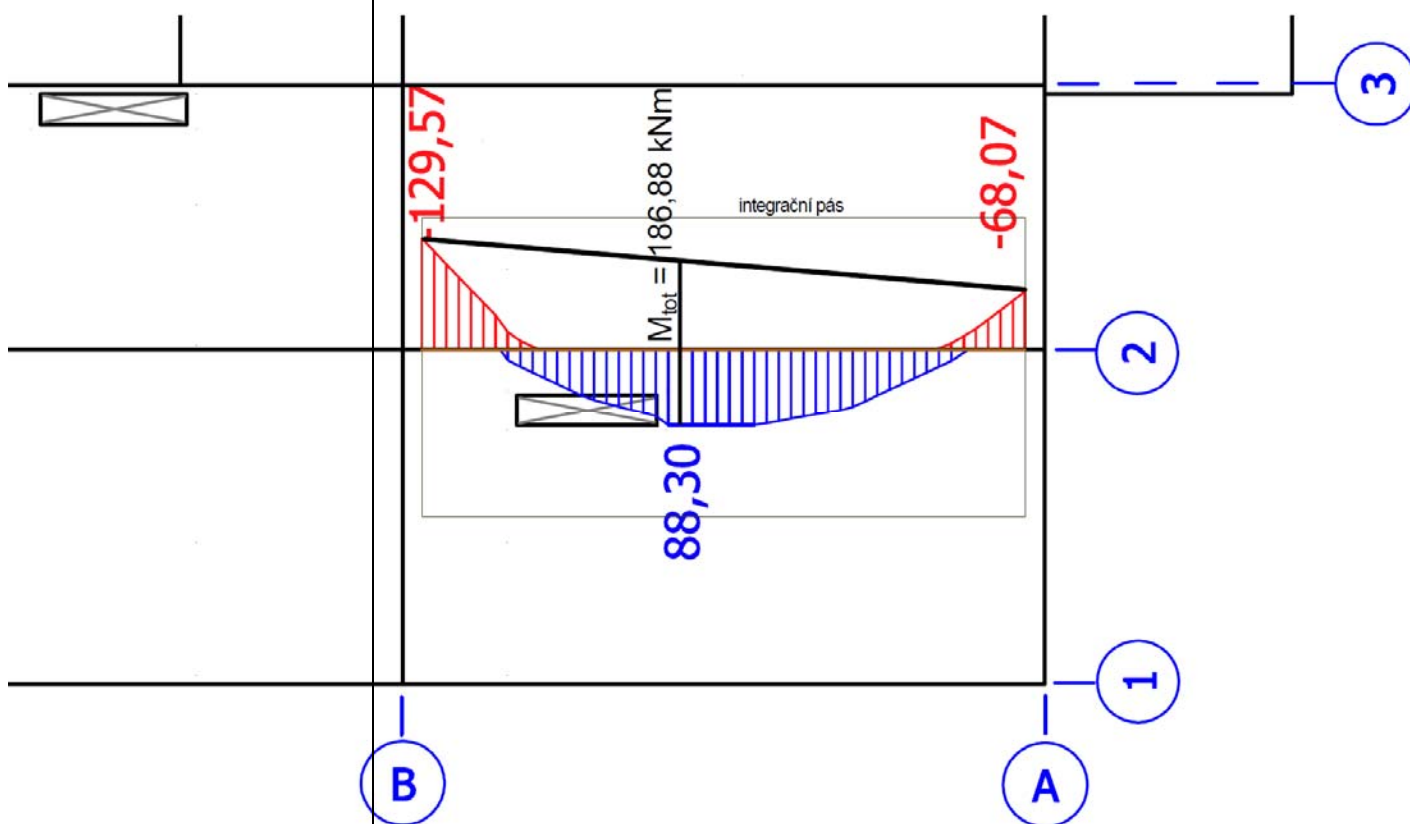
Světlé rozpětí:

$$L = 5,050 - 0,3 = 4,75 \text{ m}$$

Totální moment v pruhu A2-B2:

$$M_{tot} = \frac{1}{8} \cdot f_d \cdot B \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 12,71 \cdot \left( \frac{5,5 + 4,35}{2} \right) \cdot 4,75^2 = 176,58 \text{ kNm}$$

Moment  $M_y$  ve stropní desce v integračním pásu z modelu SCIA:



$$M_{tot,SCIA} = 186,88 \text{ kNm}$$

Poměr spočteného momentu a momentu z modelu:

$$\frac{M_{tot,SCIA}}{M_{tot}} = \frac{186,88}{176,58} = 105,8 \%$$

Ručním ověřením modelu byla zjištěna odchylka v momentu stropní desky pouze 5,8 %. Tato odchylka je přípustná a dá se vysvětlit kromě jiného rozdílnou distribucí momentu kolem otvoru šachty a vlivem nerovnoměrně uspořádaných příček. Model je v tomto případě na straně bezpečnosti.

Pole D01, D02, D04,  
D05, D10, D11  
Viz příloha 12  
(Výkres tvaru 1NP)

Předpokládaná výztuž  
desky  
 $\phi_d = 10 \text{ mm}$

$\Delta c_{dev} = 5 \sim 10 \text{ mm}$

Beton C30/37  
 $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$   
Ocel B500B  
 $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

$d = 163 \text{ mm}$  viz str. 7

Max průměr kameniva  
 $d_g = 16 \text{ mm}$

### 3 Dimenzování a posudky

#### 3.1 Návrh stropní desky a balkonové konzoly (1.NP)

##### 3.1.1 Návrh stropní desky za běžné teploty

Krytí:

$$c_{min,b} \geq \phi_d = 10 \text{ mm}$$

Základní konstrukční třída S4 -> S3 (beton C30/37) -> S2 (desková konstrukce) ->  $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = \max(10; 10 + 0 - 0 - 0; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom,d} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

**Navrhuji krytí výztuže stropní desky  $c = 20 \text{ mm}$ .**

Konstrukční zásady

$$A_{s,min} = \max\left(0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot d; 0,0013 \cdot d\right) = \max\left(0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 0,163; 0,0013 \cdot 0,163\right) = 245,8 \text{ mm}^2/m$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,2 = 8000 \text{ mm}^2/m$$

$$s_{max} = \min(2 \cdot h; 300) = \min(2 \cdot 200; 300) = 300 \text{ mm}$$

$$s_{světla,min} = \max(1,2 \cdot \phi; d_g + 5; 20) = \max(1,2 \cdot 10; 16 + 5; 20) = 21 \text{ mm}$$

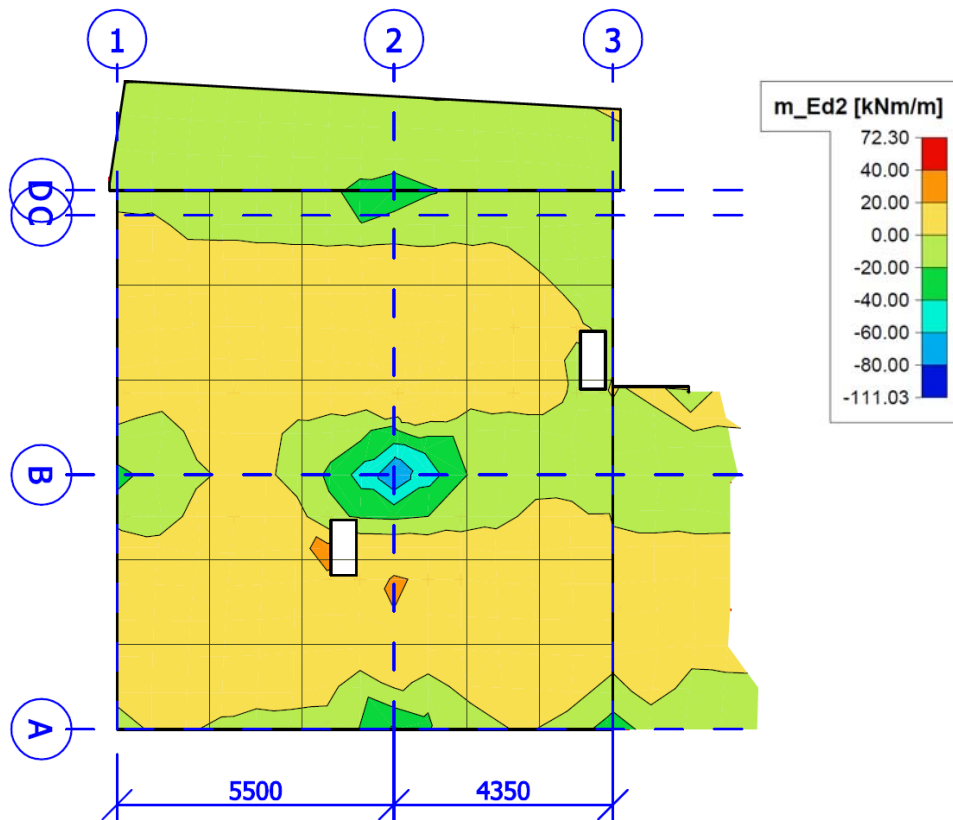
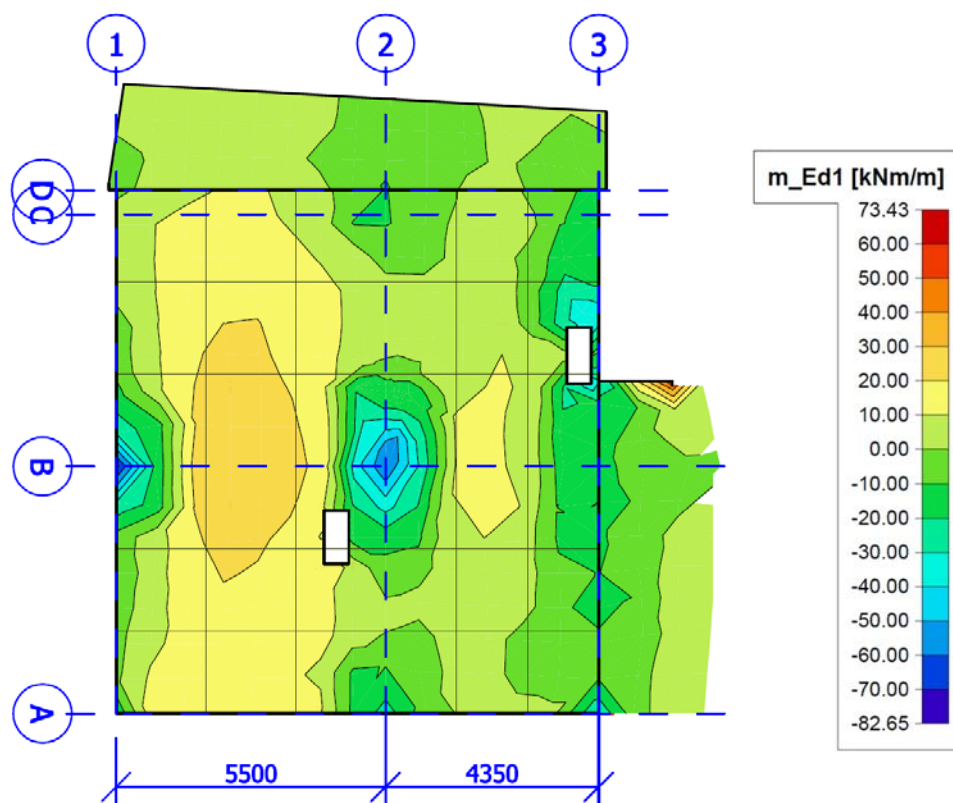
Konstrukční výztuž:

$$\phi_{k.v.} = 8 \text{ mm}$$

Redukováno a  
redistribučováno  
integračními pásy po  
třetině rozpětí

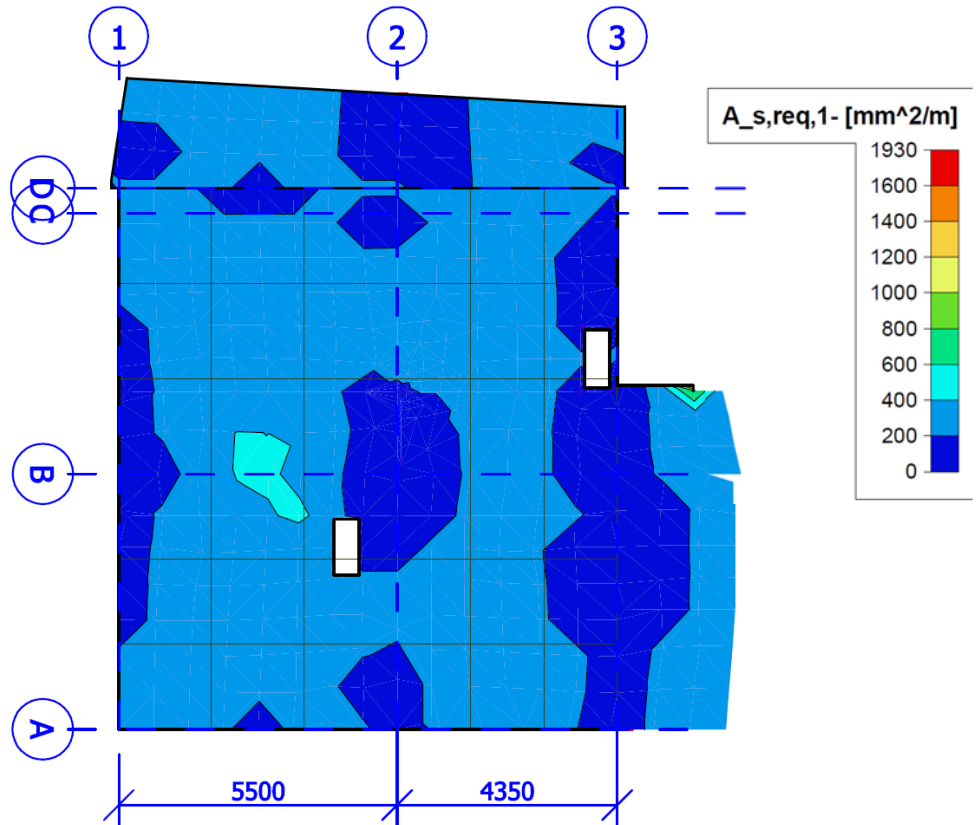
Navrhovaná oblast:  
A-D, 1-3

Dimenzační momenty:

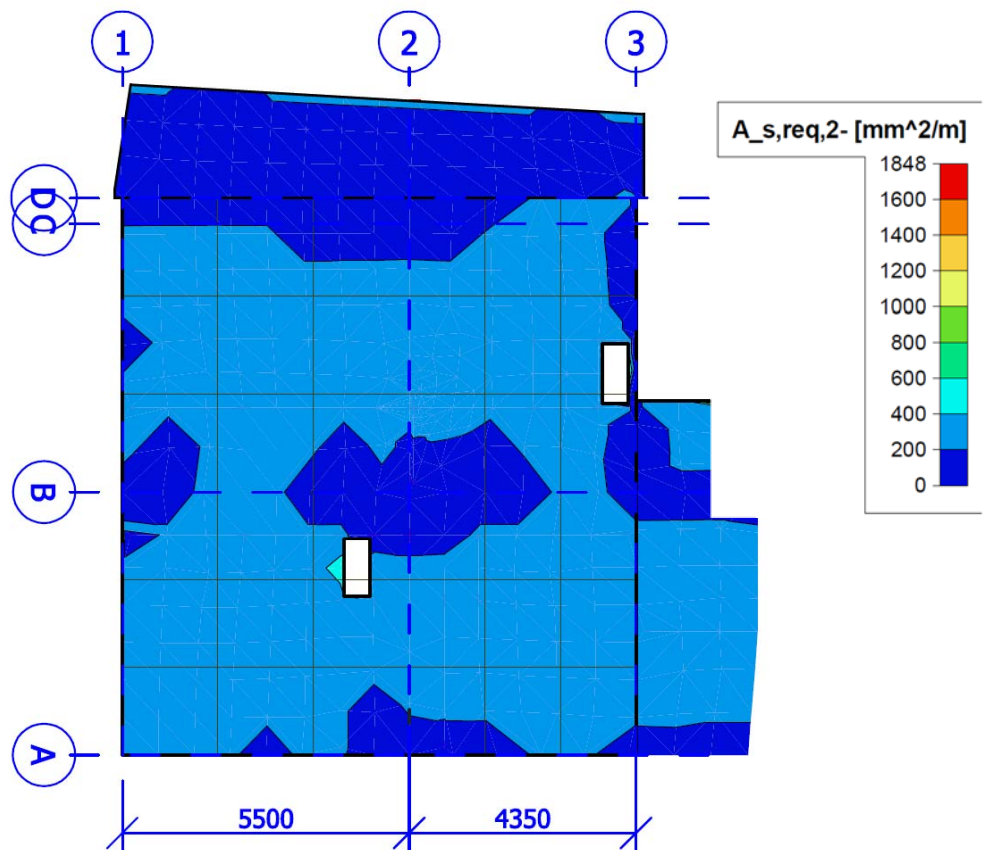


Požadovaná výztuž  $A_{s,req}$ :

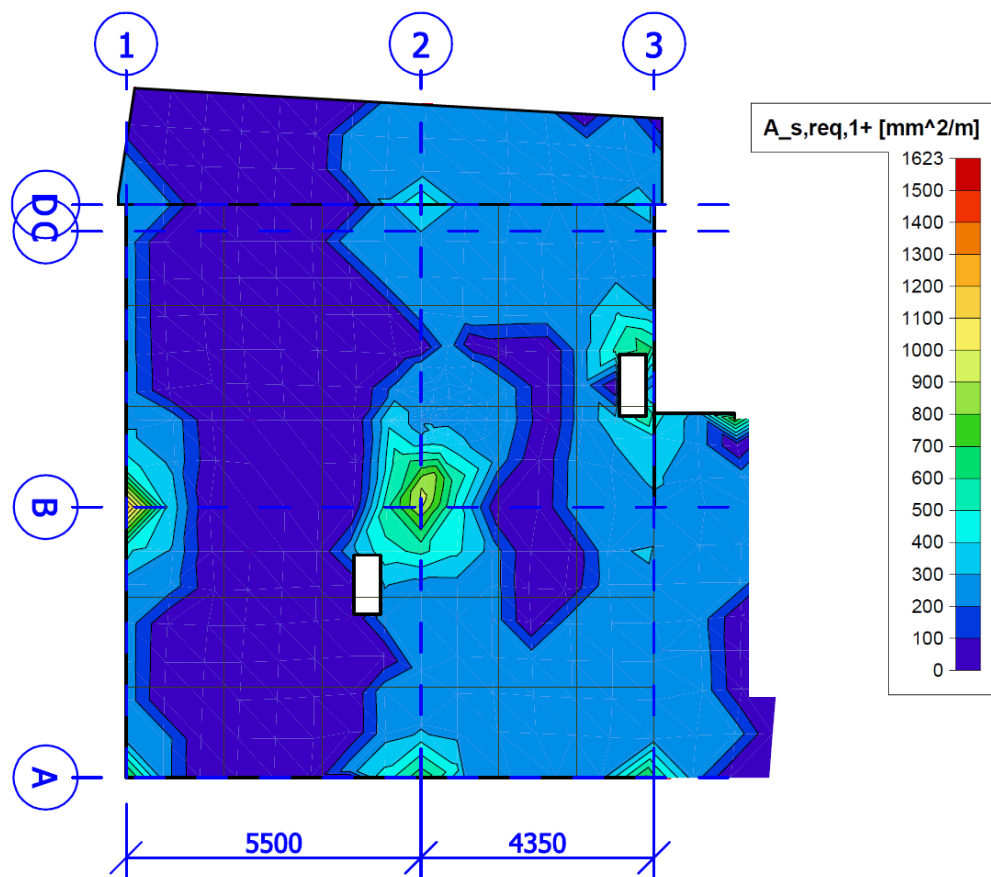
Spodní výztuž ve směru osy x (2. řada)



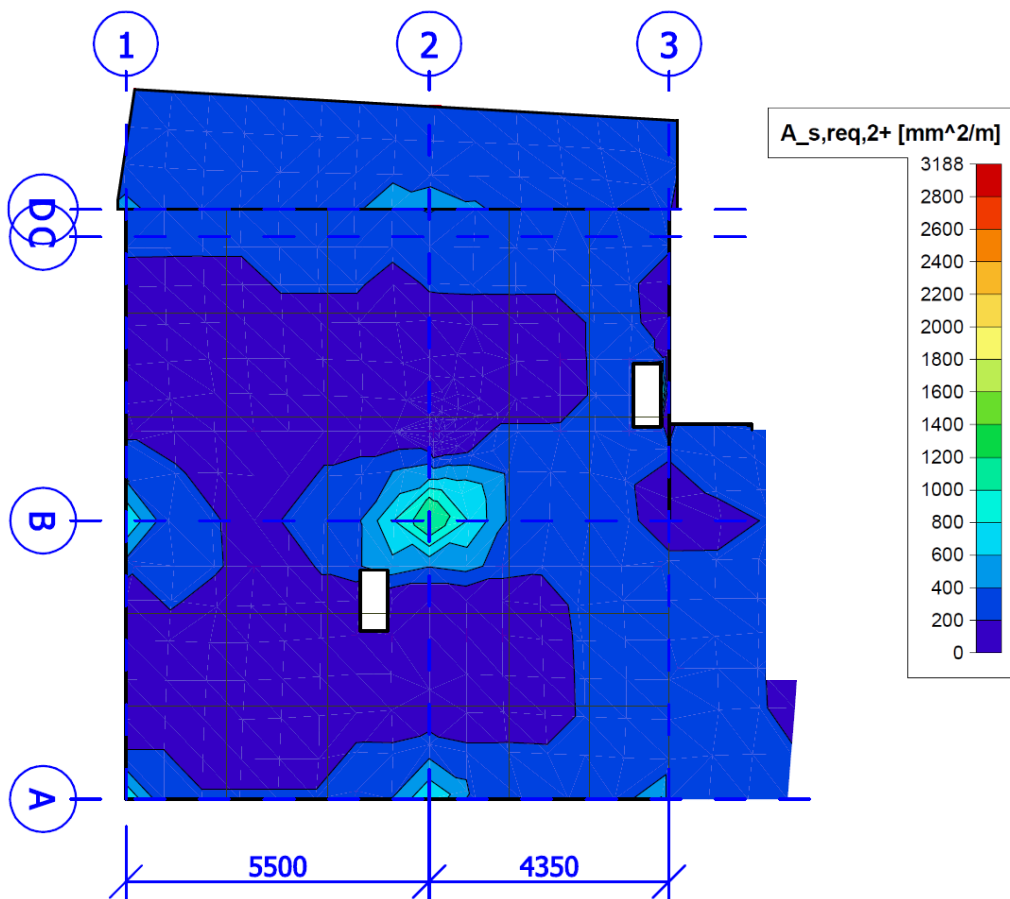
Spodní výztuž ve směru osy y (1. řada)



Horní výztuž ve směru osy x (2. řada)



Horní výztuž ve směru osy y (1. řada)



Návrh výztuže:

Umístění	$A_{s,req,1-}$	$A_{s,req,2-}$	$A_{s,req,1+}$	$A_{s,req,2+}$
	[mm <sup>2</sup> /m]	[mm <sup>2</sup> /m]	[mm <sup>2</sup> /m]	[mm <sup>2</sup> /m]
	$A_{s,prov,1-}$	$A_{s,prov,2-}$	$A_{s,prov,1+}$	$A_{s,prov,2+}$
	[mm <sup>2</sup> /m]	[mm <sup>2</sup> /m]	[mm <sup>2</sup> /m]	[mm <sup>2</sup> /m]
	s	s	s	s
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
A1	377	377	756	818
	392,7	392,7	785,4	872,7
	200	200	100	90
A1-B1	0	377	377	0
	392,7	392,7	392,7	167,6*
	200	200	200	300*
B1	0	0	1299	818
	424,5	785,4	1309,0	872,7
	175	100	60	90
B1-D1	0	377	377	0
	392,7	392,7	392,7	167,6*
	200	200	200	300*
D1	377	0	377	377
	392,7	392,7	392,7	392,7
	200	200	200	200
A1-A2	0	0	0	377
	392,7	392,7	167,6*	392,7
	200	200	300*	200
A1-A2-B1-B2	377	377	0	0
	392,7	392,7	167,6*	167,6*
	200	200	300*	300*
B1-B2	424	377	0	377
	424,5	392,7	167,6*	392,7
	175	200	300*	200
B1-B2-D1-D2	377	377	0	0
	392,7	392,7	167,6*	167,6*
	200	200	300*	300*

\*Konstrukční výztuž  
 $\varnothing_{k.v.} = 8 \text{ mm}$

Nosná výztuž u  
 $A_{s,req} = 0$  je výztuž  
z pole zakotvená za  
podporu

D1-D2	0	0	0	377
	392,7	392,7	167,6*	392,7
	200	200	300*	200
A2	0	0	691	828
	785,4	413,4	714,0	872,7
	100	190	110	90
A2-B2	377	404	377	0
	392,7	413,4	392,7	167,6*
	200	190	200	300*
B2	0	0	952	1250
	817,2	606,1	981,75	1309,0
	95	130	80	60
B2-D2	377	377	377	0
	392,7	392,7	392,7	167,6*
	200	200	200	300*
D2	377	0	417	438
	785,4	392,7	424,5	448,8
	100	200	185	175
A2-A3	377	377	377	377
	392,7	392,7	392,7	392,7
	200	200	200	200
A2-A3-B2-B3	377	377	377	377
	392,7	392,7	392,7	392,7
	200	200	200	200
B2-B3	377	0	0	377
	392,7	167,6*	167,6*	392,7
	200	300*	300*	200
B2-B3-D2-D3	377	377	0	0
	392,7	392,7	167,6*	167,6*
	200	200	300*	300*
D2-D3	377	377	377	377
	392,7	392,7	392,7	392,7
	200	200	200	200

A3	0	0	633	377
	785,4	392,7	654,5	392,7
	100	200	120	200
A3-B3	0	377	377	377
	167,6*	392,7	392,7	392,7
	300*	200	200	200
B3	0	0	377	0
	392,7	785,4	392,7	167,6*
	200	100	200	300*
B3-D3	0	377	661	377
	392,7	392,7	683,0	392,7
	200	200	115	200
D3	377	0	377	377
	392,7	392,7	392,7	392,7
	200	200	200	200

Kotevní délka hlavní nosné výztuže:

Beton C30/37

$f_{ctk,0,05} = 2 \text{ MPa}$

Dobré podmínky

soudržnosti

$\eta_1 = 1,0$

Koeficient soudržnosti

zohledňující prut  $\phi =$

10 mm

$\eta_2 = 1,0$

Vzhledem k téměř

plnému využití výztuže

v některých oblastech

uvažují  $\frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 1$

Součinitele  $\alpha$  z TAB 8.2

ČSN EN 1992-1-1

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,0 \cdot 2,0}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = 1 \cdot 435 = 435 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{10}{4} \cdot \frac{435}{3} = 362,5 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 362,5; 10 \cdot 10; 100) = 108,75 \text{ mm}$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c\right) = \min\left(\frac{60 - 10}{2}; 20\right) = 20 \text{ mm} < 3 \cdot \phi = 30 \rightarrow \alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{20 - 10}{10} = 0,85$$

$$\alpha_{2,háky} = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - 3 \cdot \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{20 - 3 \cdot 10}{10} > 1 \rightarrow \alpha_{2,háky} = 1$$

$$\alpha_3 = 1$$

$$\alpha_4 = 1$$



$$\alpha_5 = 1$$

$$l_{bd,10} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,10} = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 362,5 = 308 \text{ mm} \rightarrow 310 \text{ mm}$$

$$l_{bd,10,háky} = \alpha_1 \cdot \alpha_{2,háky} \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,10} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 362,5 = 362,5 \text{ mm} \rightarrow 365 \text{ mm}$$

**Navrhuji kotevní délku pro nosnou výztuž  $l_{bd,10} = 310 \text{ mm}$  pro přímé kotvení a  $l_{bd,10,háky} = 365 \text{ mm}$  pro kotvení háky.**

Kotevní délka konstrukční výztuže:

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{8}{4} \cdot \frac{435}{3} = 290 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 290; 10 \cdot 8; 100) = 100 \text{ mm}$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c\right) = \min\left(\frac{300-8}{2}; 20\right) = 20 \text{ mm} < 3 \cdot \phi = 24 \rightarrow \alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{20 - 8}{8} = 0,775$$

$$\alpha_{2,háky} = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - 3 \cdot \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{20 - 3 \cdot 8}{10} > 1 \rightarrow \alpha_{2,háky} = 1$$

$$\alpha_3 = 1$$

$$\alpha_4 = 1$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$l_{bd,8} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,8} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 290 = 225 \text{ mm} \rightarrow 230 \text{ mm}$$

$$l_{bd,8,háky} = \alpha_1 \cdot \alpha_{2,háky} \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,8} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 290 = 290 \text{ mm}$$

**Navrhuji kotevní délku pro konstrukční výztuž  $l_{bd,8} = 230 \text{ mm}$  pro přímé kotvení a  $l_{bd,8,háky} = 290 \text{ mm}$  pro kotvení háky.**

Návrh prutů je zbytečně komplikovaný a nepřehledný. Proto by byla navržena spíše síť s případným zhuštěním v oblastech s vyššími momenty.

Vzhledem k rozsahu práce bude ale tento návrh vypuštěn.

### 3.1.2 Posouzení stropní desky za požáru

Tabulkové posouzení:

Tloušťka desky  
 $h_d = 200 \text{ mm}$

Osová vzdálenost  
 výztuže od povrchu  
 $a = c + \frac{\phi}{2} = 20 + \frac{10}{2}$   
 $= 25 \text{ mm}$

Odpovídá REI 90  
 ( $h_{min} = 200 \text{ mm}$ )  
 ( $a_{min} = 25 \text{ mm}$ )

ČSN EN 1992-1-2 - TAB 5.9 – Nejmenší rozměry a osová vzdálenost výztuže od povrchu pro železobetonové a předpjaté betonové desky lokálně podepřené		
Normalizovaná požární odolnost	Nejmenší rozměry (mm)	
	tloušťka desky $h_s$	osová vzdálenost $a$
1	2	3
REI 30	150	10
REI 60	180	15
REI 90	200	25
REI 120	200	35
REI 180	200	45
REI 240	200	50

Požární odolnost posuzované stropní desky je REI 90. Požadovaná požární odolnost je REI 90. Stropní deska tedy vyhovuje.

## 3.2 Návrh železobetonového sloupu (S105, 1.NP)

### 3.2.1 Návrh sloupu za běžné teploty

Krytí třmínků:

$$c_{min,b} \geq \phi_d = 6 \text{ mm}$$

Základní konstrukční třída S4 -> S3 (beton C30/37) ->  $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = \max(6; 10 + 0 - 0 - 0; 10) = 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom,d} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

**Navrhuji krytí třmínků sloupu  $c_{sw} = 20 \text{ mm}$ .**

Krytí podélné výztuže:

$$c_{min,b} \geq \phi_d = 16 \text{ mm}$$

Základní konstrukční třída S4 -> S3 (beton C30/37) ->  $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

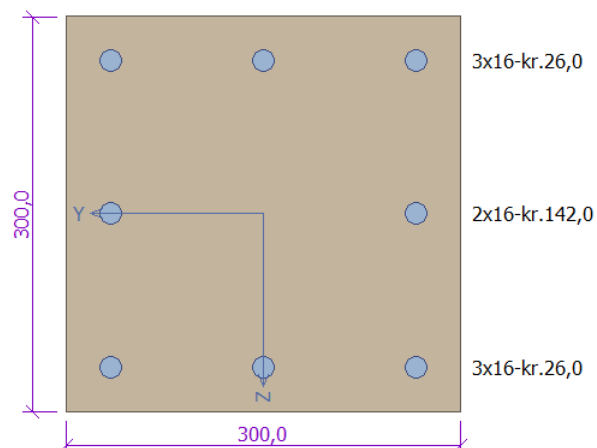
$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = \max(16; 10 + 0 - 0 - 0; 10) = 16 \text{ mm}$$

$$c_{nom,d} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 16 + 10 = 26 \text{ mm}$$

**Navrhuji krytí podélné výztuže sloupu  $c_{sl} = 26 \text{ mm}$ . Tomuto krytí vyhovuje i krytí a průměr třmínků.**

**Předběžný odhad vyztužení:  $8x \text{ } \phi 16, A_{s,prov} = 1608,5 \text{ mm}^2$**

$$\rho_s = 1,79\%$$



Předpokládaná výztuž  
sloupu (třmínky)  
 $\phi_{sw} = 6 \text{ mm}$

$$\Delta c_{dev} = 5 \sim 10 \text{ mm}$$

Předpokládaná výztuž  
sloupu (podélná)  
 $\phi_{sl} = 16 \text{ mm}$

$$\Delta c_{dev} = 5 \sim 10 \text{ mm}$$

Minimální stupeň vyztužení:

Název zatížení	N [kN]	My [kNm]	Mz [kNm]
Max N (dole)	-1834,70	2,34	-4,16

$$\rho_{s,min} = \max\left(\frac{0,10 \cdot N_{Ed,max}}{f_{yd} \cdot A_c}; 0,002\right) = \max\left(\frac{0,10 \cdot 1834,70}{435 \cdot 0,3 \cdot 0,3}; 0,002\right) = 0,00469 = 0,469\%$$

$$\rho_s = 1,79\% > \rho_{s,min} = 0,469\%$$

Maximální stupeň vyztužení:

$$\rho_{s,max} = 0,04 = 4\%$$

$$\rho_s = 1,79\% < \rho_{s,max} = 4\%$$

Minimální průměr prutu:

$$\phi_{sl} = 16 \text{ mm} > \phi_{min} = 12 \text{ mm}$$

Maximální osová vzdálenost výztuže:

$$s = \frac{h}{2} - c_{sl} - \frac{\phi_{sl}}{2} = \frac{300}{2} - 26 - \frac{16}{2} = 116 \text{ mm}$$

$$s = 116 \text{ mm} < s_{max} = 400 \text{ mm}$$

**Odhadovaná výztuž splňuje požadavky na konstrukční zásady.**

Vzpěr:

Směr	L [m]	$\beta$ [m]	$L_0$ [m]	i [mm]	$\lambda$
Ve směru y	3,3	0,55	1,808	87	20,87
Ve směru z	3,3	0,67	2,203	87	25,44

$$\lambda_z = 25,44 > \lambda_{lim,max} = 25$$

**Štíhlost ve směru osy z je vždy vyšší než limitní štíhlost. V tomto směru je tedy nutné uvažovat účinky druhého řádu pro všechny zatěžovací stavy.**

**Účinek druhého řádu ve směru osy y uvažován pouze v případě, že je limitní štíhlost pro konkrétní zatěžovací stav vyšší než štíhlost sloupu.**

Data o vzpěru vypočítána v modelu SCIA Engineer a odpovídají předpokladům.

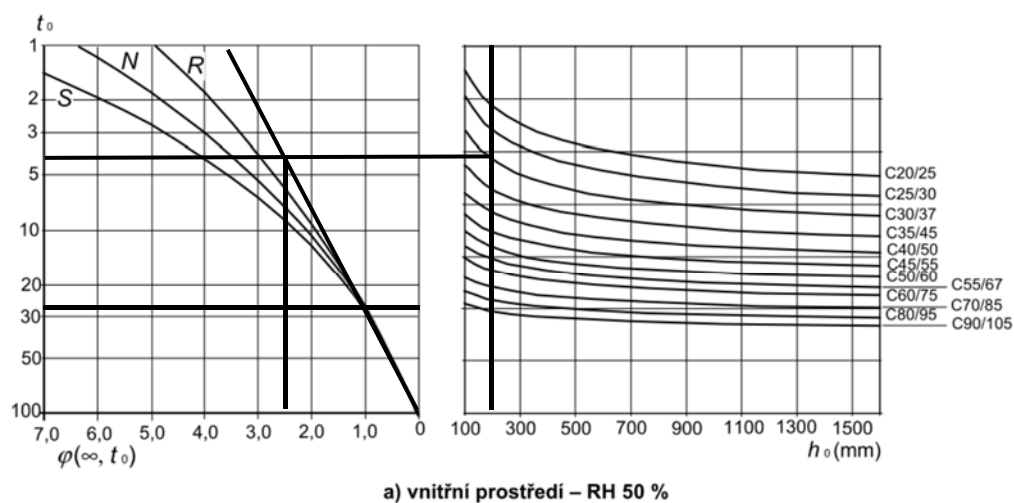
(konstrukce ztužená v ose y i z)

Příklad výpočtu limitní štíhlosti (zatěžovací stav  $Max N$  (dole)):

$$n = \frac{|N_{Ed}|}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{|-1834,70|}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20 \cdot 10^3} = 1,019$$

$$\omega = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}} = \frac{8 \cdot \pi \cdot \frac{16^2}{4} \cdot 434,8}{0,3 \cdot 0,3 \cdot 20} = 0,389$$

$$h_0 = \frac{2 \cdot A_c}{u} = \frac{2 \cdot 300 \cdot 300}{4 \cdot 300} = 150 \text{ mm}$$



$$\varphi_{(0;\infty)} = 2,461$$

$$\varphi_{eff} = \varphi_{(0;\infty)} \cdot \frac{M_{0,Eqp}}{M_{0,Ed}} = 2,461 \cdot \frac{4,16}{16,55} = 0,619$$

$$A = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot \varphi_{eff}} = \frac{1}{1 + 0,2 \cdot 0,619} = 0,890$$

$$B = \sqrt{1 + 2 \cdot \omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,389} = 1,333$$

$$C = 1,7 - 1 = 0,7$$

$$n = 0,941 \geq 0,41 \rightarrow \lambda_{lim} = \min\left(\frac{20 \cdot A \cdot B \cdot C}{\sqrt{n}}; 25\right) =$$

$$\min\left(\frac{20 \cdot 0,890 \cdot 1,333 \cdot 0,7}{\sqrt{1,019}}; 25\right) = 16,45$$

$$\lambda_{lim,z} = 16,45 > \lambda_z = 25,44$$

**Nutno provést podrobný výpočet podle teorie II. řádu**

$M_{0,Eqp}$  z kombinace  $CO_2$   
Kvazistálá kombinace  
v našem případě  
odpovídá kombinaci  
EC-Mimořádné 2.

Příklad posouzení v kritickém řezu (dolní řez):

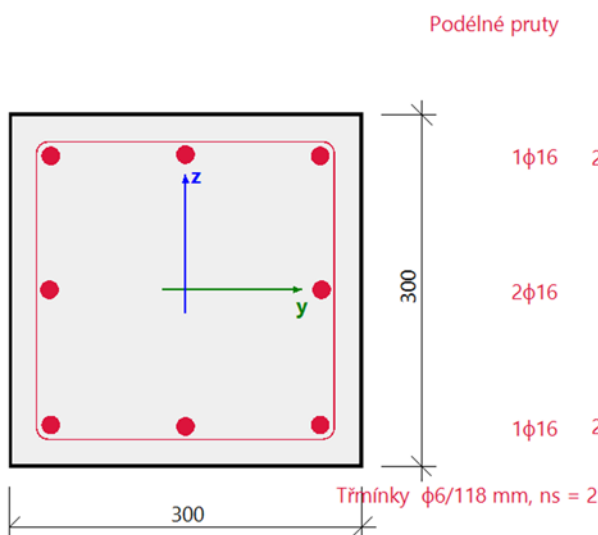
<b>Řez SC2</b>	<b>Obdélník (300; 300)</b>
ČSN EN 1992-1-1	Sloup S105 [dx = 0 m]

Délka prvku	Ld = 3.3 m
Vzpěrná délka y	Ly = 1.81 m
Vzpěrná délka z	Lz = 2.2 m

<b>Materiály</b>	
Beton	C30/37
Výztuž	B 500B

### Součinitele

Norma	ČSN EN 1992-1-1
Vlastnosti betonu	$\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1$
Vlastnosti betonářské výztuže	$\gamma_s = 1.15$



<b>Výztuž</b>	
Pod. výt.: 8φ16 mm, Celk. plocha = 1608 mm <sup>2</sup>	
Třímínky φ = 6 mm, A <sub>sw</sub> = 57 mm <sup>2</sup> , A <sub>sw,s</sub> = 481 mm <sup>2</sup> /m	
Krytí třímínku	
Horní	20 mm
Spodní	20 mm
Levý	20 mm
Pravý	20 mm

### Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota napětí na mezi kluzu podélné výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

### Síly

Z MKP výpočtu

$$N = -1835 \text{ kN} \quad M_y = 2.34 \text{ kNm} \quad M_z = -4.16 \text{ kNm}$$

Obsah kombinace:

1.35\*ZS1+1.35\*ZS2+1.35\*ZS3+1.35\*ZS4+1.50\*ZS11+1.50\*ZS12+1.50\*ZS13+1.50\*ZS14+  
1.50\*ZS15+1.50\*ZS16+1.50\*ZS17+1.50\*ZS20+1.50\*ZS25+1.50\*ZS26+1.50\*ZS27+  
1.50\*ZS28+1.50\*ZS31+1.50\*ZS32+1.50\*ZS33+1.50\*ZS34+1.50\*ZS35+1.50\*ZS36+  
1.50\*ZS37+1.50\*ZS41+1.50\*ZS42+1.50\*ZS43+1.50\*ZS44+1.50\*ZS45+1.50\*ZS46+  
1.50\*ZS47+1.50\*ZS48+1.50\*ZS49+1.50\*ZS52+1.50\*ZS53+1.50\*ZS54+1.50\*ZS55+  
1.50\*ZS56+1.50\*ZS57+1.50\*ZS61+1.50\*ZS62+1.50\*ZS63+1.50\*ZS64+1.50\*ZS65+  
1.50\*ZS66+1.50\*ZS67+1.50\*ZS68+1.50\*ZS69+1.50\*ZS70+1.50\*ZS71+1.50\*ZS72+  
1.50\*ZS76+1.50\*ZS77+1.50\*ZS78+1.50\*ZS79+1.50\*ZS80+1.50\*ZS81+1.50\*3DVítr10

Přepočet ohybových momentů.

Účinek 2. řádu: Ano

Imperfekce: Ano

$$N_{Ed} = -1835 \text{ kN} \quad M_{Edy} = 46.6 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = -36.7 \text{ kNm}$$

Prvek je uvažován jako samostatný prvek: Ne

Použit pro výpočet ekvivalentních momentů: Ano

## Vstupní údaje použité pro generování ID

Metoda posudku pro interakční diagram	$N_u M_u$
Dělení svislého přetvoření	250
Počet svislých řezů	36
Výslednice kroutícího momentu	$M_{res} = 59.3 \text{ kNm}$
Úhel výsledného momentu vztážený k $M_y$ směr v horizontální rovině $M_y$ - $M_z$	$\alpha_{M_y M_z} = -142^\circ$
Úhel výsledného momentu vztážený k $N$ směr ve vertikální rovině $N$ - $M_{res}$	$\alpha_{NM} = -88.2^\circ$

## Výpočet únosnosti

Únosnost v kladném směru  $N_{Rd+} = 600 \text{ kN}$   $M_{Rdy+} = 47 \text{ kNm}$   $M_{Rdz+} = 12 \text{ kNm}$

Únosnost v záporném směru  $N_{Rd-} = -1858 \text{ kN}$   $M_{Rdy-} = -15 \text{ kNm}$   $M_{Rdz-} = -37 \text{ kNm}$

## Shrnutí posudku

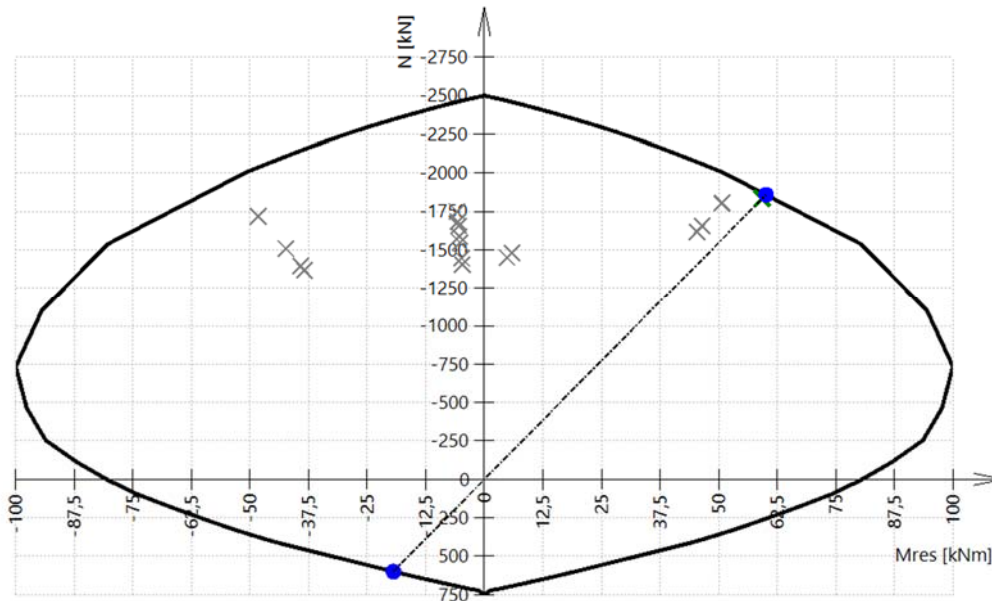
Síly:  $N_{Ed} = -1835 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 46.6 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = -36.7 \text{ kNm}$

Odolnost:  $N_{Rd} = -1858 \text{ kNm}$   $M_{Rdy} = 47 \text{ kNm}$   $M_{Rdz} = -37 \text{ kNm}$

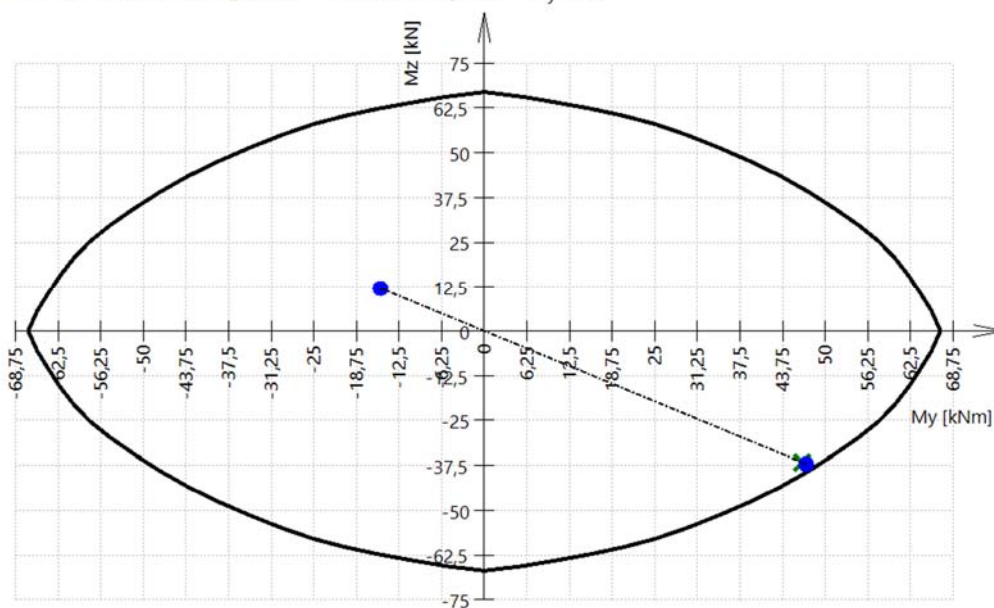
Výpočet jednotkového posudku.

$$UC = \frac{\sqrt{N_{Ed}^2 + M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2}}{\sqrt{N_{Rd}^2 + M_{Rdy}^2 + M_{Rdz}^2}} = \frac{\sqrt{-1835^2 + 46.6^2 + -36.7^2}}{\sqrt{-1858^2 + 47.2^2 + -37.2^2}} = 0.987 \leq 1 \quad \text{OK}$$

## 3D interakční diagram - svislý řez $N$ - $M_{res}$



### 3D interakční diagram - vodorovný řez $M_y$ - $M_z$



Kritická zatížení:

Využití podél sloupu (všechny zatěžovací stavy):

Název zatížení	$N_{Ed}$ $N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy}$ $M_{Rdy}$ [kNm]	$M_{Edz}$ $M_{Rdz}$ [kNm]	Využití
Max $N_{Ed}$ ,	-1834,70	46,62	-36,69	0,99
Max $M_{Edy}$	-1858,34	47,22	-37,17	
Min $M_{Edy}$	-1791,85	-35,84	-35,84	0,92
	-1939,31	-38,79	-38,79	
Max $M_{Edz}$	-1828,97	46,56	36,58	0,98
	-1857,65	47,29	37,15	
Min $M_{Edz}$	-1585,53	-31,71	-48,55	0,89
	-1782,60	-35,65	-54,59	

0,98 -	
0,98 -	
0,98 -	
0,98 -	
0,98 -	
0,98 -	
0,98 -	
0,98 -	
0,99 -	
0,99 -	
0,99 -	
0,99 -	
0,99 -	
0,99 -	
0,99 -	
0,99 -	

Návrh hlavní nosné výztuže vyhovuje s téměř plným využitím.



Beton C30/37

$$f_{ctk,0,05} = 2 \text{ MPa}$$

Dobré podmínky  
soudržnosti

$$\eta_1 = 1,0$$

Koeficient soudržnosti

$$\text{zohledňující prut } \phi = 16 \text{ mm}$$

$$\eta_2 = 1,0$$

Vzhledem k téměř

plnému využití výztuže

$$\text{uvažují } \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 1$$

Obálka  $V_{Edy}$

10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN
10,72 kN		-5,53 kN

11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN
11,37 kN		-4,23 kN

Obálka  $M_{Edx}$

0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm
0,29 kNm		-0,34 kNm

Stykování výztuží:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,0 \cdot 2,0}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = 1 \cdot 435 = 435 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi_{sl}}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{16}{4} \cdot \frac{435}{3} = 580 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,6 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,6 \cdot 580; 10 \cdot 16; 100) = 348 \text{ mm}$$

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 0,7 \cdot 1,4 \cdot 580 = 560 \text{ mm}$$

$$l_{styk,min} = \max(l_{b,min}; 20 \cdot \phi) = \max(348; 20 \cdot 16) = 348 \text{ mm}$$

Navrhují stykování délky  $l_0 = 560 \text{ mm}$ .

Návrh smykové výztuže a výztuže na kroucení:

$$s_{sw,max} = \min(15 \cdot \phi_{sl}; b; h; 300) = \min(15 \cdot 16; 300; 300; 300) = 240 \text{ mm}$$

$$s_{sw,podpora,max} = 0,6 \cdot s_{sw} = 0,6 \cdot 240 = 140 \text{ mm}$$

**Předběžný odhad vyztužení konstrukční smykovou výztuží  $\phi_{tř} = 6 \text{ mm}$**

**po  $s_{sw} = 240 \text{ mm}$ . V oblasti podpor budou první a poslední třmínek navrženy ve vzdálenosti  $50 \text{ mm}$  od stropních desek a první a poslední**

**4 třmínky (3 rozteče) budou navrženy po  $s_{sw,podpora} = 140 \text{ mm}$ .**

Posudek na smyk a kroucení uprostřed rozpětí sloupu (kritické zatížení):

<b>Řez SC3</b>		<b>Obdélník (300; 300)</b>	
ČSN EN 1992-1-1		Sloup S105 [dx = 1.65 m]	
Délka prvku	Ld = 3.3 m	<b>Materiály</b>	
Vzpěrná délka y	Ly = 1.81 m	Beton	C30/37
Vzpěrná délka z	Lz = 2.2 m	Podélná výztuž	B 500B
Norma	ČSN EN 1992-1-1	Smyková výztuž	B 500B

Podélné pruty

Tříminky  $\phi 6/240$  mm, ns = 2

Norma	ČSN EN 1992-1-1
Vlastnosti betonu	$\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1$
Vlastnosti betonářské výztuže	$\gamma_s = 1.15$
Součinitel pro efektní výšku	Coeff <sub>d</sub> = 0.9
Součinitel pro vnitřní rameno	Coeff <sub>z</sub> = 0.9

**Výztuž**

Pod. výzt: 8φ16 mm, Celk. plocha = 1608 mm<sup>2</sup>  
Tříminky  $\phi = 6$  mm,  $A_{sw} = 57$  mm<sup>2</sup>,  $A_{sw,s} = 236$  mm<sup>2</sup>/m

Krytí třímínku	
Horní	20 mm
Spodní	20 mm
Levý	20 mm
Pravý	20 mm

### Nastavení

Metoda výpočtu smykové únosnosti:

Standard

Limitní hodnota úhlu mezi ohybovými momenty a výslednicí smykových sil pro použití standardní metody:  $\alpha_{VM,lim} = 15^\circ$

Ekvivalentní tenkostěnný průřez

Automaticky

Úhel mezi tlakovou diagonálou v betonu a osou prvku: Uživatelské zadání:  $\theta_{inp} = 33.7^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{inp}) = 1.5$

### Síly

Obsah kombinace: 1.35\*ZS1+1.35\*ZS2+1.35\*ZS3+1.35\*ZS4+1.50\*ZS5+1.50\*ZS9+1.50\*ZS10+1.50\*ZS11+1.50\*ZS13+1.50\*ZS18+1.50\*ZS19+1.50\*ZS21+1.50\*ZS23+1.50\*ZS26+1.50\*ZS28+1.50\*ZS31+1.50\*ZS33+1.50\*ZS38+1.50\*ZS39+1.50\*ZS40+1.50\*ZS41+1.50\*ZS50+1.50\*ZS51+1.50\*ZS53+1.50\*ZS55+1.50\*ZS57+1.50\*ZS58+1.50\*ZS59+1.50\*ZS60+1.50\*ZS65+1.50\*ZS67+1.50\*ZS69+1.50\*ZS73+1.50\*ZS74+1.50\*ZS75+1.50\*ZS76+1.50\*ZS78+1.50\*ZS80+1.50\*3DVítr7

$N_{Ed} = -1542$  kN  $M_{Edy} = 30.8$  kNm  $M_{Edz} = -30.8$  kNm  $V_{Edy} = 0.401$  kN  $V_{Edz} = 11.4$  kN  $T_{Ed} = 0.169$  kNm

Úhel gradientu roviny přetvoření

Úhel smykové výslednice

$$\alpha_M = 135^\circ$$

$$\alpha_V = 88^\circ$$

Výslednice smykové síly

Rozdíl mezi úhly  $\alpha_M$  a  $\alpha_V$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{0.401^2 + 11.4^2} = 11.4 \text{ kN}$$

$$\alpha_{MV} = \text{abs}(\alpha_M - \alpha_V) = \text{abs}(135 - 88) = 47^\circ$$

Varování: Úhel mezi gradientem roviny přetvoření a výslednicí smykových sil je větší než limitní hodnota. Musí se použít metoda založená na iteračním postupu (dvouosý výpočet smyku), protože pro úhel větší než limitní hodnota se hodnoty 'd' a 'z' přepočtené do směru smykové síly rychle snižují.

## Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tahu

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk005}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 2}{1.5} = 1.33 \text{ MPa} \quad (3.15, 3.16)$$

## Výpočet úhlu mezi náhradní diagonálou a osou dílce

- minimální hodnota:

$$\theta_{\min} = 21.8^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{\min}) = 2.5 \quad (\S 6.2.3(2))$$

- maximální hodnota:

$$\theta_{\max} = 45^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{\max}) = 1 \quad (\S 6.2.3(2))$$

- vstupní/vypočítaná hodnota:

$$\theta = \theta_{\text{inp}} = 33.7^\circ, \cot(\theta) = 1.5$$

Poznámka: Automatický výpočet úhlu je vypnut, uvažuje se uživatelem zadaná hodnota.

## Posudek smyku a výpočet smykové únosnosti

### Parametry průřezu

Minimální šířka průřezu v tažené oblasti

$$y_{bw} = 0 \text{ mm}$$

$$z_{bw} = 0 \text{ mm}$$

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

Poznámka: Hodnota  $b_{w1}$  se spočte jako nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti kolmá k výslednici smykové síly.

Minimální šířka průřezu mezi taženou a tlačnou diagonálou

$$y_{bw1} = 0 \text{ mm}$$

$$z_{bw1} = 0 \text{ mm}$$

$$b_{w1} = 300 \text{ mm}$$

Poznámka: Hodnota  $b_{w1}$  se spočte jako nejmenší šířka průřezu mezi taženým a tlačným pásem kolmá k výslednici smykové síly.

Výška průřezu přepočtená do směru výslednice smykové síly

$$h = 310 \text{ mm}$$

Poznámka: Hodnota  $h$  se spočte jako šířka průřezu v těžišti ve směru výslednice smykové síly.

Plocha betonu průřezu

$$A_c = 0.09 \text{ m}^2$$

Efektivní výška přepočtená do směru výslednice smykové síly

$$d = 279 \text{ mm}$$

Rameno vnitřních sil přepočtené do směru výslednice smykové síly

$$z = 251 \text{ mm}$$

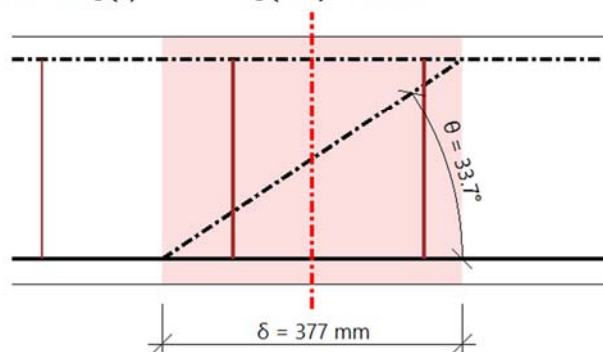
## Parametry smykové výztuže

### Vstupní parametry

Třmínky na délku průmětu smykové trhliny  $\delta = z \cdot \cot(\Theta) = 377 \text{ mm}$ , interval (-189; 189)

$$z = \text{Coeff}_d \cdot \text{Coeff}_z \cdot h = 0.9 \cdot 0.9 \cdot 0.31 = 0.251 \text{ m} \quad \delta = z \cdot \cotg(\theta) = 0.251 \cdot \cotg(33.7) = 377 \text{ mm}$$

ID	Zone	$x_s$ [mm]	$\phi_s$ [mm]	$s_s$ [mm]	$n_s$ []	$\alpha_s$ [°]	$f_{ywk}$ [MPa]
1	2	-100	6	240	2	90	500
2	2	140	6	240	2	90	500
Avg.	-	-	6	240	2	90	500



Počet stříhů třmínků

$$n_s = 2$$

Průměr výztuže

$$\phi_s = 6 \text{ mm}$$

Podélná vzdálenost třmínků

$$s_{inp} = 0.24 \text{ m}$$

Úhel odklonu třmínků od podélné osy prvků

$$\alpha_s = 90^\circ$$

Návrhová mez kluzu výztuže v tahu

$$f_{ywk} = 500 \text{ MPa}$$

Průřezová plocha smykové výztuže

$$A_{sw} = n_s \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 = 2 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 56.5 \text{ mm}^2$$

Maximální podélná vzdálenost třmínků

$$s_l = s_{inp} = 240 \text{ mm}$$

Průřezová plocha na metr

$$A_{swm} = \frac{A_{sw}}{s_l} = \frac{56.5 \cdot 10^{-6}}{0.24} = 236 \text{ mm}^2/\text{m}$$

### Parametry podélné výztuže

Plocha tažené výztuže

$$A_{sl} = 0 \text{ mm}^2$$

## Výpočet smykové únosnosti

Návrhová smyková únosnost dílce bez smykové výztuže

$\sigma_{ct,max} = -3.43 \text{ MPa} < f_{ctd} = 1.33 \text{ MPa} =>$  Průřez bez ohybových trhlin

Výpočet návrhové smykové únosnosti dílce bez smykové výztuže podle 12.6.3

Tlačená plocha betonu průřezu neporušeného trhlinami pro MSÚ zatížení

$$A_{cc} = 90000 \text{ mm}^2$$

Normálové napětí průřezu neporušeného trhlinami pro zatížení MSÚ

$$\sigma_{cp} = \frac{-N_{Ed}}{A_{cc}} = \frac{-1.54 \cdot 10^6}{0.09} = 17.1 \text{ MPa} \quad (12.3)$$

Limitní hodnota napětí od osové síly

$$\sigma_{clim} = f_{cd} - 2 \cdot \sqrt{f_{ctd} \cdot (f_{ctd} + f_{cd})} = 20 - 2 \cdot \sqrt{1.33 \cdot (1.33 + 20)} = 9.33 \text{ MPa} \quad (12.7)$$

Návrhová pevnost betonu ve smyku a tlaku

$$f_{cvd} = \sqrt{f_{ctd}^2 + \sigma_{cp} \cdot f_{ctd} - \left(\frac{\sigma_{cp} - \sigma_{clim}}{2}\right)^2} \quad (12.6)$$
$$= \sqrt{1.33 \cdot 10^6^2 + 17.1 \cdot 10^6 \cdot 1.33 \cdot 10^6 - \left(\frac{17.1 \cdot 10^6 - 9.33 \cdot 10^6}{2}\right)^2} = 3.07 \text{ MPa}$$

Součinitel pro smykové napětí

$$k = 1.5 \quad (§12.6.3(2)N)$$

Smykové napětí průřezu neporušeného trhlinami pro zatížení podle MSÚ

$$\tau_{cp} = \frac{k \cdot V_{Ed}}{A_{cc}} = \frac{1.5 \cdot 11378}{0.09} = 0.19 \text{ MPa} \quad (12.4)$$

Výpočet návrhové smykové únosnosti dílce bez smykové výztuže

$V_{Rdc}$  se spočte z rovnice 12.4, když  $\tau_{cp} = f_{cvd}$

$$V_{Rdc} = \frac{f_{cvd} \cdot A_{cc}}{k} = \frac{3.07 \cdot 10^6 \cdot 0.09}{1.5} = 184 \text{ kN}$$

Poznámka: Návrhová smyková únosnost dílce bez smykové výztuže se spočte podle čl. 12.6.3, protože v ohybu podle MSÚ není průřez oslaben trhlinami.

## Výpočet úhlu mezi náhradní diagonálou a osou dílce

Limitní hodnota úhlu

- minimální hodnota:

$$\theta_{min} = 21.8^\circ => \cot(\theta_{min}) = 2.5 \quad (§6.2.3(2))$$

- maximální hodnota:

$$\theta_{max} = 45^\circ => \cot(\theta_{max}) = 1 \quad (§6.2.3(2))$$

- vstupní/vypočítaná hodnota:

$$\theta = \theta_{imp} = 33.7^\circ, \cot(\theta) = 1.5$$

Poznámka: Automatický výpočet úhlu je vypnut, uvažuje se uživatelem zadaná hodnota.



## Návrhová smyková únosnost dílce se smykovou výztuží

Návrhová hodnota napětí smykové výztuže

$$A_{sw} = n_s \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 = 2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 56.5 \text{ mm}^2$$
$$\sigma_{swd} = \frac{\frac{\text{abs}(V_{Ed})}{z} \cdot s_l}{A_{sw} \cdot (\cotg(\theta) + \cotg(\alpha_s) \cdot \sin(\alpha_s))} = \frac{\frac{\text{abs}(11378)}{0.251} \cdot 0.24}{56.5 \cdot 10^{-6} \cdot (\cotg(33.7) + \cotg(90) \cdot \sin(90))} = 128 \text{ MPa}$$

Návrhová mez kluzu smykové výztuže

$$f_{ywd} = 0.8 \cdot f_{ywk} = 0.8 \cdot 500 = 400 \text{ MPa} \quad ,(\text{protože } \sigma_{swd} < 0.8 \cdot f_{ywk})$$

Poznámka: Návrhová mez kluzu smykové výztuže byla redukována na  $0,8 \times f_{ywk}$  (EN 1992-1-1, článek 6.2.3(3)), protože návrhové napětí smykové výztuže je pod 80 % charakteristické meze kluzu  $f_{yk}$ .

Návrhová smyková únosnost dílce se smykovou výztuží

$$V_{Rds} = \frac{A_{sw}}{s_l} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg(\theta) = \frac{56.5 \cdot 10^{-6}}{0.24} \cdot 0.251 \cdot 400 \cdot 10^6 \cdot \cotg(33.7) = 36 \text{ kN} \quad (6.8)$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v$

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v_1$

$$\sigma_{cp} = \min\left(\frac{-N_{Ed}}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-1542}{0.09}; 0.2 \cdot 20\right) = 4 \text{ MPa}$$
$$v_1 = 0.6 \quad (6.10.aN)$$

Koeficient zohledňující stav tlakového napětí v pásu

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{pro nepředpjaté dílce}) \quad (\$6.2.3(3)N3)$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$V_{Rdmax} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{w1} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cotg(\theta) + \tg(\theta))} = \frac{1 \cdot 0.3 \cdot 0.251 \cdot 0.6 \cdot 20 \cdot 10^6}{(\cotg(33.7) + \tg(33.7))} = 418 \text{ kN} \quad (6.9)$$

Maximální smyková síla v blízkosti podpory (bez použití součinitele  $\beta$ )

$$V_{Edmax} = 0.5 \cdot b_{w1} \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 0.5 \cdot 0.3 \cdot 0.279 \cdot 0.528 \cdot 20 \cdot 10^6 = 443 \text{ kN} \quad (6.5)$$

Smyková únosnost dílce

$$V_{Rd} = \min(V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td}; V_{Rdmax} + V_{ccd} + V_{td}; V_{Edmax} + V_{ccd} + V_{td}) = \min(35.5 + 0 + 0; 418 + 0 + 0; 443 + 0 + 0) = 35.5 \text{ kN}$$

## Posouzení na smyk

Posouzení  $V_{Rdmax}$

$$V_{Ed} = 11.4 \text{ kN} \leq V_{Rdmax} + V_{ccd} + V_{td} = 418 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek na drčení tlakové diagonály vyhovuje ( $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} + V_{td} + V_{ccd}$ ).

Posouzení  $V_{Edmax}$

$$V_{Ed} = 11.4 \text{ kN} \leq V_{Edmax} + V_{ccd} + V_{td} = 443 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek vyhoví na smykovou sílu poblíž podpory ( $V_{Ed} \leq V_{Ed,max} + V_{td} + V_{ccd}$ ).

Posouzení  $V_{Rdc}$  a  $V_{Rds}$

$$V_{Ed} = 11.4 \text{ kN} < V_{Rdc} = 184 \text{ kN} \text{ and } V_{Ed} = 11.4 \text{ kN} < V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td} = 35.5 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek vyhoví, smykovou sílu přeneše beton ( $V_{Ed} \leq V_{Rdc}$  a  $V_{Ed} \leq V_{Rds}$ ), není požadována smyková výztuž. Je nutno zadat pouze minimální smykovou výztuž podle konstrukčních zásad.

**Jedn. pos.**

$$UC = \frac{\text{abs}(V_{Ed})}{V_{Rd}} = \frac{\text{abs}(11.4 \text{ kN})}{35.5 \text{ kN}} = 0.32$$

## Posudek kroucení a výpočet únosnosti v kroucení

### Parametry průřezu

Celková plocha průřezu

$$A_c = 90000 \text{ mm}^2$$

Celková plocha průřezu

$$u_c = 1200 \text{ mm}$$

Plocha podélné výztuže pro kroucení

$$A_{sl} = 1608 \text{ mm}^2$$

Minimální vzdálenost mezi pruty výztuže uvnitř třmínku pro kroucení a okrajem průřezu

$$a_{sl} = 34 \text{ mm}$$

Efektivní tloušťka stěny

$$t_{ef} = \max\left(\frac{A_c}{u_c}; 2 \cdot a_{sl}\right) = \max\left(\frac{0.09}{1.2}; 2 \cdot 0.034\right) = 75 \text{ mm} \quad (\S 6.3.2(1))$$

Obvod plochy a plocha uzavřená střednicí efektivního průřezu

$$u_k = 900 \text{ mm}$$

$$A_k = 50625 \text{ mm}^2$$

Poznámka: Parametry pro kroucení [hodnoty  $A_k$  a  $u_k$ ] se spočtou automaticky [Metoda = ze třmínků na kroucení].

## Parametry smyku/kroucí výztuž

Třmínky na délku průřezu smykové trhliny  $\delta = z \cdot \cot(\theta) = 377 \text{ mm}$ , interval (-189; 189)

$$z = \text{Coeff}_d \cdot \text{Coeff}_z \cdot h = 0.9 \cdot 0.9 \cdot 0.31 = 251 \text{ mm} \quad \delta = z \cdot \cot(\theta) = 0.251 \cdot \cot(33.7) = 377 \text{ mm}$$

ID	Zone	$x_s$ [mm]	$\phi_s$ [mm]	$s_s$ [mm]	$n_s$ []	$\alpha_s$ [°]	$f_{ywk}$ [MPa]
1	2	-100	6	240	2	90	500
2	2	140	6	240	2	90	500
Avg.	-	-	6	240	2	90	500

### Vstupní parametry

Průměr  $\phi_{st} = 6 \text{ mm}$

Středová vzdálenost v podélném směru  $s_{t.inp} = 0.24 \text{ m}$

Úhel odklonu třmínků od podélné osy prvku  $\alpha_{st} = 90^\circ$

Návrhová mez kluzu výztuže v tahu  $f_{ywk} = 500 \text{ MPa}$

Průřezová plocha smykové výztuže

$$A_{swt} = \pi \cdot \left(\frac{\phi_{st}}{2}\right)^2 = 3.14 \cdot \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 28.3 \text{ mm}^2$$

Maximální podélná vzdálenost třmínků

$$s_{lt} = s_{t.inp} = 240 \text{ mm}$$

Průřezová plocha smykové výztuže na metr

$$A_{swtm} = \frac{A_{swt}}{s_{lt}} = \frac{28.3 \cdot 10^{-6}}{0.24} = 118 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Návrhová mez kluzu smykové výztuže

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

### Výpočet úhlu mezi náhradní diagonálou a osou dílce

- minimální hodnota:

$$\theta_{min} = 21.8^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{min}) = 2.5$$

(§6.2.3(2))

- maximální hodnota:

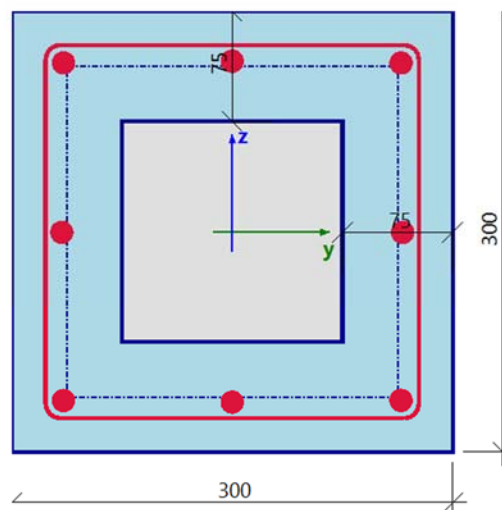
$$\theta_{max} = 45^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{max}) = 1$$

(§6.2.3(2))

- vstupní/vypočítaná hodnota:

$$\theta = \theta_{inp} = 33.7^\circ, \cot(\theta) = 1.5$$

Poznámka: Automatický výpočet úhlu je vypnut, uvažuje se uživatelem zadaná hodnota.



### Výpočet únosnosti na kroucení

Návrhový kroucí moment na mezi vzniku trhlin

$$T_{Rdc} = 2 \cdot f_{ctd} \cdot t_{ef} \cdot A_k = 2 \cdot 1.33 \cdot 10^6 \cdot 0.075 \cdot 0.0506 = 10.1 \text{ kNm}$$

Návrhová únosnost kroucího momentu výztuže pro kroucení

$$T_{Rds} = 2 \cdot A_k \cdot \frac{A_{swt}}{s_{lt}} \cdot f_{ywd} \cdot \cot(\theta) = 2 \cdot 0.0506 \cdot \frac{28.3 \cdot 10^{-6}}{0.24} \cdot 435 \cdot 10^6 \cdot \cot(33.7) = 7.78 \text{ kNm}$$



## Maximální návrhový krouticí moment únosnosti

Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v$

$$v = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{30}{250} \right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

$$v_1 = 0.6 \quad (6.10.aN)$$

Koeficient zohledňující stav tlakového napětí v pásu

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{pro nepředpjaté dílce}) \quad (§6.2.3(3)N3)$$

Maximální návrhový krouticí moment únosnosti

$$\begin{aligned} T_{Rdmax} &= 2 \cdot v \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\theta) \\ &= 2 \cdot 0.528 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0.0506 \cdot 0.075 \cdot \cos(33.7) \cdot \sin(33.7) = 37 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Krouticí moment na mezi únosnosti na prvku

$$T_{Rd} = \min(T_{Rds}; T_{Rdmax}) = \min(7.78; 37) = 7.78 \text{ kNm}$$

## Posouzení na kroucení

Posouzení  $T_{Rdmax}$

$$T_{Ed} = 0.169 \text{ kNm} \leq T_{Rdmax} = 37 \text{ kNm}$$

Poznámka: Posudek na rozdrčení tlakové diagonály ( $T_{Ed} < T_{Rd,max}$ ) vyhovuje.

Posudek  $T_{Rdc}$  a  $T_{Rds}$

$$T_{Ed} = 0.169 \text{ kNm} < T_{Rdc} = 10.1 \text{ kNm} \text{ and } T_{Ed} = 0.169 \text{ kNm} < T_{Rds} = 7.78 \text{ kNm}$$

Poznámka: Posudek vyhovuje, krouticí moment může přenést beton, není požadována smyková výztuž. Dle konstrukčních zásad musí být vložena pouze minimální smyková výztuž.

Jedn. pos.

$$UC = \frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rd}} = \frac{\text{abs}(0.169 \text{ kNm})}{7.78 \text{ kNm}} = 0.0217$$

## Posudek interakce $V_y + V_z + T$

Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  (beton)

Posudek rovnice  $(T_{Ed}/T_{Rdmax}) + (V_{Ed}/V_{Rdmax})$

$$\left( \frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rdmax}} \right) + \left( \frac{\text{abs}(V_{Ed})}{V_{Rdmax}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(0.169)}{37} \right) + \left( \frac{\text{abs}(11.4)}{418} \right) = 0.0318 \leq 1 \quad (6.29)$$

Poznámka: Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  na rozdrčení tlakové diagonály vyhoví.

Posudek rovnice  $(T_{Ed}/T_{Rdc}) + (V_{Ed}/V_{Rdc})$

$$\left( \frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rdc}} \right) + \left( \frac{\text{abs}(V_{Ed})}{V_{Rdc}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(0.169)}{10.1} \right) + \left( \frac{\text{abs}(11.4)}{184} \right) = 0.0785 \leq 1 \quad (6.31)$$

Poznámka: Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  pro beton vyhoví, smykové síly a krouticí moment jsou přeneseny betonem, není potřeba smyková výztuž. Zadat je nutno pouze minimální smykovou výztuž podle konstrukčních zásad.

Jedn. pos.

$$UC_{int,con} = 0.0318$$

### Posudek interakce Vy+Vz+T (smyková výztuž)

Návrhové napětí

$$\sigma_{\text{swd}} = \left( \frac{\text{abs}(T_{\text{Ed}})}{2 \cdot A_k} + \frac{V_{\text{Ed}}}{n_s \cdot z} \right) \cdot \left( \frac{s_{\text{ft}}}{A_{\text{swt}} \cdot \cotg(\theta)} \right) = \left( \frac{\text{abs}(0.169)}{2 \cdot 50625} + \frac{11.4}{2 \cdot 251} \right) \cdot \left( \frac{240}{28.3 \cdot \cotg(33.7)} \right) = 137 \text{ MPa}$$

Návrhová mez kluzu

$$f_{\text{ywd}} = 0.8 \cdot f_{\text{ywk}} = 0.8 \cdot 500 = 400 \text{ MPa}, \text{ (protože } \sigma_{\text{swd}} < 0.8 \cdot f_{\text{ywk}})$$

Poznámka: Návrhová mez kluzu smykové výztuže byla redukována na 0,8 x  $f_{\text{ywk}}$  (EN 1992-1-1, článek 6.2.3(3)), protože návrhové napětí smykové výztuže je pod 80 % charakteristické meze kluzu  $f_{\text{yk}}$ .

Návrhová síla

$$F_{\text{swd}} = \sigma_{\text{swd}} \cdot A_{\text{swt}} = 137 \cdot 28.3 = 3.89 \text{ kN}$$

Maximální návrhové síla

$$F_{\text{swdmax}} = f_{\text{ywd}} \cdot A_{\text{swt}} = 400 \cdot 28.3 = 11.3 \text{ kN}$$

Posouzení

$$F_{\text{swd}} = 3.89 \text{ kN} < F_{\text{swdmax}} = 11.3 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  pro smykovou výztuž nevyhoví.

Jedn. pos.

$$UC_{\text{int, shear}} = \frac{F_{\text{swd}}}{F_{\text{swdmax}}} = \frac{3.89}{11.3} = 0.344$$

### Posudek interakce Vy+Vz+T (podélná výztuž)

Návrhové dodatečné napětí

$$\sigma_{\text{sd}} = \left( \frac{\text{abs}(T_{\text{Ed}})}{2 \cdot A_k} \cdot u_k + V_{\text{Ed}} \right) \cdot \left( \frac{\cotg(\theta)}{A_{\text{sl, tor}}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(0.169)}{2 \cdot 50625} \cdot 900 + 11.4 \right) \cdot \left( \frac{\cotg(33.7)}{1608} \right) = 12 \text{ MPa}$$

Návrhová mez kluzu

$$f_{\text{yd}} = \frac{f_{\text{yk}}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

Návrhová dodatečná tahová síla

$$F_{\text{sd}} = \sigma_{\text{sd}} \cdot A_{\text{sl, tor}} = 12 \cdot 10^6 \cdot 1.61 \cdot 10^{-3} = 19.3 \text{ kN}$$

Maximální návrhové síla

$$F_{\text{sdmax}} = f_{\text{yd}} \cdot A_{\text{sl, tor}} = 435 \cdot 10^6 \cdot 1.61 \cdot 10^{-3} = 699 \text{ kN}$$

Posudek dodatečné síly

$$F_{\text{sd}} = 19.3 \text{ kN} \leq F_{\text{sdmax}} = 699 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  pro podélnou výztuž vyhoví.

Jedn. pos.

$$UC_{\text{int, long}} = \frac{F_{\text{sd}}}{F_{\text{sdmax}}} = \frac{19.3}{699} = 0.0276$$

### Celkový jednotkový posudek interakce

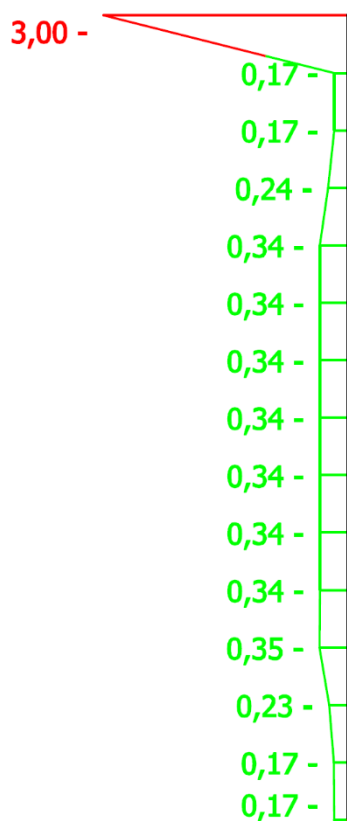
$$UC_{\text{int}} = \max(UC_{\text{int, con}}; UC_{\text{int, shear}}; UC_{\text{int, long}}) = \max(0.0318; 0.344; 0.0276) = 0.344$$

### Celková hodnota jednotkového posudku

$$UC = \max(UC_{\text{shear}}; UC_{\text{tor}}; UC_{\text{int, con}}; UC_{\text{int, shear}}; UC_{\text{int, long}}) = \max(0.32; 0.0217; 0.0318; 0.344; 0.0276) = 0.344$$

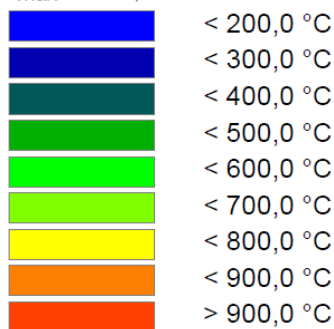
Využití třmínků (všechny zatěžovací stavy):

*Posudek v oblasti podpory (stropní desky) nereflektuje geometrické zadání, a je tedy v této oblasti irelevantní.*



Stupeň požární  
bezpečnosti V  
Požadavek R90

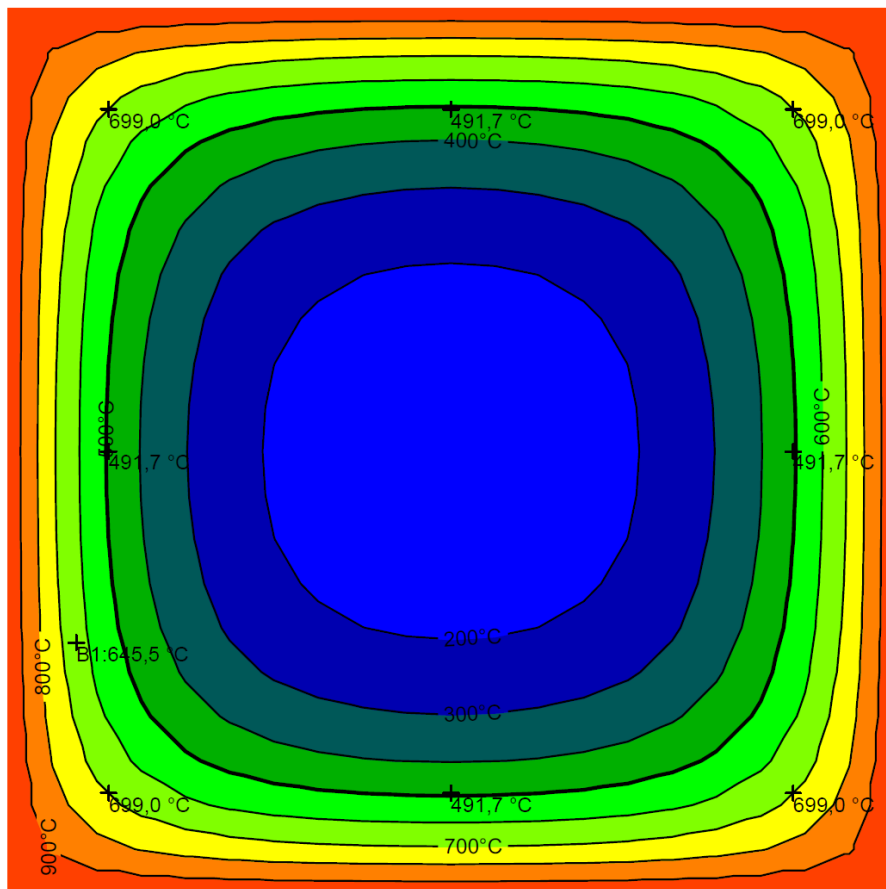
$t_{min} = 126,6 \text{ } ^\circ\text{C}$   
 $t_{max} = 971,0 \text{ } ^\circ\text{C}$



Teplotní profily z FIN EC  
- Beton požár

### 3.2.2 Posouzení sloupu za požáru

Teplotní profil při požadované odolnosti R90 (teplotní křivka ISO 834):



Zatěžovací stavy z obálky  
EN-mimořádné 2 ( $\psi_2$ )

Plocha betonu pro  
výpočet imperfekce  
účinkem II. řádu brána  
z izotermy 500

Materiálové součinitele  
 $\gamma_{c,fi} = \gamma_{s,fi} = 1,0$

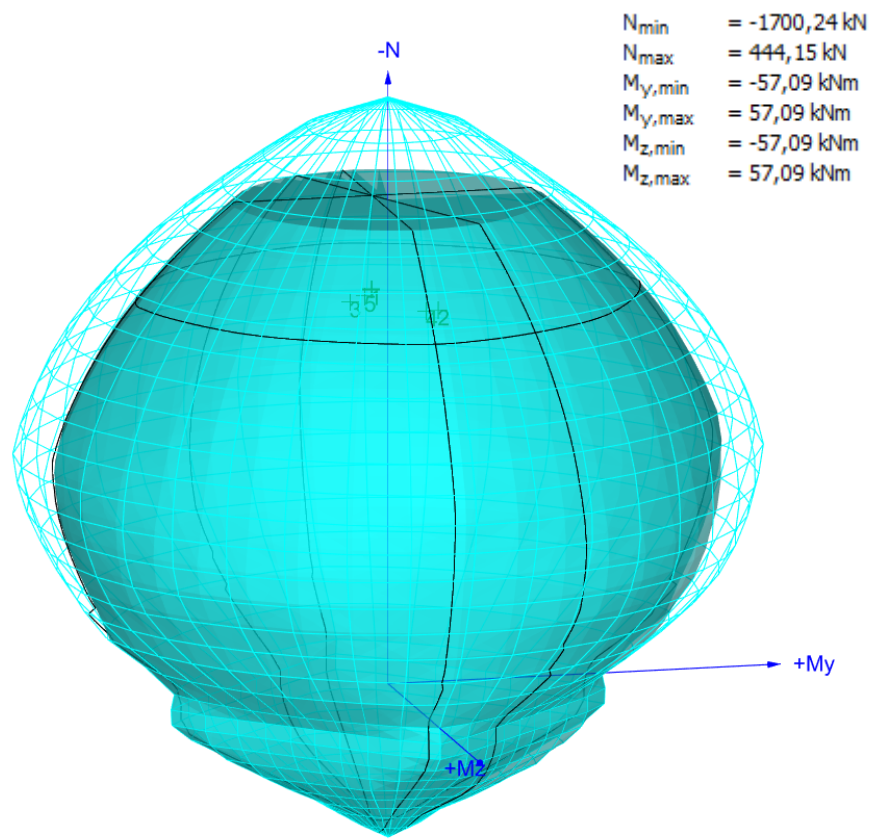
$f_{cd,fi} = f_{ck} = 30 \text{ MPa}$

$f_{yd,fi} = f_{yk} = 400 \text{ MPa}$

Kritická zatížení (výsledky z interakčního diagramu pro izotermu 500):

Název zatížení	$N_{Ed}$ $N_{Rd}$ [kN]	$M_{Edy,0} \rightarrow M_{Edy,2}$ $M_{Rdy}$ [kNm]	$M_{Edz,0} \rightarrow M_{Edz,2}$ $M_{Rdz}$ [kNm]	Využití
Max $N_{Ed}$ ,	-1130,09	-1,64 → -6,37	-3,58 → -10,18	0,665
	-1700,24	-23,32	-37,28	
Max $M_{Edy}$	-1086,83	7,15 → 11,96	2,60 → 9,32	0,639
	-1700,24	36,20	28,21	
Min $M_{Edy}$	-1097,39	-5,00 → -9,79	-3,68 → -10,37	0,645
	-1700,24	-31,34	-33,19	
Max $M_{Edz}$	-1093,48	4,79 → 9,59	4,63 → 11,33	0,643
	-1700,24	29,54	34,91	
Min $M_{Edz}$	-1100,53	-2,05 → -6,84	-6,42 → -13,11	0,647
	-1700,24	-20,89	-40,04	

3D interakční diagram:



Posudek z FIN EC –  
Beton požár

**Sloup vyhovuje pro požadovanou požární odolnost R90.**

### 3.3 Návrh ztužujícího trám

#### 3.3.1 Návrh trámu za běžné teploty

Krytí třmínků:

$$c_{min,b} \geq \phi_d = 6 \text{ mm}$$

Základní konstrukční třída S4 -> S3 (beton C30/37) ->  $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = \max(6; 10 + 0 - 0 - 0; 10) = 10 \text{ mm}$$

Předpokládaná výztuž trámu (třmínky)  
 $\phi_{sw} = 6 \text{ mm}$

$$\Delta c_{dev} = 5 \sim 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom,d} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 10 + 10 = 20 \text{ mm}$$

**Navrhuji krytí třmínků sloupu  $c_{sw} = 20 \text{ mm}$ .**

Krytí podélné výztuže:

$$c_{min,b} \geq \phi_d = 12 \text{ mm}$$

Základní konstrukční třída S4 -> S3 (beton C30/37) ->  $c_{min,dur} = 10 \text{ mm}$

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,y} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10) = \max(12; 10 + 0 - 0 - 0; 10) = 12 \text{ mm}$$

Předpokládaná výztuž trámu (podélná)  
 $\phi_{tr} = 12 \text{ mm}$

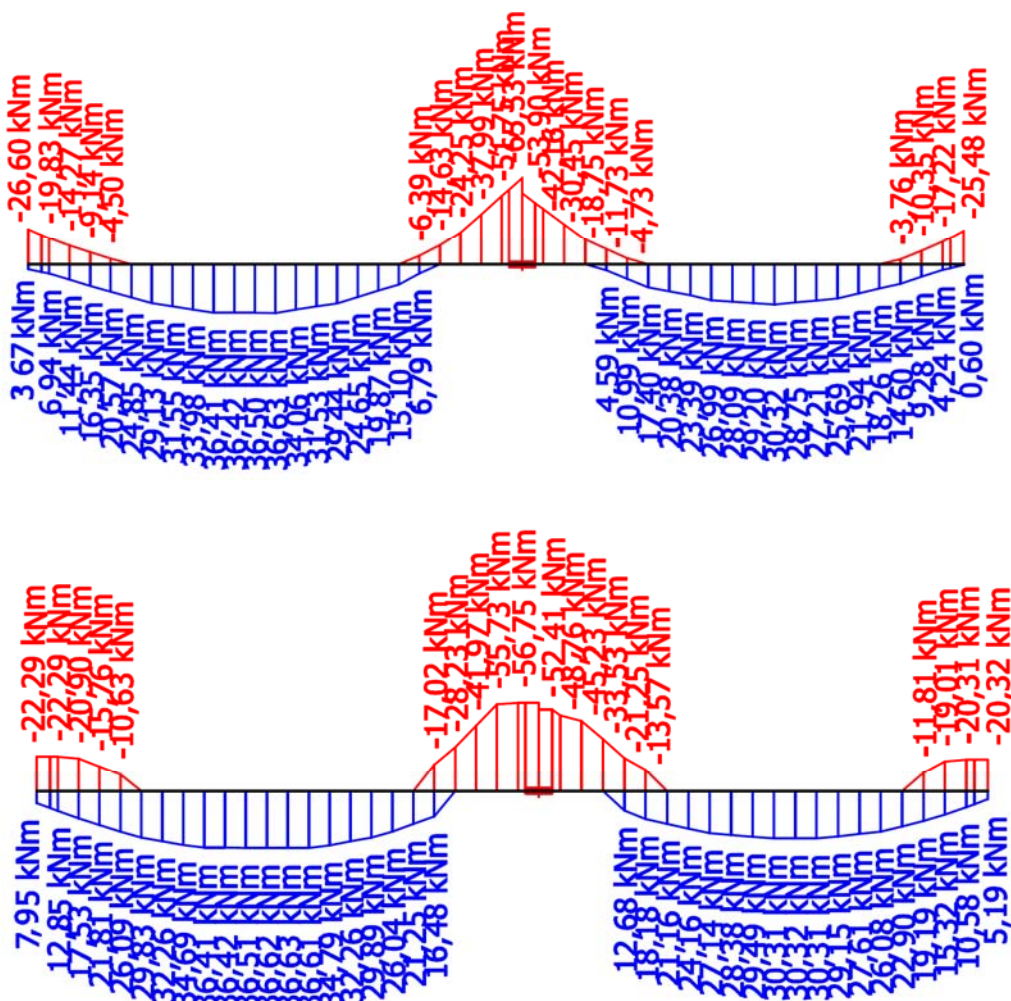
$$\Delta c_{dev} = 5 \sim 10 \text{ mm}$$

$$c_{nom,d} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 12 + 10 = 22 \text{ mm}$$

**Navrhuji krytí podélné výztuže trámu  $c_{sl} = 26 \text{ mm}$ . Tomuto krytí vyhovuje i krytí a průměr třmínků.**

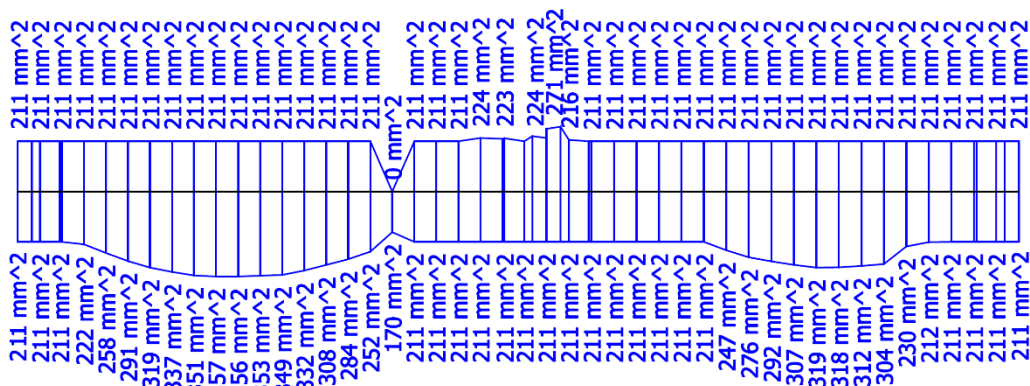
Obálka z kombinace CO1  
– EN MSÚ

Redukce momentů ( $M_y$ ) nad podporou a posun obálky ( $M_{dy}$ ):



Vzhledem k tomu, že se jedná o ztužující trám, nebude proveden posudek na prostý ohyb, ale bude proveden komplexní posudek (interakční diagram).

Předpokládaná potřebná výztuž  $A_{s,req}$ :





Navrhuji nosnou výztuž  $3x \phi 12 \text{ mm}$  ( $A_s = 339 \text{ mm}^2$ ) při dolním povrchu v levém a pravém poli (zataženou do krajních podpor). Při dolním okraji u prostřední podpory a při horním okraji levého i pravého pole navrhuji konstrukční výztuž  $2x \phi 8 \text{ mm}$  ( $A_s = 101 \text{ mm}^2$ ). Nad krajními podporami i prostřední podporou navrhuji výztuž  $2x 12 \text{ mm}$  ( $A_s = 226 \text{ mm}^2$ ). Uprostřed trámu navrhuji konstrukční výztuž  $2x \phi 8 \text{ mm}$  po celé jeho délce.

Minimální plocha výztuže:

$$d = h_t - c - \frac{\phi}{2} = 500 - 26 - \frac{12}{2} = 468 \text{ mm}$$

$$A_{s,min} = 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b_t \cdot d = 0,26 \cdot \frac{2,9}{500} \cdot 300 \cdot 468 = 211,72 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov,min} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{k.v.}^2}{4} + 2 \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 4 \cdot \frac{\pi \cdot 8^2}{4} + 2 \cdot \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 427 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,min} = 211,72 \text{ mm}^2 < A_{s,prov,min} = 427 \text{ mm}^2$$

Maximální plocha výztuže:

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 500 \cdot 300 = 6000 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,prov,max} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{k.v.}^2}{4} + 5 \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 8^2}{4} + 5 \cdot \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 666 \text{ mm}^2$$

$$A_{s,max} = 6000 \text{ mm}^2 > A_{s,prov,max} = 666 \text{ mm}^2$$

Minimální světlá vzdálenost prutů:

$$s_{sv,min} = \max(1,2 \cdot \phi; d_g + 5 \text{ mm}; 20 \text{ mm}) = \max(1,2 \cdot 12; 16 + 5; 20) = 21 \text{ mm}$$

$$s_{sv,prov,min} = \frac{h_t}{2} - c_{sw} - \phi_{tř} - \frac{2}{3} \cdot \phi = \frac{300}{2} - 20 - 6 - \frac{2}{3} \cdot 12 = 116 \text{ mm}$$

$$s_{sv,min} = 21 \text{ mm} < s_{sv,prov} = 116 \text{ mm}$$



Maximální osová vzdálenost prutů:

$$s_{max} = 300 \text{ mm}$$

$$s_{prov} = b - 2 \cdot c_{sw} - 2 \cdot \phi_{tř} - 2 \cdot \frac{\phi}{2} = 300 - 2 \cdot 20 - 2 \cdot 6 - 12 = 236 \text{ mm}$$

$$s_{max} = 300 \text{ mm} > s_{prov} = 236 \text{ mm}$$

**Podélná výztuž vyhovuje na konstrukční zásady.**

Příklad posouzení v kritickém řezu (levé pole):

<b>Řez SC3</b>	<b>Obdélník (500; 300)</b>
ČSN EN 1992-1-1	Nosník B146 [dx = 8.58 m]

Délka prvku	Ld = 10.7 m
Vzpěrná délka y	Ly = 4.03 m
Vzpěrná délka z	Lz = 5.24 m

<b>Materiály</b>	
Beton	C30/37
Výztuž	B 500B

### Součinitelé

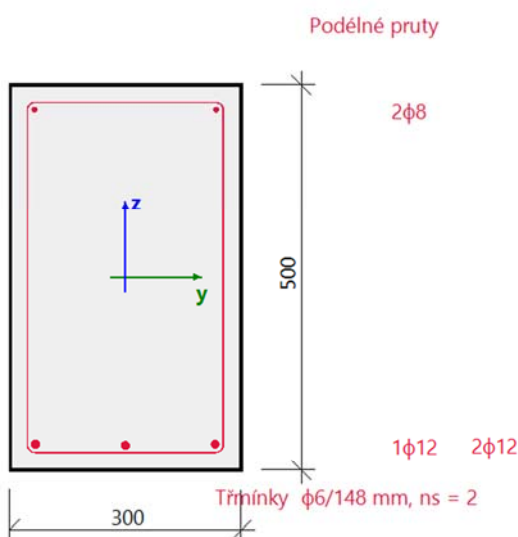
Norma	ČSN EN 1992-1-1
Vlastnosti betonu	$\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1$
Vlastnosti betonářské výztuže	$\gamma_s = 1.15$

### Výztuž

Pod. výzt.: 2 $\phi$ 8 mm + 3 $\phi$ 12 mm, Celk. plocha = 440 mm<sup>2</sup>  
 Třmínky  $\phi = 6$  mm,  $A_{sw} = 57$  mm<sup>2</sup>,  $A_{sw,s} = 381$  mm<sup>2</sup>/m

Krytí třmínku

Horní	20 mm
Spodní	20 mm
Levý	20 mm
Pravý	20 mm



### Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová hodnota napětí na mezi kluzu podélné výztuže

$$f_{yd} = \frac{f_{yk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa} \quad (3.15)$$

### Síly

Z MKP výpočtu

$$N = 132 \text{ kN} \quad M_y = 36.3 \text{ kNm} \quad M_z = -0.417 \text{ kNm}$$

Obsah kombinace:

1.35\*ZS1+1.35\*ZS2+1.35\*ZS3+1.35\*ZS4+1.50\*ZS6+1.50\*ZS7+1.50\*ZS8+1.50\*ZS10+  
 1.50\*ZS11+1.50\*ZS12+1.50\*ZS13+1.50\*ZS14+1.50\*ZS16+1.50\*ZS17+1.50\*ZS20+  
 1.50\*ZS22+1.50\*ZS23+1.50\*ZS24+1.50\*ZS25+1.50\*ZS27+1.50\*ZS31+1.50\*ZS32+  
 1.50\*ZS36+1.50\*ZS37+1.50\*ZS38+1.50\*ZS41+1.50\*ZS42+1.50\*ZS45+1.50\*ZS46+  
 1.50\*ZS48+1.50\*ZS49+1.50\*ZS50+1.50\*ZS52+1.50\*ZS53+1.50\*ZS54+1.50\*ZS55+  
 1.50\*ZS57+1.50\*ZS60+1.50\*ZS61+1.50\*ZS62+1.50\*ZS64+1.50\*ZS65+1.50\*ZS66+  
 1.50\*ZS67+1.50\*ZS71+1.50\*ZS72+1.50\*ZS76+1.50\*ZS78+1.50\*ZS79+1.50\*ZS80+  
 1.50\*ZS81+1.50\*3DVítr14

Přepočet ohybových momentů.

Účinek 2. řádu: Ano

Imperfekce: Ano

$$N_{Ed} = 132 \text{ kN} \quad M_{Edy} = 36.4 \text{ kNm} \quad M_{Edz} = -0.442 \text{ kNm}$$

Prvek je uvažován jako samostatný prvek: Ano

Použit pro výpočet ekvivalentních momentů: Ano

## Vstupní údaje použité pro generování ID

Metoda posudku pro interakční diagram	$N_u M_u$
Dělení svislého přetvoření	250
Počet svislých řezů	36
Výslednice kroutícího momentu	$M_{res} = 36.4 \text{ kNm}$
Úhel výsledného momentu vztážený k $M_y$ směr v horizontální rovině $M_y$ - $M_z$	$\alpha_{MyMz} = -179^\circ$
Úhel výsledného momentu vztážený k $N$ směr ve vertikální rovině $N$ - $M_{res}$	$\alpha_{NM} = 74.6^\circ$

## Výpočet únosnosti

Únosnost v kladném směru  $N_{Rd+} = 141 \text{ kN}$   $M_{Rdy+} = 39 \text{ kNm}$   $M_{Rdz+} = 1 \text{ kNm}$

Únosnost v záporném směru  $N_{Rd-} = -366 \text{ kN}$   $M_{Rdy-} = -101 \text{ kNm}$   $M_{Rdz-} = -0.5 \text{ kNm}$

## Shrnutí posudku

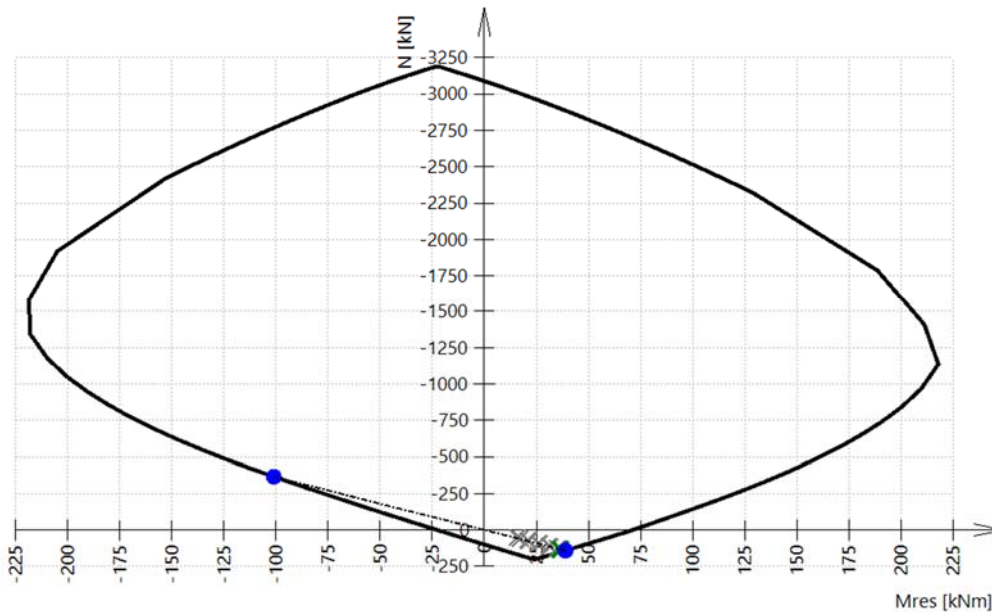
Síly:  $N_{Ed} = 132 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 36.4 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = -0.442 \text{ kNm}$

Odolnost:  $N_{Rd} = 141 \text{ kNm}$   $M_{Rdy} = 39 \text{ kNm}$   $M_{Rdz} = -0.5 \text{ kNm}$

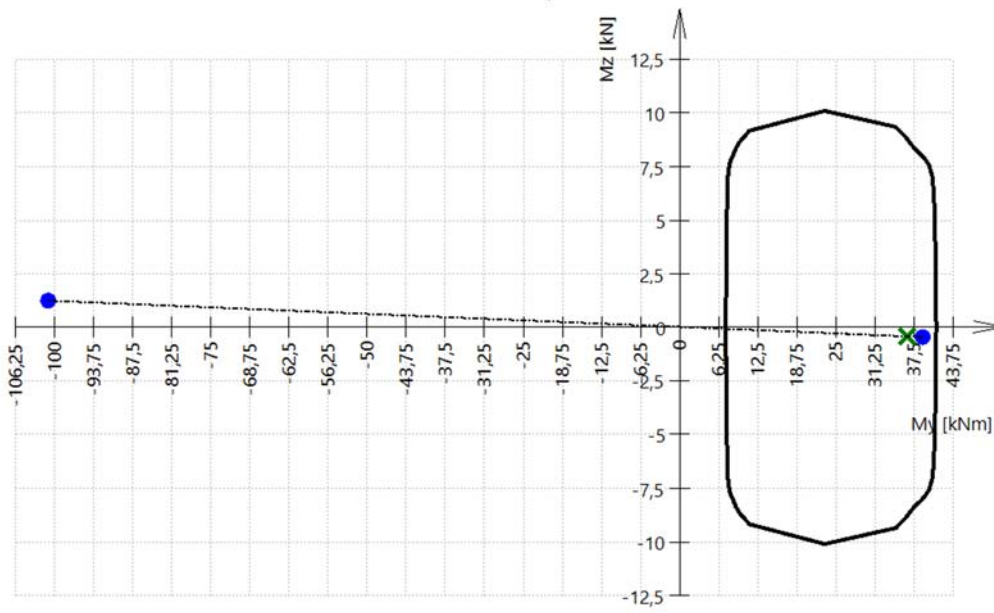
Výpočet jednotkového posudku.

$$UC = \frac{\sqrt{N_{Ed}^2 + M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2}}{\sqrt{N_{Rd}^2 + M_{Rdy}^2 + M_{Rdz}^2}} = \frac{\sqrt{132^2 + 36.4^2 + (-0.442)^2}}{\sqrt{141^2 + 38.9^2 + (-0.472)^2}} = 0.936 <= 1 \text{ OK}$$

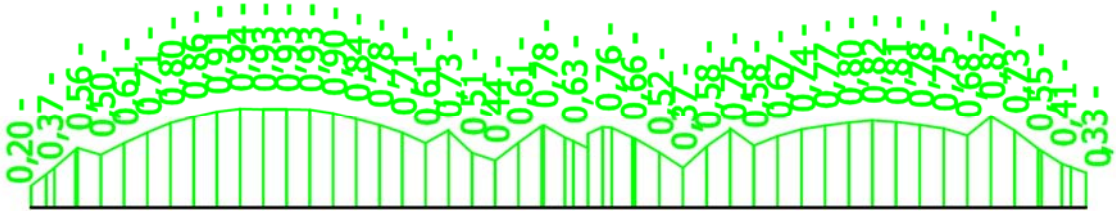
## 3D interakční diagram - svislý řez $N$ - $M_{res}$



### 3D interakční diagram - vodorovný řez $M_y$ - $M_z$



Využití podél trámu (pro všechny zatěžovací stavy):



Návrh podélné výztuže vyhovuje.

Beton C30/37

$f_{ctk,0,05} = 2 \text{ MPa}$

Dobré podmínky

soudržnosti

$\eta_1 = 1,0$

Koeficient soudržnosti

zohledňující prut  $\phi =$

12 mm

$\eta_2 = 1,0$

Využití výztuže uvažuji

konzervativně

$$\frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} = 1$$

Součinitele  $\alpha$  z TAB 8.2

ČSN EN 1992-1-1

Kotevní délka hlavní nosné výztuže:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,0 \cdot 2,0}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,req}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = 1 \cdot 435 = 435 \text{ MPa}$$

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{12}{4} \cdot \frac{435}{3} = 435 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 435; 10 \cdot 12; 100) = 130,5 \text{ mm}$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c\right) = \min\left(\frac{300-2 \cdot 26-12}{2}; 26\right) = 26 \text{ mm} < 3 \cdot \phi = 36 \rightarrow \alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{26 - 12}{12} = 0,825$$

$$\alpha_{2,háky} = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - 3 \cdot \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{26 - 3 \cdot 12}{10} > 1 \rightarrow \alpha_{2,háky} = 1$$

$$\alpha_3 = 1$$

$$\alpha_4 = 1$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$l_{bd,10} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,10} = 1 \cdot 0,825 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 435 = 358 \text{ mm} \rightarrow 360 \text{ mm}$$

$$l_{bd,10,háky} = \alpha_1 \cdot \alpha_{2,háky} \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,10} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 435 = 435 \text{ mm} \rightarrow 435 \text{ mm}$$

**Navrhuji kotevní délku pro nosnou výztuž  $l_{bd,12} = 360 \text{ mm}$  pro přímé**

**kotvení a  $l_{bd,12,háky} = 435 \text{ mm}$  pro kotvení háky.**

Kotevní délka konstrukční výztuže:

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{8}{4} \cdot \frac{435}{3} = 290 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 290; 10 \cdot 8; 100) = 100 \text{ mm}$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c\right) = \min\left(\frac{300-2 \cdot 26-8}{2}; 26\right) = 26 \text{ mm} > 3 \cdot \phi = 24 \rightarrow \alpha_1 = 0,7$$

Součinitele  $\alpha$  z TAB 8.2  
ČSN EN 1992-1-1

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{26 - 8}{8} = 0,6625$$

$$\alpha_{2,háky} = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - 3 \cdot \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{26 - 3 \cdot 8}{8} = 0,9625$$

$$\alpha_3 = 1$$

$$\alpha_4 = 1$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$l_{bd,8} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,8} = 0,7 \cdot 0,6625 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 290 = 134 \text{ mm} \rightarrow 140 \text{ mm}$$

$$l_{bd,8,háky} = \alpha_1 \cdot \alpha_{2,háky} \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,10} = 0,7 \cdot 0,9625 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 290 = 195 \text{ mm} \rightarrow 200 \text{ mm}$$

**Navrhnuji kotevní délku pro konstrukční výztuž  $l_{bd,8} = 140 \text{ mm}$  pro přímé kotvení a  $l_{bd,8,háky} = 200 \text{ mm}$  pro kotvení háky.**

Kotevní délka hlavní nosné výztuže nad krajní podporou:

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05}}{\gamma_c} = 2,25 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot \frac{1,0 \cdot 2,0}{1,5} = 3 \text{ MPa}$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot (h_t - c_{sw} - \phi_{sw} - \frac{\phi}{2}) = 0,9 \cdot (500 - 20 - 6 - \frac{12}{2}) = 421,2 \text{ mm}$$

$$A_{s,prov} = n \cdot \frac{\pi \cdot \phi^2}{4} = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 226,19 \text{ mm}^2$$

Redukovaný a posunutý  
moment z obálky  
kombinace CO1 – MSÚ

$$\sigma_{sd} = \frac{M_{yd}}{z \cdot A_{s,prov}} + \frac{N_{Ed}}{A_{s,prov}} = \frac{22,29 \cdot 10^3}{0,4212 \cdot 226,19} = 233,96 \text{ MPa}$$

Tahové síly se v této  
oblasti nevyskytují

$$l_{b,rqd} = \frac{\phi}{4} \cdot \frac{\sigma_{sd}}{f_{bd}} = \frac{12}{4} \cdot \frac{233,96}{3} = 233,96 \text{ mm}$$

$$l_{b,min} = \max(0,3 \cdot l_{b,rqd}; 10 \cdot \phi; 100 \text{ mm}) = \max(0,3 \cdot 233,96; 10 \cdot 12; 100) = 120 \text{ mm}$$

$$c_d = \min\left(\frac{a}{2}; c\right) = \min\left(\frac{300 - 2 \cdot 26 - 12}{2}; 26\right) = 26 \text{ mm} < 3 \cdot \phi = 36 \rightarrow \alpha_1 = 1$$

Součinitele  $\alpha$  z TAB 8.2  
ČSN EN 1992-1-1

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot \frac{c_d - \phi}{\phi} = 1 - 0,15 \cdot \frac{26 - 12}{12} = 0,825$$

$$\alpha_3 = 1$$

$$\alpha_4 = 1$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$l_{bd,10} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd,10} = 1 \cdot 0,825 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 233,96 = 193 \text{ mm} \rightarrow 200 \text{ mm}$$

**Navrhují kotevní délku v krajních podporách pro nosnou výztuž**

$$l_{bd,12} = 200 \text{ mm pro přímé kotvení.}$$

Posun obálky momentů:

$$d = h_t - c_{sw} - \phi_{sw} - \frac{\phi}{2} = 500 - 20 - 6 - \frac{12}{2} = 468 \text{ mm}$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 468 = 421,2 \text{ mm}$$

$$a_l = \frac{z}{2} \cdot \cot g \theta = \frac{421,2}{2} \cdot 1,5 = 315,9 \text{ mm}$$

Návrh smykové výztuže:

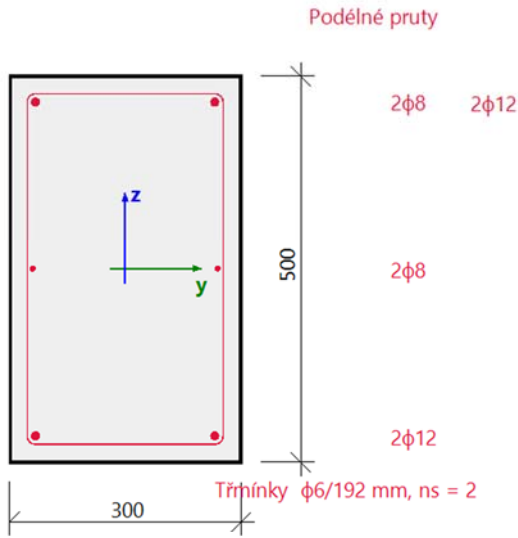
konstrukční zásady:

$$s_{sw,max} = \min \left( 0,75 \cdot d \cdot (1 + \cot \alpha); 400 \text{ mm}; \frac{u}{8} \right) = \min \left( 0,75 \cdot 468 \cdot (1 + 0); 400; \frac{2 \cdot 500 + 2 \cdot 300}{8} \right) = 200 \text{ mm}$$

**Navrhují minimální vyztužení smykovou výztuží dvojstřížnými třmínky průměru  $\phi_{sw} = 6 \text{ mm}$  po vzdálenostech  $s_{sw} = 200 \text{ mm}$ . V oblasti podpor budou třmínky umístěny  $50 \text{ mm}$  od líce podpory a dále zde budou 3 rozteče (4 třmínky) po vzdálenostech  $s = 120 \text{ mm}$ .**

Posudek na smyk a kroucení v kritickém řezu (kritické zatížení):

<b>Řez SC3</b>		<b>Obdélník (500; 300)</b>	
ČSN EN 1992-1-1		Nosník B146 [dx = 0.962 m]	
Délka prvku	Ld = 10.7 m	<b>Materiály</b>	
Vzpěrná délka y	Ly = 3.77 m	Beton	C30/37
Vzpěrná délka z	Lz = 4.27 m	Podélná výztuž	B 500B
Norma	ČSN EN 1992-1-1	Smyková výztuž	B 500B



### Součinitelé

Norma	ČSN EN 1992-1-1
Vlastnosti betonu	$\gamma_c = 1.5, \alpha_{cc} = 1$
Vlastnosti betonářské výztuže	$\gamma_s = 1.15$
Součinitel pro efektní výšku	$\text{Coeff}_d = 0.9$
Součinitel pro vnitřní rameno	$\text{Coeff}_z = 0.9$

### Výztuž

Pod. výzt:	4φ8 mm + 4φ12 mm, Celk. plocha = 653 mm <sup>2</sup>
Třhínky	φ = 6 mm, A <sub>sw</sub> = 57 mm <sup>2</sup> , A <sub>sw,s</sub> = 295 mm <sup>2</sup> /m
Krytí třhínku	
Horní	20 mm
Spodní	20 mm
Levý	20 mm
Pravý	20 mm

### Nastavení

Metoda výpočtu smykové únosnosti:

Standard

Limitní hodnota úhlu mezi ohybovými momenty a výslednicí smykových sil pro použití standardní metody:  $\alpha_{VM,lim} = 15^\circ$

Ekvivalentní tenkostěnný průřez

Automaticky

Úhel mezi tlakovou diagonálou v betonu a osou prvku: Uživatelské zadání:  $\theta_{inp} = 33.7^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{inp}) = 1.5$

### Síly

Obsah kombinace: 1.35\*ZS1+1.35\*ZS2+1.35\*ZS3+1.35\*ZS4+1.50\*ZS5+1.50\*ZS6+1.50\*ZS7+1.50\*ZS8+1.50\*ZS11+1.50\*ZS12+1.50\*ZS14+1.50\*ZS16+1.50\*ZS17+1.50\*ZS20+1.50\*ZS22+1.50\*ZS24+1.50\*ZS31+1.50\*ZS33+1.50\*ZS34+1.50\*ZS41+1.50\*ZS42+1.50\*ZS44+1.50\*ZS45+1.50\*ZS46+1.50\*ZS48+1.50\*ZS49+1.50\*ZS52+1.50\*ZS54+1.50\*ZS55+1.50\*ZS56+1.50\*ZS61+1.50\*ZS62+1.50\*ZS64+1.50\*ZS66+1.50\*ZS67+1.50\*ZS68+1.50\*ZS71+1.50\*ZS72+1.50\*ZS77+1.50\*ZS78+1.50\*ZS79+1.50\*ZS81+1.50\*3DV/itr10

$N_{Ed} = 64 \text{ kN}$   $M_{Edy} = 18.4 \text{ kNm}$   $M_{Edz} = -0.911 \text{ kNm}$   $V_{Edy} = -11.4 \text{ kN}$   $V_{Edz} = 15.3 \text{ kN}$   $T_{Ed} = -12.7 \text{ kNm}$

Úhel gradientu roviny přetvoření

Úhel smykové výslednice

$$\alpha_M = 94.9^\circ$$

$$\alpha_V = 127^\circ$$

Výslednice smykové síly

Rozdíl mezi úhly  $\alpha_M$  a  $\alpha_V$

$$V_{Ed} = \sqrt{V_{Edy}^2 + V_{Edz}^2} = \sqrt{-11.4^2 + 15.3^2} = 19.1 \text{ kN}$$

$$\alpha_{MV} = \text{abs}(\alpha_M - \alpha_V) = \text{abs}(94.9 - 127) = 31.7^\circ$$

Varování: Úhel mezi gradientem roviny přetvoření a výslednicí smykových sil je větší než limitní hodnota. Musí se použít metoda založená na iteračním postupu (dvousý výpočet smyku), protože pro úhel větší než limitní hodnota se hodnoty 'd' a 'z' přepočtené do směru smykové síly rychle snižují.



## Materiálové charakteristiky

Návrhová hodnota tlakové pevnosti betonu

$$f_{cd} = \frac{\alpha_{cc} \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 30}{1.5} = 20 \text{ MPa}$$

Návrhová pevnost betonu v tahu

$$f_{ctd} = \frac{\alpha_{ct} \cdot f_{ctk005}}{\gamma_c} = \frac{1 \cdot 2}{1.5} = 1.33 \text{ MPa} \quad (3.15, 3.16)$$

## Výpočet úhlu mezi náhradní diagonálou a osou dílce

- minimální hodnota:

$$\theta_{\min} = 21.8^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{\min}) = 2.5 \quad (§6.2.3(2))$$

- maximální hodnota:

$$\theta_{\max} = 45^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{\max}) = 1 \quad (§6.2.3(2))$$

- vstupní/vypočítaná hodnota:

$$\theta = \theta_{\text{inp}} = 33.7^\circ, \cot(\theta) = 1.5$$

Poznámka: Automatický výpočet úhlu je vypnut, uvažuje se uživatelem zadaná hodnota.

## Posudek smyku a výpočet smykové únosnosti

### Parametry průřezu

Minimální šířka průřezu v tažené oblasti

$$y_{bw} = -49.7 \text{ mm}$$

$$z_{bw} = 67 \text{ mm}$$

$$b_w = 374 \text{ mm}$$

Poznámka: Hodnota  $b_{w1}$  se spočte jako nejmenší šířka průřezu v tažené oblasti kolmá k výslednici smykové síly.

Minimální šířka průřezu mezi taženou a tlačnou diagonálou

$$y_{bw1} = -123 \text{ mm}$$

$$z_{bw1} = 166 \text{ mm}$$

$$b_{w1} = 174 \text{ mm}$$

Poznámka: Hodnota  $b_{w1}$  se spočte jako nejmenší šířka průřezu mezi taženým a tlačným pásem kolmá k výslednici smykové síly.

Výška průřezu přepočtená do směru výslednice smykové síly

$$h = 580 \text{ mm}$$

Poznámka: Hodnota  $h$  se spočte jako šířka průřezu v těžišti ve směru výslednice smykové síly.

Plocha betonu průřezu

$$A_c = 0.15 \text{ m}^2$$

Efektivní výška přepočtená do směru výslednice smykové síly

$$d = 435 \text{ mm}$$

Rameno vnitřních sil přepočtené do směru výslednice smykové síly

$$z = 352 \text{ mm}$$

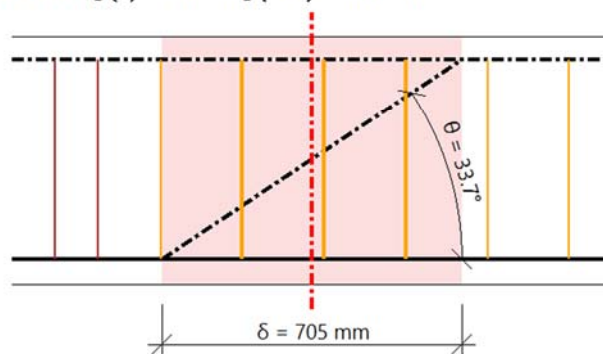
## Parametry smykové výztuže

### Vstupní parametry

Třmínky na délku průmětu smykové trhliny  $\delta = z \cdot \cot(\Theta) = 705 \text{ mm}$ , interval (-353; 353)

$$z = \text{Coeff}_d \cdot \text{Coeff}_z \cdot h = 0.9 \cdot 0.9 \cdot 0.58 = 470 \text{ mm} \quad \delta = z \cdot \cotg(\theta) = 0.47 \cdot \cotg(33.7) = 705 \text{ mm}$$

ID	Zone	$x_s$ [mm]	$\phi_s$ [mm]	$s_s$ [mm]	$n_s$ []	$\alpha_s$ [°]	$f_{ywk}$ [MPa]
1	5	-164	6	192	2	90	500
2	5	27.9	6	192	2	90	500
3	5	220	6	192	2	90	500
Avg.	-	-	6	192	2	90	500



Počet stříhů třmínků

$$n_s = 2$$

Průměr výztuže

$$\phi_s = 6 \text{ mm}$$

Podélná vzdálenost třmínků

$$s_{inp} = 0.192 \text{ m}$$

Úhel odklonu třmínků od podélné osy prvků

$$\alpha_s = 90^\circ$$

Návrhová mez kluzu výztuže v tahu

$$f_{ywk} = 500 \text{ MPa}$$

Průřezová plocha smykové výztuže

$$A_{sw} = n_s \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 = 2 \cdot 3.14 \cdot \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 56.5 \text{ mm}^2$$

Maximální podélná vzdálenost třmínků

$$s_l = s_{inp} = 192 \text{ mm}$$

Průřezová plocha na metr

$$A_{swm} = \frac{A_{sw}}{s_l} = \frac{56.5 \cdot 10^{-6}}{0.192} = 295 \text{ mm}^2/\text{m}$$

### Parametry podélné výztuže

Plocha tažené výztuže

$$A_{sl} = 327 \text{ mm}^2$$

## Výpočet smykové únosnosti

Návrhová smyková únosnost dílce bez smykové výztuže

$$\sigma_{ct,max} = 2.02 \text{ MPa} \geq f_{ctd} = 1.33 \text{ MPa} \Rightarrow \text{průřez s ohybovými trhlinami}$$

Výpočet návrhové smykové únosnosti dílce bez smykové výztuže podle 6.2.2(1).

Součinitel pro výšku průřezu

$$k = \min \left( 1 + \left( \frac{200}{d} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = \min \left( 1 + \left( \frac{200}{435} \right)^{\frac{1}{2}}; 2 \right) = 1.68 \quad (6.2.2(1))$$

Jiné součinitele

$$C_{Rdc} = 0.12 \quad v_{min} = 0.417 \quad k_1 = 0.15$$

Stupeň vyztužení

$$\rho_1 = \min \left( \frac{A_{s1}}{b_w \cdot d}; 0.02 \right) = \min \left( \frac{327 \cdot 10^{-6}}{0.374 \cdot 0.435}; 0.02 \right) = 2.01 \cdot 10^{-3} \quad (6.2.2(1))$$

Osová napětí v průřezu

$$\sigma_{cp} = \min \left( \frac{-N_{Ed}}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd} \right) = \min \left( \frac{-64}{0.15}; 0.2 \cdot 20 \right) = -0.427 \text{ MPa} \quad (6.2.2(1))$$

Výpočet návrhové smykové únosnosti

$$V_{Rdc} = 10^6 \cdot \left( C_{Rdc} \cdot k \cdot \left( 100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck} \right)^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d \quad (6.2.a)$$

$$= 10^6 \cdot \left( 0.12 \cdot 1.68 \cdot \left( 100 \cdot 2.01 \cdot 10^{-3} \cdot 30 \right)^{\frac{1}{3}} + 0.15 \cdot -0.427 \right) \cdot 0.374 \cdot 0.435 = 49 \text{ kN}$$

$$V_{Rdcmin} = 10^6 \cdot \left( v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right) \cdot b_w \cdot d \quad (6.2.b)$$

$$= 10^6 \cdot \left( 0.417 + 0.15 \cdot -0.427 \right) \cdot 0.374 \cdot 0.435 = 57 \text{ kN}$$

$$V_{Rdc} = \max(V_{Rdc}; V_{Rdcmin}; 0) = \max(49; 57; 0) = 57 \text{ kN}$$

Poznámka: Návrhová smyková únosnost dílce bez smykové výztuže se spočte podle čl. 6.2.2(1), protože průřez v ohybu podle MSÚ je porušen trhlinami nebo protože průřez není zatížený normálovou silou a ohybovými momenty.

## Výpočet úhlu mezi náhradní diagonálou a osou dílce

Limitní hodnota úhlu

- minimální hodnota:

$$\theta_{min} = 21.8^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{min}) = 2.5 \quad (6.2.3(2))$$

- maximální hodnota:

$$\theta_{max} = 45^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{max}) = 1 \quad (6.2.3(2))$$

- vstupní/vypočítaná hodnota:

$$\theta = \theta_{inp} = 33.7^\circ, \cot(\theta) = 1.5$$

Poznámka: Automatický výpočet úhlu je vypnut, uvažuje se uživatelem zadaná hodnota.

## Návrhová smyková únosnost dílce se smykovou výztuží

Návrhová hodnota napětí smykové výztuže

$$A_{sw} = n_s \cdot \pi \cdot \left(\frac{\phi_s}{2}\right)^2 = 2 \cdot 3 \cdot 14 \cdot \left(\frac{6}{2}\right)^2 = 56.5 \text{ mm}^2$$
$$\sigma_{swd} = \frac{\frac{\text{abs}(V_{Ed})}{z} \cdot s_l}{A_{sw} \cdot (\cotg(\theta) + \cotg(\alpha_s) \cdot \sin(\alpha_s))} = \frac{\frac{\text{abs}(19069)}{0.352} \cdot 0.19}{56.5 \cdot 10^{-6} \cdot (\cotg(33.7) + \cotg(90) \cdot \sin(90))} = 123 \text{ MPa}$$

Návrhová mez kluzu smykové výztuže

$$f_{ywd} = 0.8 \cdot f_{ywk} = 0.8 \cdot 500 = 400 \text{ MPa} \quad ,(\text{protože } \sigma_{swd} < 0.8 \cdot f_{ywk})$$

Poznámka: Návrhová mez kluzu smykové výztuže byla redukována na  $0,8 \times f_{ywk}$  (EN 1992-1-1, článek 6.2.3(3)), protože návrhové napětí smykové výztuže je pod 80 % charakteristické meze kluzu  $f_{yk}$ .

Návrhová smyková únosnost dílce se smykovou výztuží

$$V_{Rds} = \frac{A_{sw}}{s_l} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cotg(\theta) = \frac{56.5 \cdot 10^{-6}}{0.19} \cdot 0.352 \cdot 400 \cdot 10^6 \cdot \cotg(33.7) = 62 \text{ kN} \quad (6.8)$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v$

$$v = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0.6 \cdot \left(1 - \frac{30}{250}\right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v_1$

$$\sigma_{cp} = \min\left(\frac{-N_{Ed}}{A_c}; 0.2 \cdot f_{cd}\right) = \min\left(\frac{-64}{0.15}; 0.2 \cdot 20\right) = -0.427 \text{ MPa}$$
$$v_1 = 0.6 \quad (6.10.aN)$$

Koeficient zohledňující stav tlakového napětí v pásu

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{pro nepředpjaté dílce}) \quad (\$6.2.3(3)N3)$$

Návrhová hodnota maximální smykové síly, kterou dokáže dílec přenést

$$V_{Rdmax} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_{w1} \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{(\cotg(\theta) + \tg(\theta))} = \frac{1 \cdot 0.174 \cdot 0.352 \cdot 0.6 \cdot 20 \cdot 10^6}{(\cotg(33.7) + \tg(33.7))} = 339 \text{ kN} \quad (6.9)$$

Maximální smyková síla v blízkosti podpory (bez použití součinitele  $\beta$ )

$$V_{Edmax} = 0.5 \cdot b_{w1} \cdot d \cdot v \cdot f_{cd} = 0.5 \cdot 0.174 \cdot 0.435 \cdot 0.528 \cdot 20 \cdot 10^6 = 400 \text{ kN} \quad (6.5)$$

Smyková únosnost dílce

$$V_{Rd} = \min(V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td}; V_{Rdmax} + V_{ccd} + V_{td}; V_{Edmax} + V_{ccd} + V_{td}) = \min(62.2 + 0 + 0; 339 + 0 + 0; 400 + 0 + 0) = 62.2 \text{ kN}$$

## Posouzení na smyk

Posouzení  $V_{Rdmax}$

$$V_{Ed} = 19.1 \text{ kN} \leq V_{Rdmax} + V_{ccd} + V_{td} = 339 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek na drčení tlakové diagonály vyhovuje ( $V_{Ed} \leq V_{Rd,max} + V_{td} + V_{ccd}$ ).

Posouzení  $V_{Edmax}$

$$V_{Ed} = 19.1 \text{ kN} \leq V_{Edmax} + V_{ccd} + V_{td} = 400 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek vyhoví na smykovou sílu poblíž podpory ( $V_{Ed} \leq V_{Ed,max} + V_{td} + V_{ccd}$ ).

Posouzení  $V_{Rdc}$  a  $V_{Rds}$

$$V_{Ed} = 19.1 \text{ kN} < V_{Rdc} = 57.3 \text{ kN} \text{ and } V_{Ed} = 19.1 \text{ kN} < V_{Rds} + V_{ccd} + V_{td} = 62.2 \text{ kN}$$

Poznámka: Posudek vyhoví, smykovou sílu přeneše beton ( $V_{Ed} \leq V_{Rdc}$ ) a  $V_{Ed} \leq V_{Rds}$ , není požadována smyková výztuž. Je nutno zadat pouze minimální smykovou výztuž podle konstrukčních zásad.

**Jedn. pos.**

$$UC = \frac{\text{abs}(V_{Ed})}{V_{Rd}} = \frac{\text{abs}(19.1 \text{ kN})}{62.2 \text{ kN}} = 0.307$$

## Posudek kroucení a výpočet únosnosti v kroucení

### Parametry průřezu

Celková plocha průřezu

$$A_c = 150000 \text{ mm}^2$$

Celková plocha průřezu

$$u_c = 1600 \text{ mm}$$

Plocha podélné výztuže pro kroucení

$$A_{sl} = 653 \text{ mm}^2$$

Minimální vzdálenost mezi pruty výztuže uvnitř třmínku pro kroucení a okrajem průřezu

$$a_{sl} = 30 \text{ mm}$$

Efektivní tloušťka stěny

$$t_{ef} = \max\left(\frac{A_c}{u_c}, 2 \cdot a_{sl}\right) = \max\left(\frac{0.15}{1.6}, 2 \cdot 0.03\right) = 93.8 \text{ mm} \quad (\S 6.3.2(1))$$

Obvod plochy a plocha uzavřená střednicí efektivního průřezu

$$u_k = 1225 \text{ mm}$$

$$A_k = 83789 \text{ mm}^2$$

Poznámka: Parametry pro kroucení [hodnoty  $A_k$  a  $u_k$ ] se spočtou automaticky [Metoda = ze třmínků na kroucení].



## Parametry smyku/kroucí výztuž

Třmínky na délku průřezu smykové trhliny  $\delta = z \cdot \cot(\theta) = 705 \text{ mm}$ , interval (-353; 353)

$$z = \text{Coeff}_d \cdot \text{Coeff}_z \cdot h = 0.9 \cdot 0.9 \cdot 0.58 = 470 \text{ mm} \quad \delta = z \cdot \cot(\theta) = 0.47 \cdot \cot(33.7) = 705 \text{ mm}$$

ID	Zone	$x_s$ [mm]	$\phi_s$ [mm]	$s_s$ [mm]	$n_s$ []	$\alpha_s$ [°]	$f_{ywk}$ [MPa]
1	5	-164	6	192	2	90	500
2	5	27.9	6	192	2	90	500
3	5	220	6	192	2	90	500
Avg.	-	-	6	192	2	90	500

### Vstupní parametry

Průměr  $\phi_{st} = 6 \text{ mm}$

Středová vzdálenost v podélném směru  $s_{tinp} = 0.192 \text{ m}$

Úhel odklonu třmínků od podélné osy prvku  $\alpha_{st} = 90^\circ$

Návrhová mez kluzu výztuže v tahu  $f_{ywtk} = 500 \text{ MPa}$

Průřezová plocha smykové výztuže

$$A_{swt} = \pi \cdot \left( \frac{\phi_{st}}{2} \right)^2 = 3.14 \cdot \left( \frac{6}{2} \right)^2 = 28.3 \text{ mm}^2$$

Maximální podélná vzdálenost třmínků

$$s_{it} = s_{tinp} = 192 \text{ mm}$$

Průřezová plocha smykové výztuže na metr

$$A_{swtm} = \frac{A_{swt}}{s_{it}} = \frac{28.3 \cdot 10^{-6}}{0.192} = 147 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Návrhová mez kluzu smykové výztuže

$$f_{ywd} = \frac{f_{ywtk}}{\gamma_s} = \frac{500}{1.15} = 435 \text{ MPa}$$

### Výpočet úhlu mezi náhradní diagonálou a osou dílce

- minimální hodnota:

$$\theta_{\min} = 21.8^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{\min}) = 2.5$$

(§6.2.3(2))

- maximální hodnota:

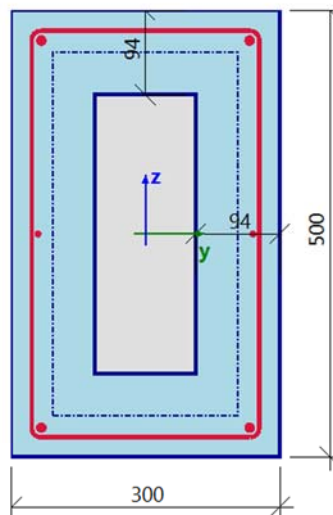
$$\theta_{\max} = 45^\circ \Rightarrow \cot(\theta_{\max}) = 1$$

(§6.2.3(2))

- vstupní/vypočítaná hodnota:

$$\theta = \theta_{inp} = 33.7^\circ, \cot(\theta) = 1.5$$

Poznámka: Automatický výpočet úhlu je vypnut, uvažuje se uživatelem zadaná hodnota.



### Výpočet únosnosti na kroucení

Návrhový kroucí moment na mezi vzniku trhlin

$$T_{Rdc} = 2 \cdot f_{ctd} \cdot t_{ef} \cdot A_k = 2 \cdot 1.33 \cdot 10^6 \cdot 0.0938 \cdot 0.0838 = 20.9 \text{ kNm}$$

Návrhová únosnost kroucího momentu výztuže pro kroucení

$$T_{Rds} = 2 \cdot A_k \cdot \frac{A_{swt}}{s_{it}} \cdot f_{ywd} \cdot \cot(\theta) = 2 \cdot 0.0838 \cdot \frac{28.3 \cdot 10^{-6}}{0.192} \cdot 435 \cdot 10^6 \cdot \cot(33.7) = 16.1 \text{ kNm}$$

## Maximální návrhový kroutící moment únosnosti

Součinitel redukce pevnosti pro beton porušený trhlinami ve smyku - hodnota  $v$

$$v = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{f_{ck}}{250} \right) = 0.6 \cdot \left( 1 - \frac{30}{250} \right) = 0.528 \quad (6.6N)$$

$$v_1 = 0.6 \quad (6.10.aN)$$

Koeficient zohledňující stav tlakového napětí v pásu

$$\alpha_{cw} = 1 \quad (\text{pro nepředpjaté dílce}) \quad (§6.2.3(3)N3)$$

Maximální návrhový kroutící moment únosnosti

$$\begin{aligned} T_{Rdmax} &= 2 \cdot v \cdot \alpha_{cw} \cdot f_{cd} \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot \cos(\theta) \cdot \sin(\theta) \\ &= 2 \cdot 0.528 \cdot 1 \cdot 20 \cdot 10^6 \cdot 0.0838 \cdot 0.0938 \cdot \cos(33.7) \cdot \sin(33.7) = 76.6 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Kroutící moment na mezi únosnosti na prvku

$$T_{Rd} = \min(T_{Rds}, T_{Rdmax}) = \min(16.1; 76.6) = 16.1 \text{ kNm}$$

## Posouzení na kroucení

Posouzení  $T_{Rdmax}$

$$T_{Ed} = 12.7 \text{ kNm} \leq T_{Rdmax} = 76.6 \text{ kNm}$$

Poznámka: Posudek na rozdrčení tlakové diagonály ( $T_{Ed} < T_{Rd,max}$ ) vyhovuje.

Posudek  $T_{Rdc}$  a  $T_{Rds}$

$$T_{Ed} = -12.7 \text{ kNm} < T_{Rdc} = 20.9 \text{ kNm} \text{ and } T_{Ed} = 12.7 \text{ kNm} < T_{Rds} = 16.1 \text{ kNm}$$

Poznámka: Posudek vyhovuje, kroutící moment může přenést beton, není požadována smyková výztuž. Dle konstrukčních zásad musí být vložena pouze minimální smyková výztuž.

Jedn. pos.

$$UC = \frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rd}} = \frac{\text{abs}(-12.7 \text{ kNm})}{16.1 \text{ kNm}} = 0.789$$

## Posudek interakce Vy+Vz+T

Posudek interakce Vy+Vz+T (beton)

Posudek rovnice  $(T_{Ed}/T_{Rdmax}) + (V_{Ed}/V_{Rdmax})$

$$\left( \frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rdmax}} \right) + \left( \frac{\text{abs}(V_{Ed})}{V_{Rdmax}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(-12.7)}{76.6} \right) + \left( \frac{\text{abs}(19.1)}{339} \right) = 0.222 \leq 1 \quad (6.29)$$

Poznámka: Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  na rozdrčení tlakové diagonály vyhoví.

Posudek rovnice  $(T_{Ed}/T_{Rdc}) + (V_{Ed}/V_{Rdc})$

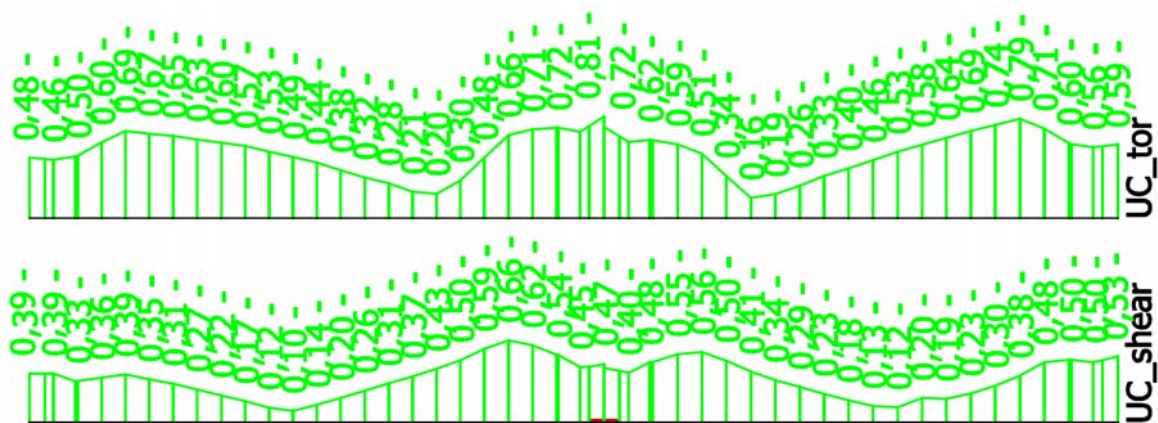
$$\left( \frac{\text{abs}(T_{Ed})}{T_{Rdc}} \right) + \left( \frac{\text{abs}(V_{Ed})}{V_{Rdc}} \right) = \left( \frac{\text{abs}(-12.7)}{20.9} \right) + \left( \frac{\text{abs}(19.1)}{57.3} \right) = 0.939 \leq 1 \quad (6.31)$$

Poznámka: Posudek interakce  $V_y + V_z + T$  pro beton vyhoví, smykové síly a kroutící moment jsou přeneseny betonem, není potřeba smyková výztuž. Zadat je nutno pouze minimální smykovou výztuž podle konstrukčních zásad.

Jedn. pos.

$$UC_{int.con} = 0.222$$

Využití nosníku na smyk a kroucení (pro všechny zatěžovací stavy):

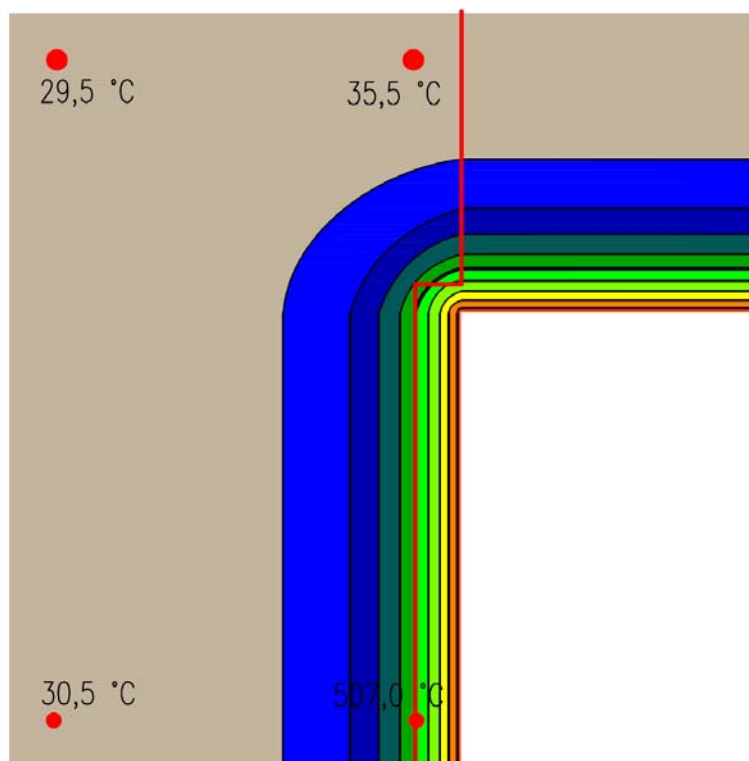
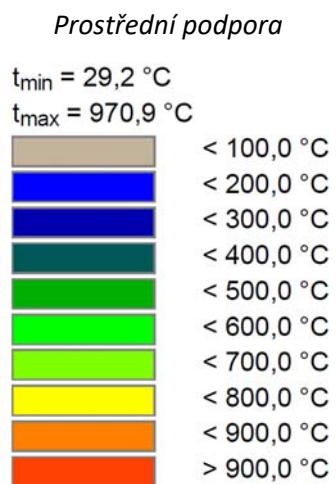
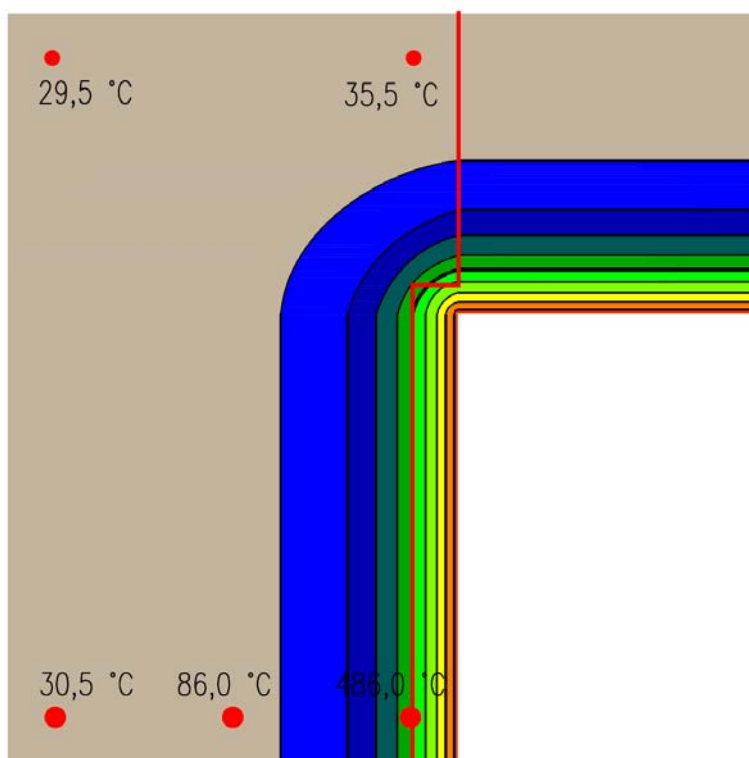
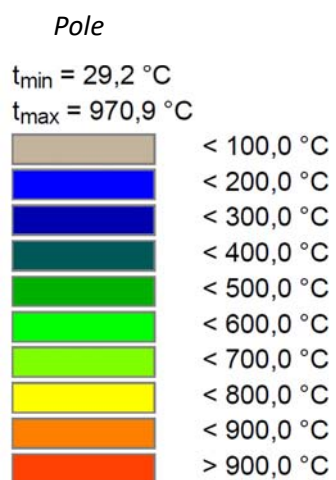


Návrh smykové výztuže vyhovuje.



### 3.3.2 Posouzení ztužujícího trámu za požáru

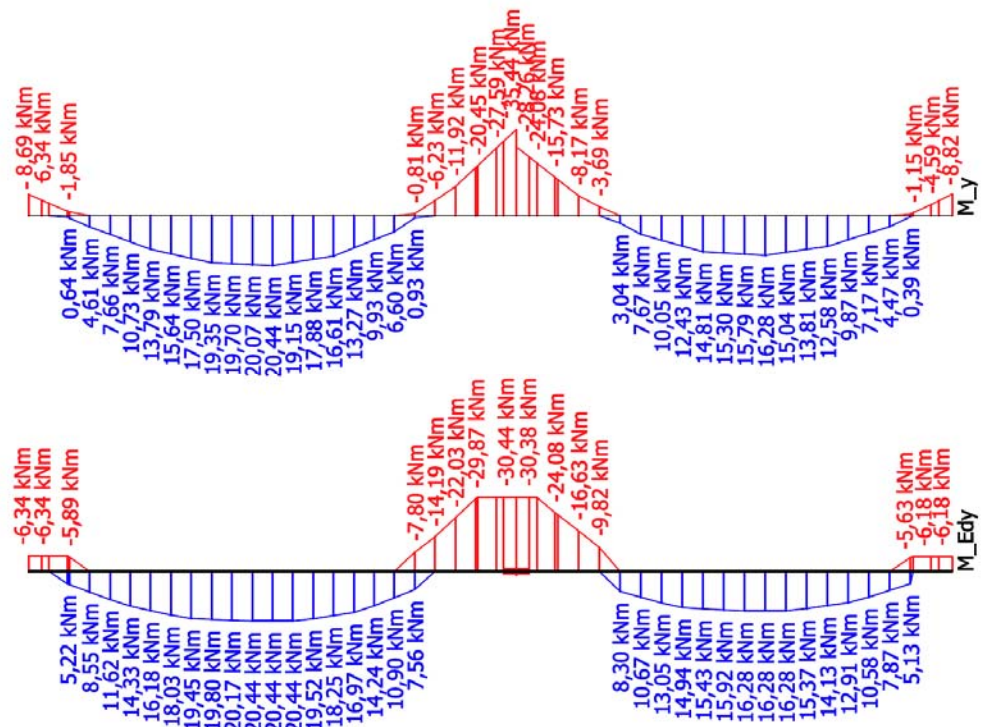
Teplotní profil při požadované odolnosti R90 (teplotní křivka ISO 834):



Teplotní profily z FIN EC  
 - Beton požár

Obálka z kombinace CO2  
– EN Mimořádné 2

Redukce momentů ( $M_y$ ) nad podporou a posun obálky ( $M_{dy}$ ):

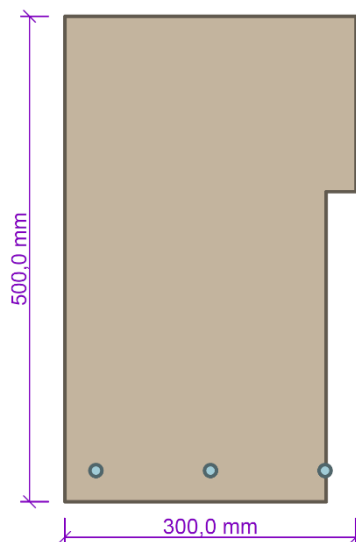


Pro potřeby posudku  
za požáru zanedbáno  
normálová napětí a  $M_z$

Při výpočtu uvažována  
jen tažená výtzuž

Efektivní průřez  
z izotermy 500

Posouzení v levém poli (Izoterma 500):



$$b_{horní,eff,fi} = 300 \text{ mm} (h = 180,67 \text{ mm})$$

$$b_{spodní,eff,fi} = 269,40 \text{ mm} (h = 319,33 \text{ mm})$$

$$A_s = 3 \cdot \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 339,3 \text{ mm}^2$$

$$\theta_{s,1} = 30,5 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow k_{E,\theta,3} = 1,0; k_{y,\theta,1} = 1,0$$

$$\theta_{s,2} = 86,0 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow k_{E,\theta,2} = 1,0; k_{y,\theta,2} = 1,0$$

$k_y$  získáno interpolací tabulkových hodnot pro za tepla tvářenou výztuž

$$\theta_{s,3} = 486,0 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow k_{E,\theta,3} = 0,6140; k_{y,\theta,3} = 0,8108$$

$$k_{y,\theta} = \frac{\sum(A_{s,i} \cdot k_{y,\theta,i})}{\sum A_{s,i}} = \frac{113,1 \cdot 1 + 113,1 \cdot 1 + 113,1 \cdot 0,8108}{339,3} = 0,9369$$

$$f_{yd,fi} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}} \cdot k_{y,\theta} = \frac{500}{1,0} \cdot 0,9369 = 468,45 \text{ MPa}$$

$$f_{cd,fi} = \frac{\alpha \cdot f_{ck}}{\gamma_{c,fi}} = \frac{1,0 \cdot 30}{1,0} = 30 \text{ MPa}$$

$$F_s = F_c$$

$$A_s \cdot f_{yd,fi} = 0,8 \cdot b_{horni,eff,fi} \cdot x_{fi} \cdot f_{cd,fi}$$

$$x_{fi} = \frac{A_s \cdot f_{yd,fi}}{0,8 \cdot b_{horni,eff,fi} \cdot f_{cd,fi}} = \frac{339,3 \cdot 468,45}{0,8 \cdot 300 \cdot 30} = 22 \text{ mm}$$

$$z_{fi} = d_{fi} - 0,5 \cdot 0,8 \cdot x_{fi} = 468 - 0,4 \cdot 22 = 459,2 \text{ mm}$$

$$M_{Rd,fi} = F_s \cdot z_{fi} = A_s \cdot f_{yd,fi} \cdot z_{fi} = 339,3 \cdot 468,45 \cdot 0,4592 = 72,99 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,fi} = 72,99 \text{ kNm} > M_{Ed,fi,max,pole} = 20,44 \text{ kNm}$$

**Trám v poli vyhovuje pro požadovanou požární odolnost R90 s využitím 28 %.**

Posouzení nad prostřední podporou (Izoterma 500):

$$A_s = 2 \cdot \frac{\pi \cdot 12^2}{4} = 223,2 \text{ mm}^2$$

$$\theta_{s,1}, \theta_{s,2} < 100 \text{ } ^\circ\text{C} \rightarrow k_{y,\theta} = 1,0$$

$$f_{yd,fi} = \frac{f_{yk}}{\gamma_{s,fi}} \cdot k_{y,\theta} = \frac{500}{1,0} \cdot 1,0 = 500 \text{ MPa}$$

$$f_{cd,fi} = 30 \text{ MPa}$$

$$A_s \cdot f_{yd,fi} = 0,8 \cdot b_{spodni,eff,fi} \cdot x_{fi} \cdot f_{cd,fi}$$

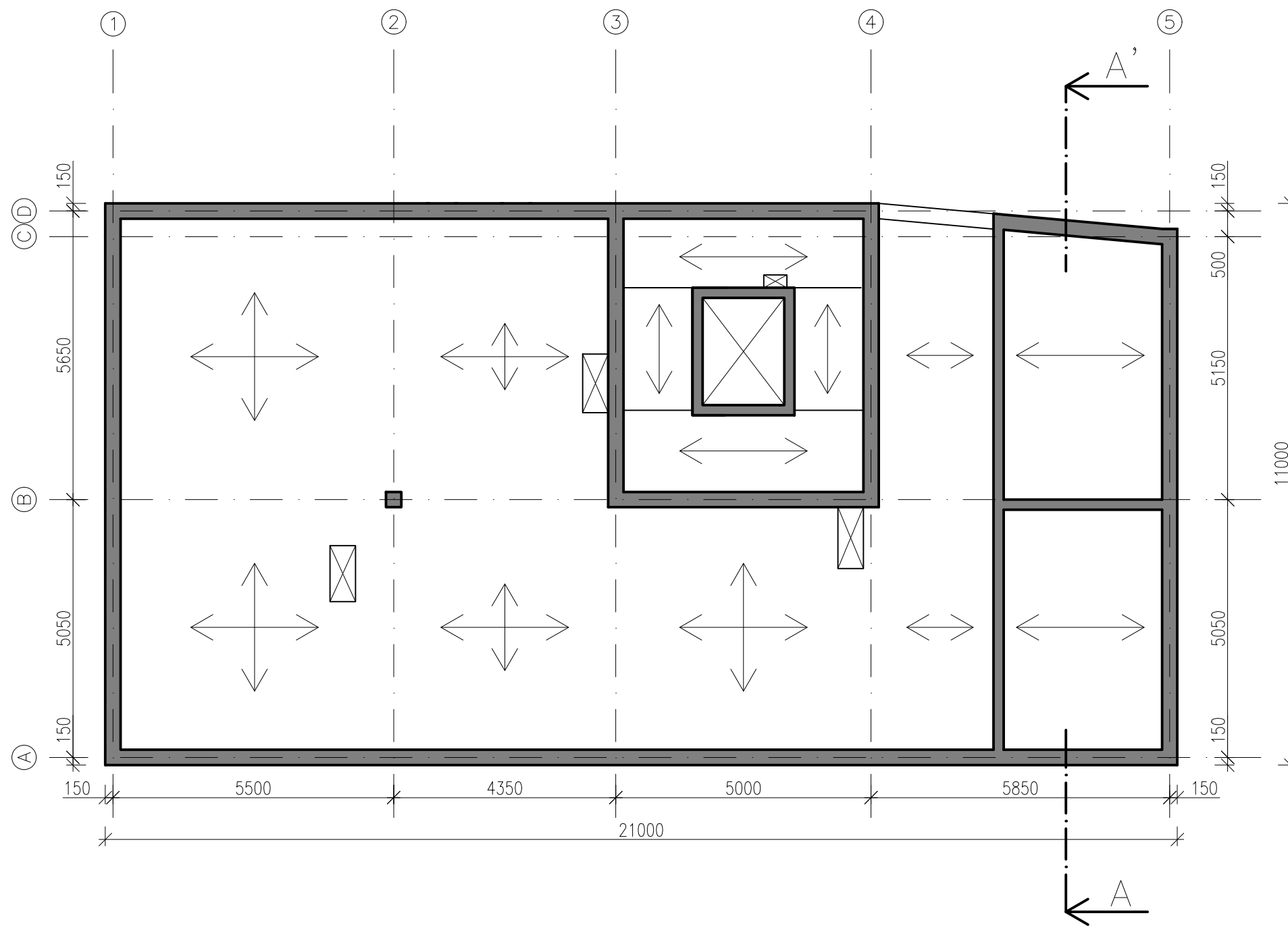
$$x_{fi} = \frac{A_s \cdot f_{yd,fi}}{0,8 \cdot b_{spodni,eff,fi} \cdot f_{cd,fi}} = \frac{223,2 \cdot 500}{0,8 \cdot 269,40 \cdot 30} = 17 \text{ mm}$$

$$z_{fi} = d_{fi} - 0,5 \cdot 0,8 \cdot x_{fi} = 468 - 0,4 \cdot 17 = 461,2 \text{ mm}$$

$$M_{Rd,fi} = F_s \cdot z_{fi} = A_s \cdot f_{yd,fi} \cdot z_{fi} = 223,2 \cdot 500 \cdot 0,461,2 = 51,47 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd,fi} = 51,47 \text{ kNm} > M_{Ed,fi,max,pole} = 30,44 \text{ kNm}$$


**Trám nad podporou vyhovuje pro požadovanou požární odolnost R90  
s využitím 59 %.**

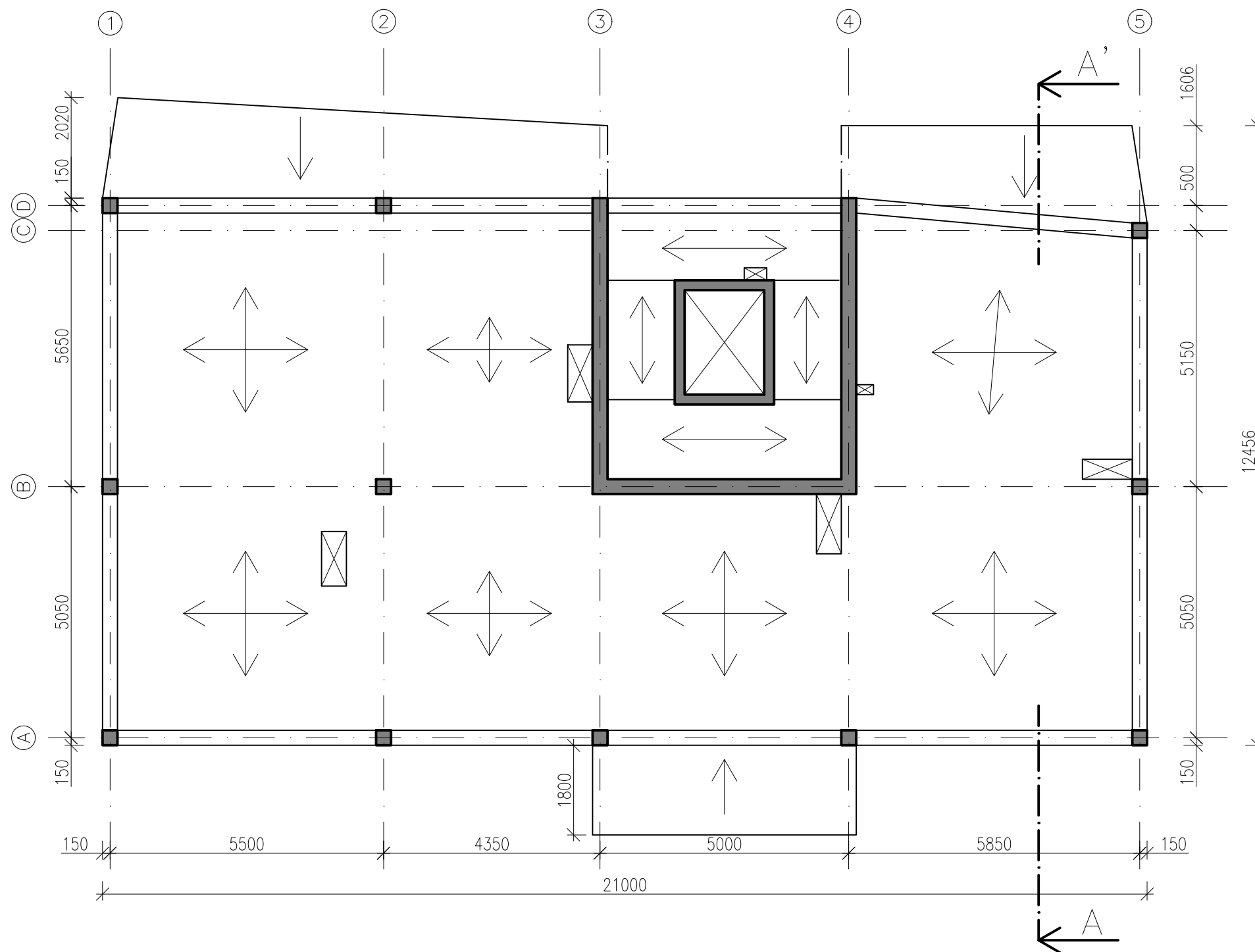


## POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU 1.PP (KONSTRUKČNÍ VÝŠKA 3m)

- SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE
- ŽELEZOBETONOVÉ SUTERÉNNÍ STĚNY
- ŽELEZOBETONOVÝ SLOUP
- ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO KOLEM SCHODIŠTĚ
- VODOROVNÉ KONSTRUKCE
- ŽELEZOBETONOVÁ DESKA PNUTÁ MEZI STĚNAMI (OBOUSMĚRNĚ I JEDNOSMĚRNĚ PNUTÁ POLE)
- ŽELEZOBETONOVÝ ZTUŽUJÍCÍ TRÁM

POZNÁMKY  
 ŘEZ A-A' V PŘÍLOZE č.11

VYPRACOVAL:	 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební	
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	FORMÁT:	A3
BYTOVÝ DŮM V PRAZE	DATUM:	4/2017
	SKUPINA:	Bc. Q-19
KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 1.PP	MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY:
	1:100	03



### POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU 1.NP (KONSTRUKČNÍ VÝŠKA 3,3m)


#### SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

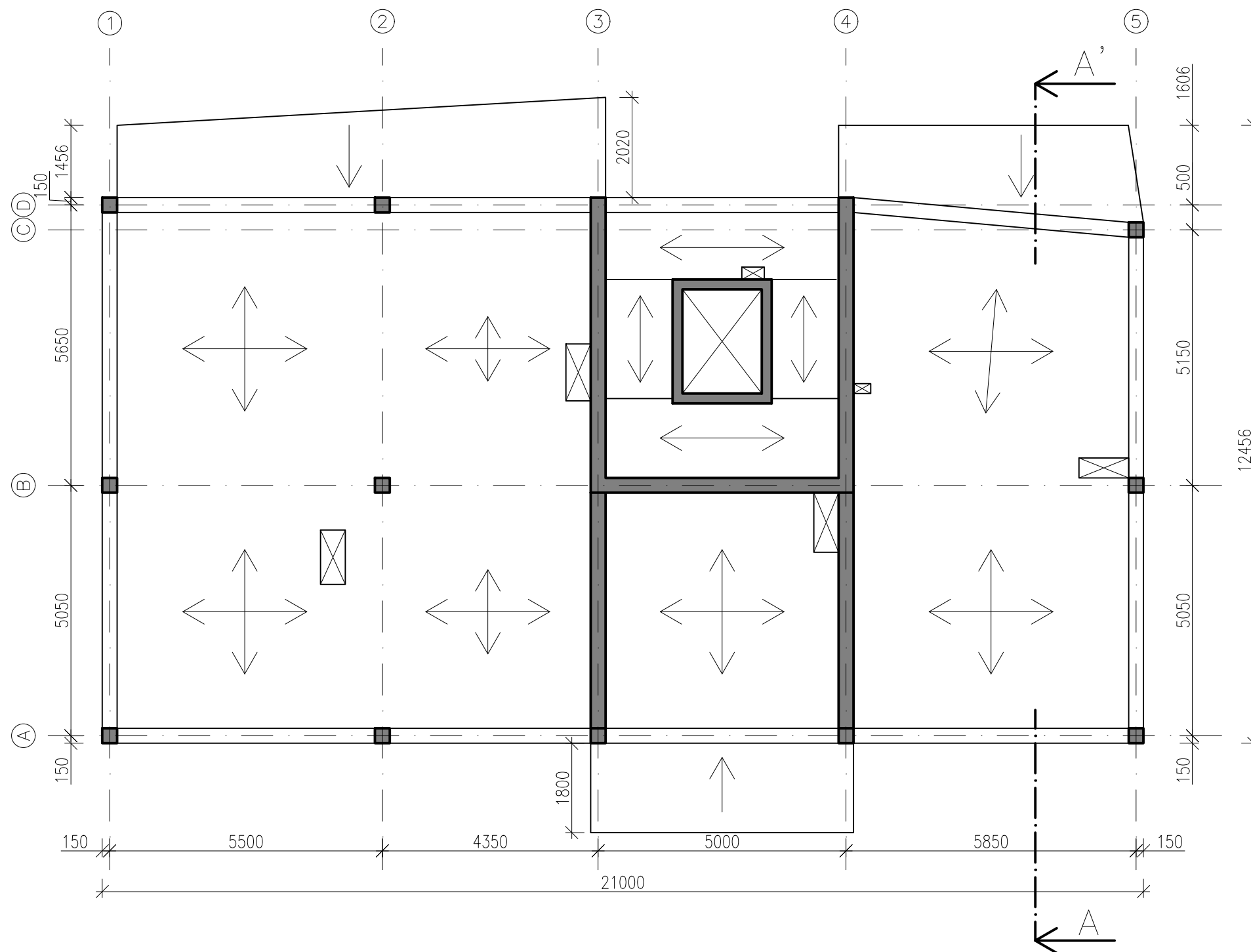
- ŽELEZOBETONOVÉ SLOUPY
- ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO KOLEM SCHODIŠTĚ

#### VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- ŽELEZOBETONOVÁ OBOUSMĚRNĚ PNUTÁ DESKA
- ŽELEZOBETONOVÉ VYKONZOLOVANÉ BALKONOVÉ DESKY
- ŽELEZOBETONOVÉ ZTUŽUJÍCÍ TRÁMY

POZNÁMKY  
ŘEZ A-A' V PŘÍLOZE č.11


VYPRACOVAL:		 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	FORMÁT:	A3
BYTOVÝ DŮM V PRAZE	DATUM:	4/2017
KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 1.NP	SKUPINA:	Bc. Q-19
	MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY:
	1:100	04

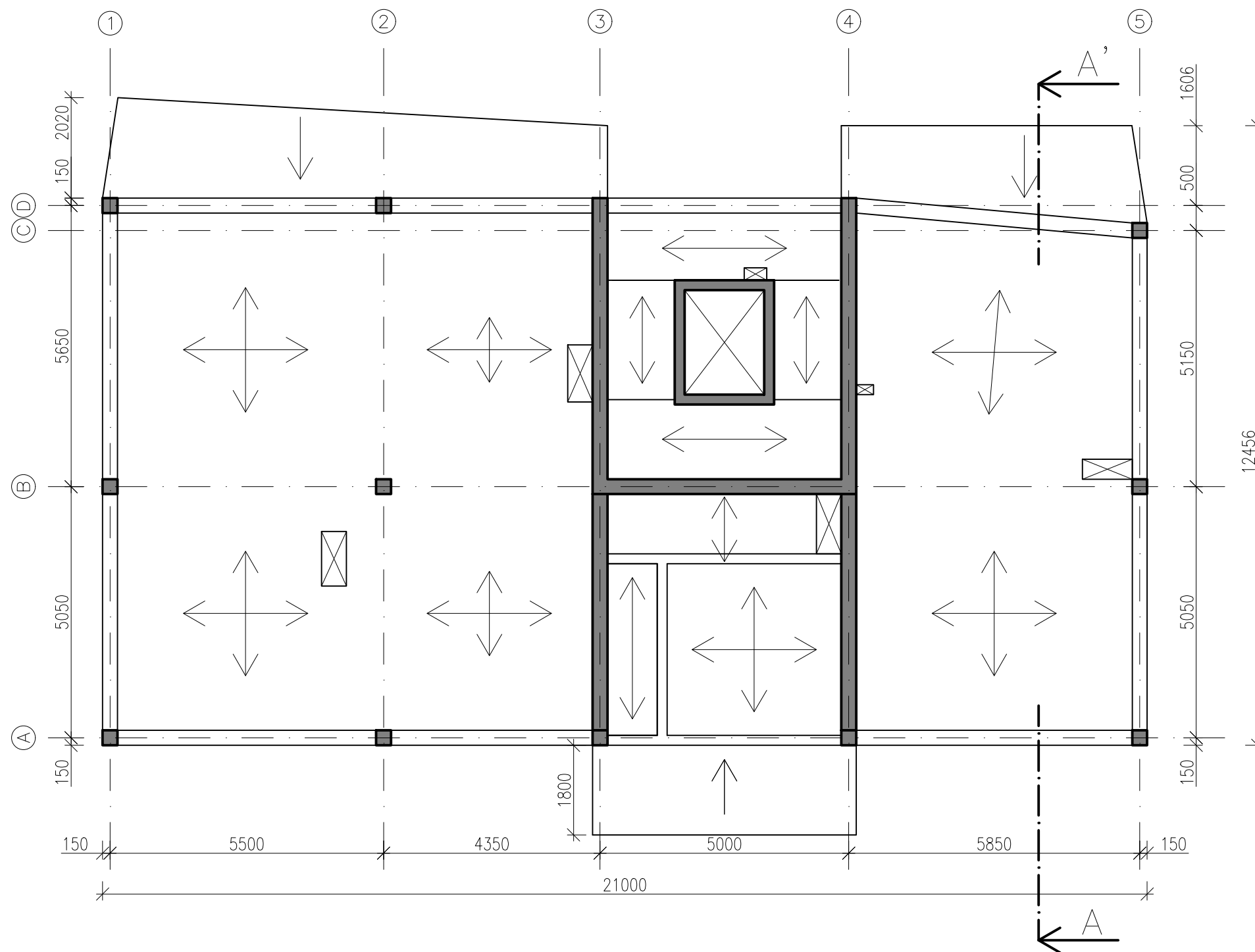


## POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU 2.NP (KONSTRUKČNÍ VÝŠKA 3,3m)

- SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE
  - ŽELEZOBETONOVÉ SLOUPY
  - ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRŮ KOLEM SCHODIŠTĚ
  - NOSNÁ ZEĎ Z VÁPENOPÍSKOVÝCH TVÁRNIC SILKA S15-1600
- VODOROVNÉ KONSTRUKCE
  - ŽELEZOBETONOVÁ OBOUSMĚRNĚ PNUTÁ DESKA
  - ŽELEZOBETONOVÉ VYKONZOLOVANÉ BALKONOVÉ DESKY
  - ŽELEZOBETONOVÉ ZTUŽUJÍCÍ TRÁMY

POZNÁMKY  
ŘEZ A-A' V PŘÍLOZE č.11

VYPRACOVAL:	 ČVUT Fakulta stavební	
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	FORMÁT:	A3
BYTOVÝ DŮM V PRAZE	DATUM:	4/2017
	SKUPINA:	Bc. Q-19
KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 2.NP	MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY:
	1:100	05



## POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU 3.NP (KONSTRUKČNÍ VÝŠKA 3,3m)

### SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE


- ŽELEZOBETONOVÉ SLOUPY
- ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO KOLEM SCHODIŠTĚ
- NOSNÁ ZEĎ Z VÁPENOPÍSKOVÝCH TVÁRNIC SILKA S15-1600

### VODOROVNÉ KONSTRUKCE

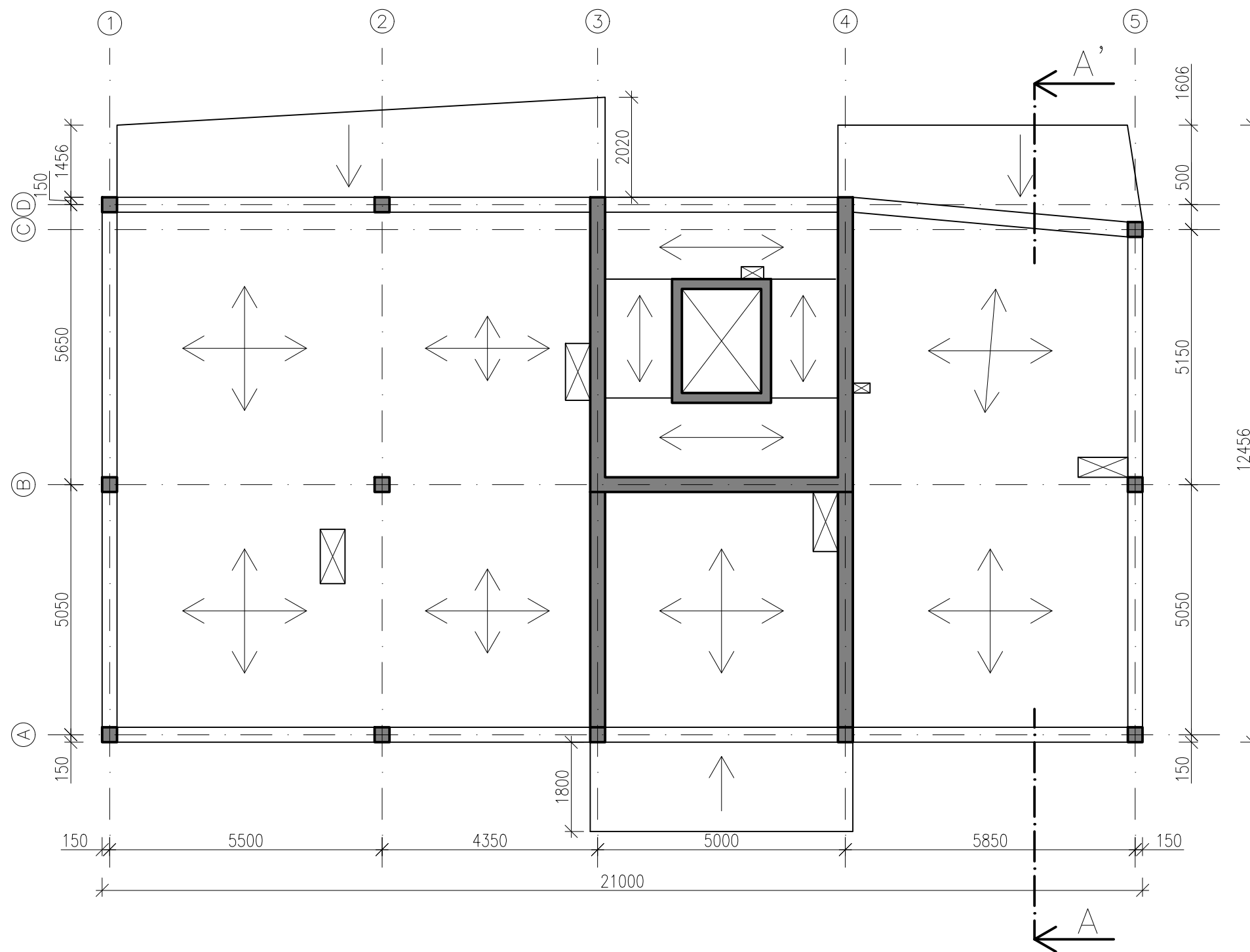
- ŽELEZOBETONOVÁ OBOUSMĚRNĚ PNUTÁ DESKA
- ŽELEZOBETONOVÉ VYKONZOLOVANÉ BALKONOVÉ DESKY
- ŽELEZOBETONOVÉ ZTUŽUJÍCÍ TRÁMY

### POZNÁMKY

ŘEZ A-A' V PŘÍLOZE č.11

VYPRACOVAL:	 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební	
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	FORMÁT:	A3
BYTOVÝ DŮM V PRAZE	DATUM:	4/2017
	SKUPINA:	Bc. Q-19
KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 3.NP	MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY:
	1:100	06





## POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU 4.NP (KONSTRUKČNÍ VÝŠKA 3,3m)


### SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE

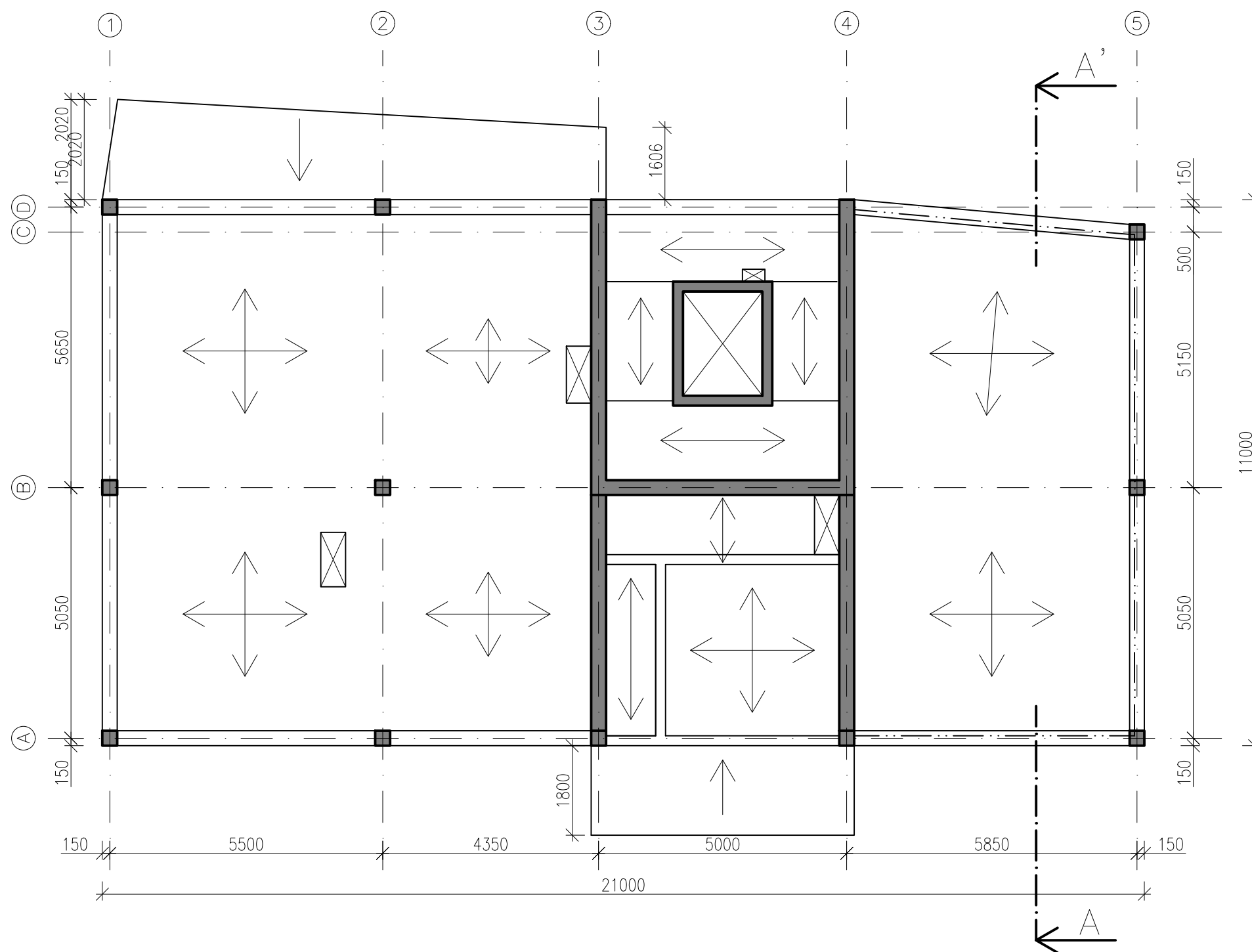
- ŽELEZOBETONOVÉ SLOUPY
- ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO KOLEM SCHODIŠTĚ
- NOSNÁ ZEĎ Z VÁPENOPÍSKOVÝCH TVÁRNIC SILKA S15-1600

### VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- ŽELEZOBETONOVÁ OBOUSMĚRNĚ PNUTÁ DESKA
- ŽELEZOBETONOVÉ VYKONZOLOVANÉ BALKONOVÉ DESKY
- ŽELEZOBETONOVÉ ZTUŽUJÍCÍ TRÁMY

POZNÁMKY  
ŘEZ A-A' V PŘÍLOZE č.11

VYPRACOVAL:	 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební	
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	FORMÁT:	A3
BYTOVÝ DŮM V PRAZE	DATUM:	4/2017
	SKUPINA:	Bc. Q-19
KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 4.NP	MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY:
	1:100	07



## POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU 5.NP (KONSTRUKČNÍ VÝŠKA 3,3m)

### SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE


- ŽELEZOBETONOVÉ SLOUPY
- ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO KOLEM SCHODIŠTĚ
- NOSNÁ ZEĎ Z VÁPENOPÍSKOVÝCH TVÁRNIC SILKA S15-1600

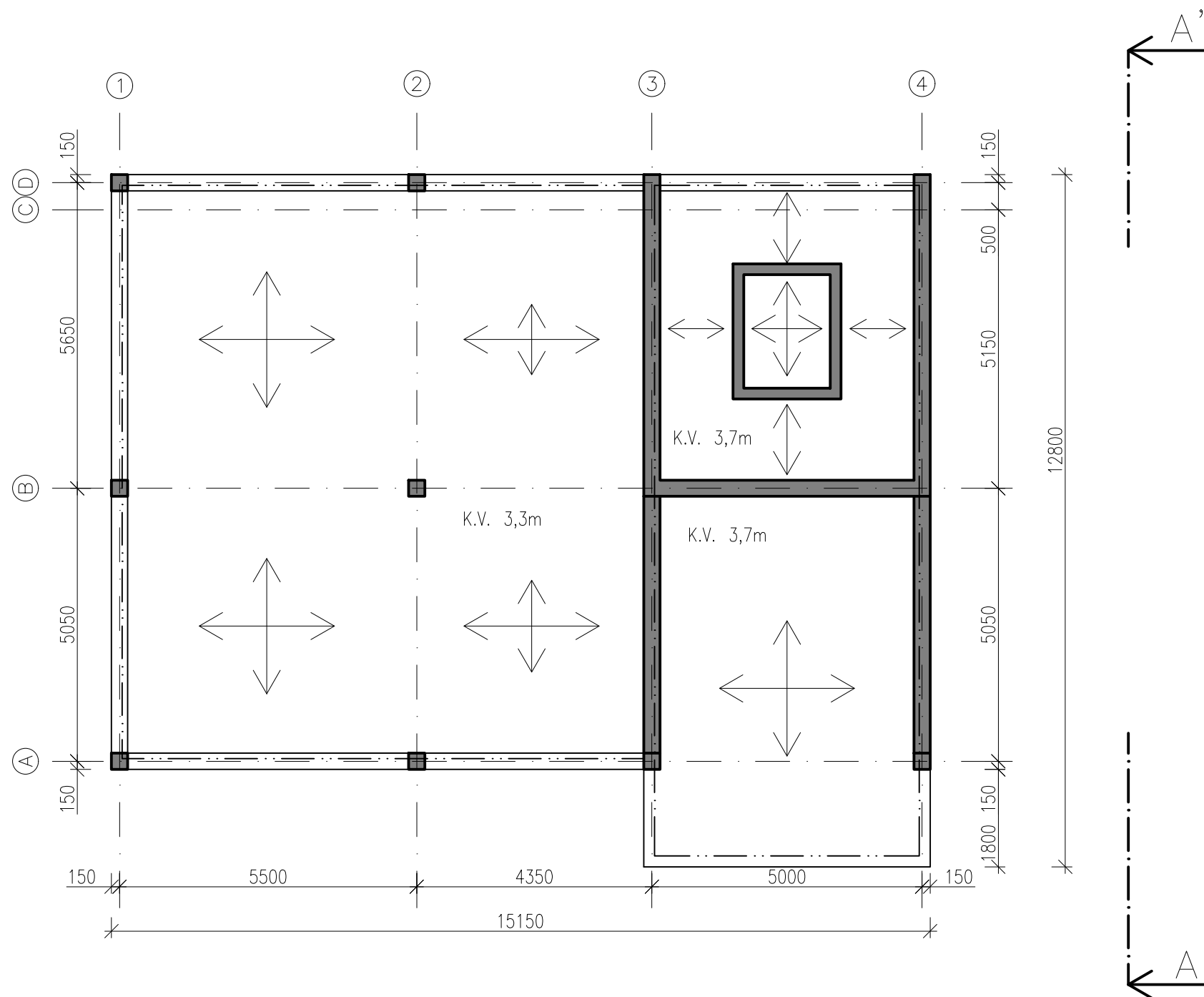
### VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- ŽELEZOBETONOVÁ OBOUSMĚRNĚ PNUTÁ DESKA
- ŽELEZOBETONOVÉ VYKONZOLOVANÉ BALKONOVÉ DESKY
- ŽELEZOBETONOVÉ ZTUŽUJÍCÍ TRÁMY
- ŽELEZOBETONOVÁ ATIKA

### POZNÁMKY

ŘEZ A-A' V PŘÍLOZE č.11

VYPRACOVAL:		 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		FORMÁT: A3
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		DATUM: 4/2017
KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 5.NP		SKUPINA: Bc. Q-19
		MĚŘÍTKO: Č. PŘÍLOHY:
		1:100 08



## POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU 6.NP (KONSTRUKČNÍ VÝŠKA 3,3m A 3,7m)

### SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE


- ŽELEZOBETONOVÉ SLOUPY
- ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO KOLEM SCHODIŠTĚ
- NOSNÁ ZEĎ Z VÁPENOPÍSKOVÝCH TVÁRNIC SILKA S15-1600

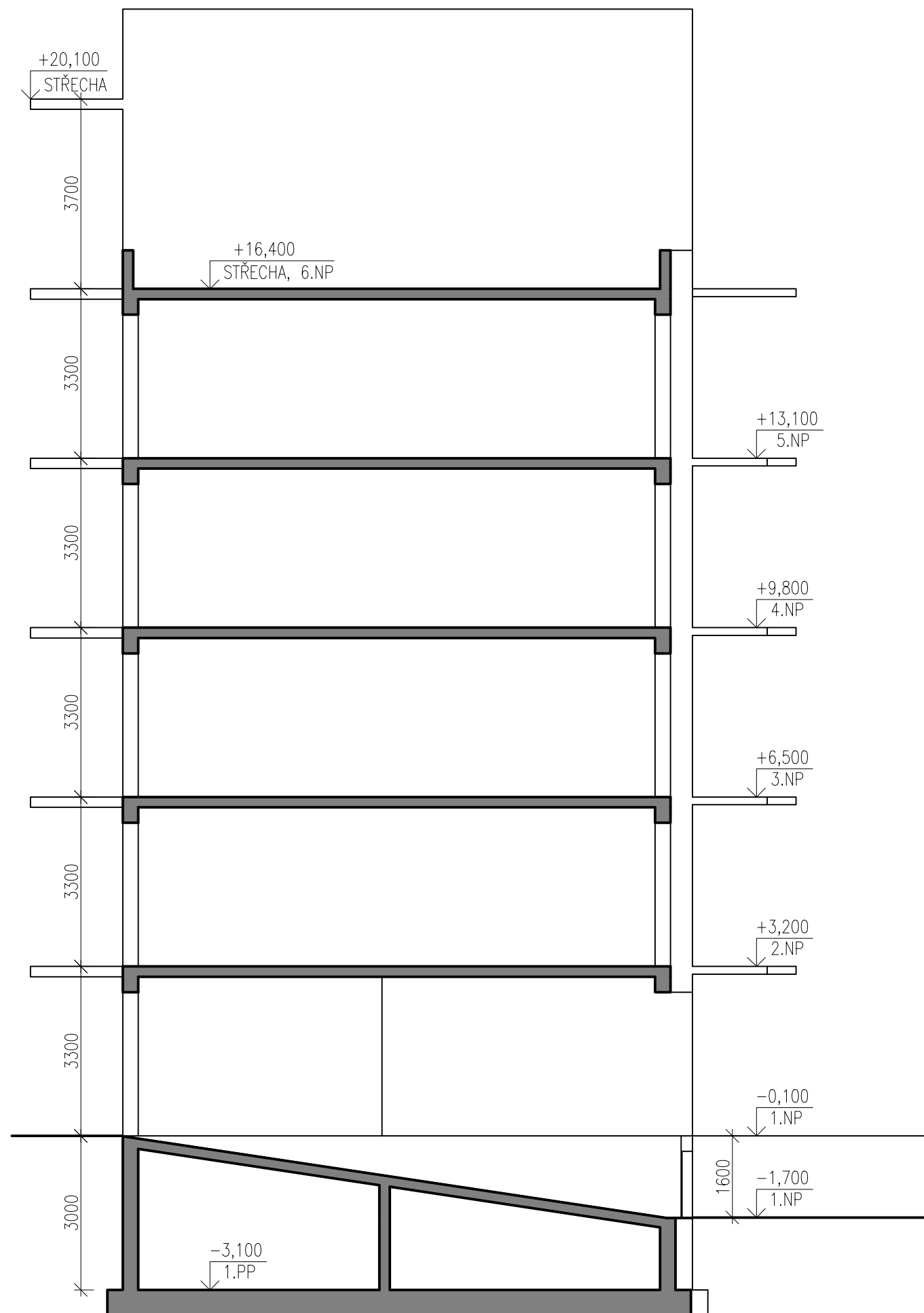
### VODOROVNÉ KONSTRUKCE

- ŽELEZOBETONOVÁ OBOUSMĚRNĚ PNUTÁ DESKA
- ŽELEZOBETONOVÉ VYKONZOLOVANÉ BALKONOVÉ DESKY
- ŽELEZOBETONOVÉ ZTUŽUJÍCÍ TRÁMY
- ŽELEZOBETONOVÁ ATIKA

### POZNÁMKY

ŘEZ A-A' V PŘÍLOZE č.11


VYPRACOVAL:	 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební	
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	FORMÁT:	A3
BYTOVÝ DŮM V PRAZE	DATUM:	4/2017
	SKUPINA:	Bc. Q-19
KONSTRUKČNÍ SCHÉMA 6.NP	MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY:
	1:100	09

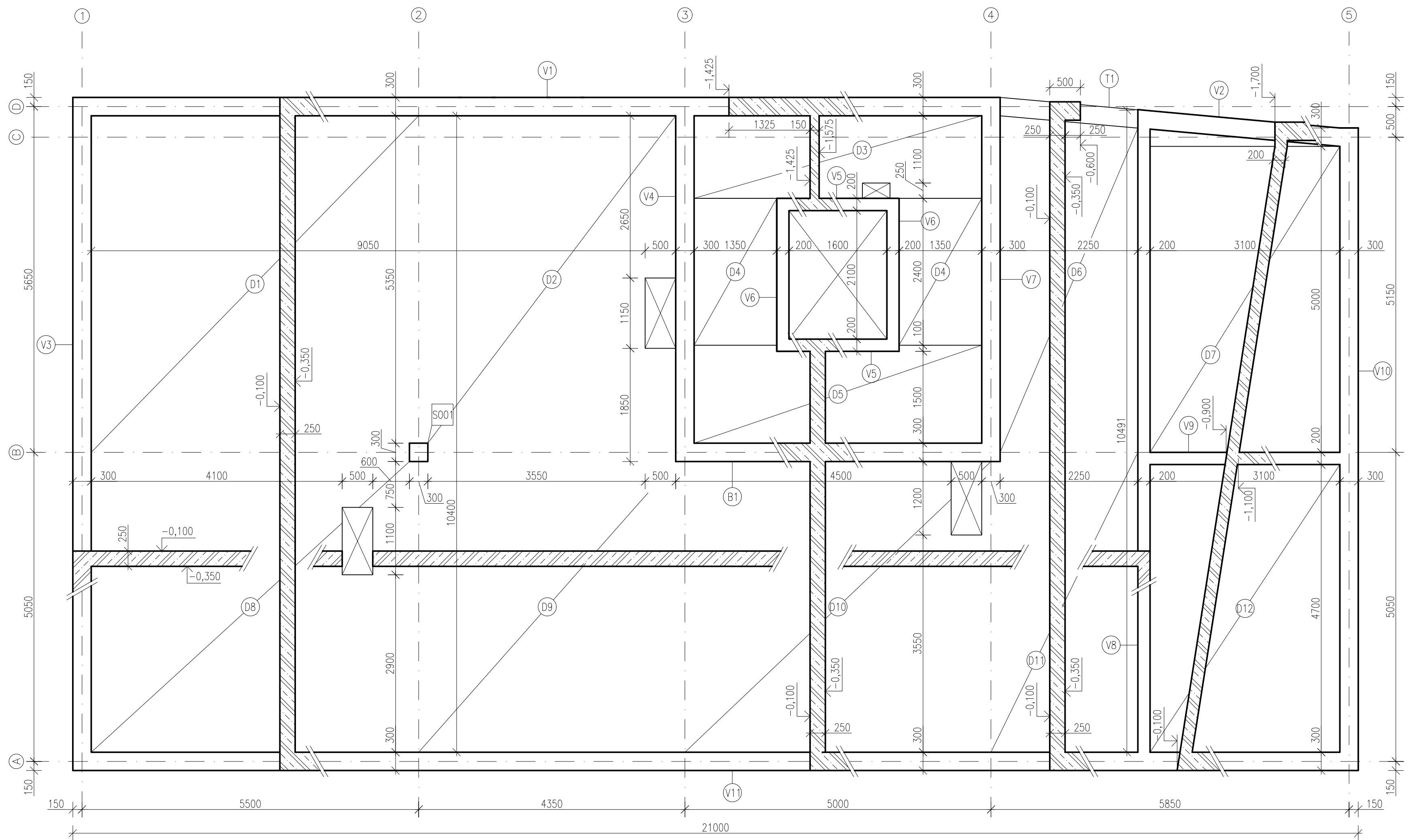


## POPIS KONSTRUKČNÍHO SYSTÉMU

- SVISLÉ NOSNÉ KONSTRUKCE
- ŽELEZOBETONOVÉ SUTERÉNNÍ STĚNY
  - ŽELEZOBETONOVÝ SLOUP
  - ŽELEZOBETONOVÉ JÁDRO KOLEM SCHODIŠTĚ
  - NOSNÁ ZEĎ Z VÁPENOPÍSKOVÝCH TVÁRNIC SILKA S15-1600
- VODOROVNÉ KONSTRUKCE
- ŽELEZOBETONOVÁ OBOUSMĚRNĚ PNUTÁ DESKA
  - ŽELEZOBETONOVÉ VYKONZOLOVANÉ BALKONOVÉ DESKY
  - ŽELEZOBETONOVÉ ZTUŽUJÍCÍ TRÁMY
  - ŽELEZOBETONOVÁ ATIKA

POZNÁMKY  
VÝŠKOVÉ KÓTY JSOU UVAŽOVÁNY VŮČI ÚROVNI PODLAHY V 1.NP

VYPRACOVAL:	 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební	
PATRIK KRÁL	FORMÁT:	A3
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	DATUM:	4/2017
BYTOVÝ DŮM V PRAZE	SKUPINA:	Bc. Q-19
KONSTRUKČNÍ SCHÉMA - ŘEZ A-A'	MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY:
	1:100	10




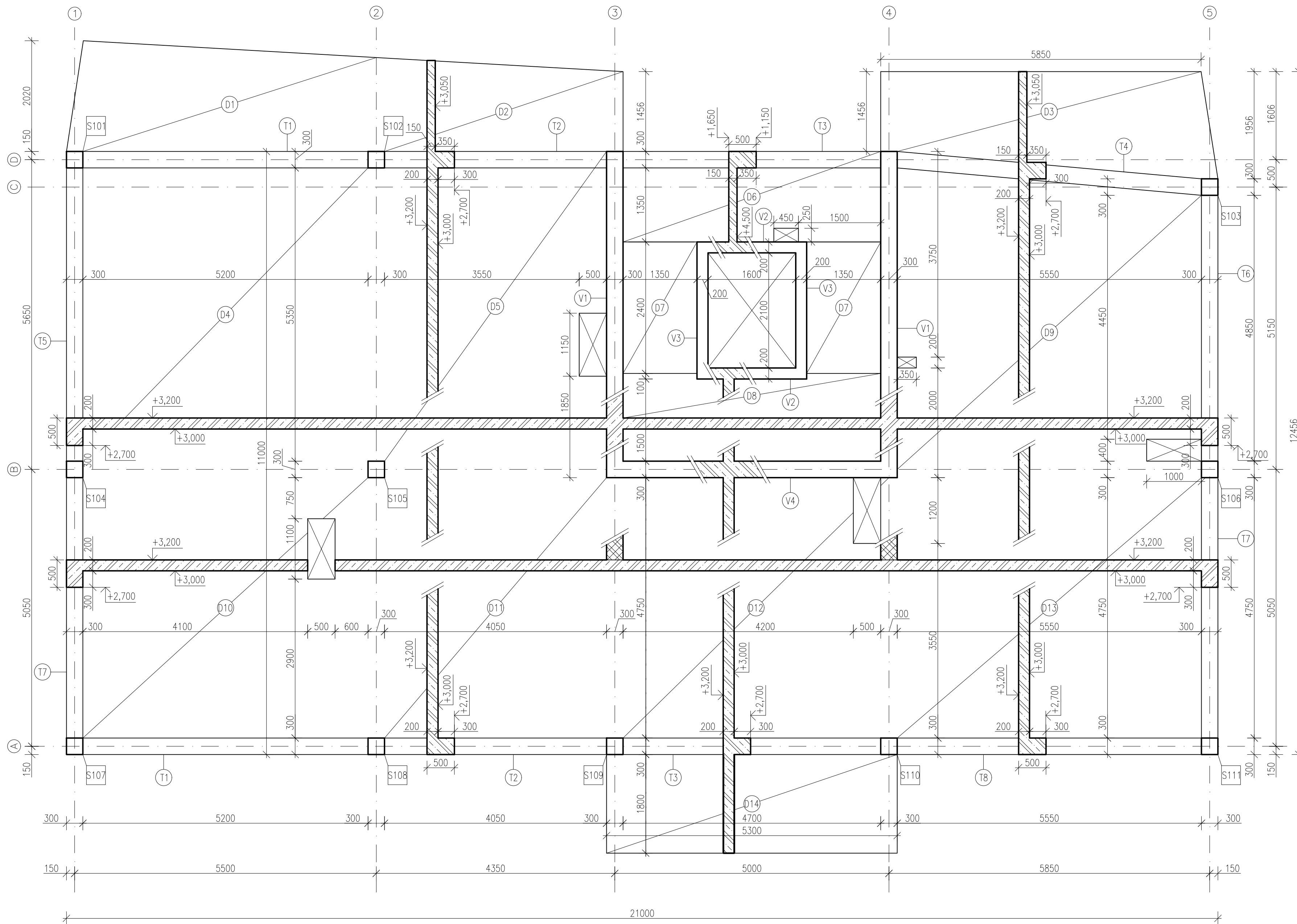
POZNÁMKY K PRVKŮM: STROP NAD 1.PP

OZNAČENÍ	NÁZEV PRVKU	POZNÁMKY
D1	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D2	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D3	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D4	PREFABRIKOVANÁ SCHODIŠŤOVÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D5	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D6	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D7	MONOLITICKÁ RAMPA	BETON XC2 - XF2 Dmax 22 mm
D8	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D9	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D10	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D11	STROPNÍ MONOLITICKÁ DESKA	BETON XC1 Dmax 16 mm
D12	MONOLITICKÁ RAMPA	BETON XC2 - XF2 Dmax 22 mm
T1	MONOLITICKÝ ZTUŽUJÍCÍ TRÁM	BETON XC1 Dmax 16 mm
S001	MONOLITICKÝ SLOUP	BETON XC1 Dmax 16 mm
V1	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC2 - XF2 Dmax 22 mm
V2	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC2 - XF2 Dmax 22 mm
V3	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC2 - XF2 Dmax 22 mm
V4	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC1 Dmax 16 mm
V5	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC1 Dmax 16 mm
V6	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC1 Dmax 16 mm
V7	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC1 Dmax 16 mm
V8	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC1 Dmax 16 mm
V9	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC1 Dmax 16 mm
V10	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC2 - XF2 Dmax 22 mm
V11	MONOLITICKÁ STĚNA	BETON XC2 - XF2 Dmax 22 mm

LEGENDA MATERIÁLŮ

 ŽELEZOBETON: BETON C30/37 - CI 0,2, VÝZTUŽ B500B

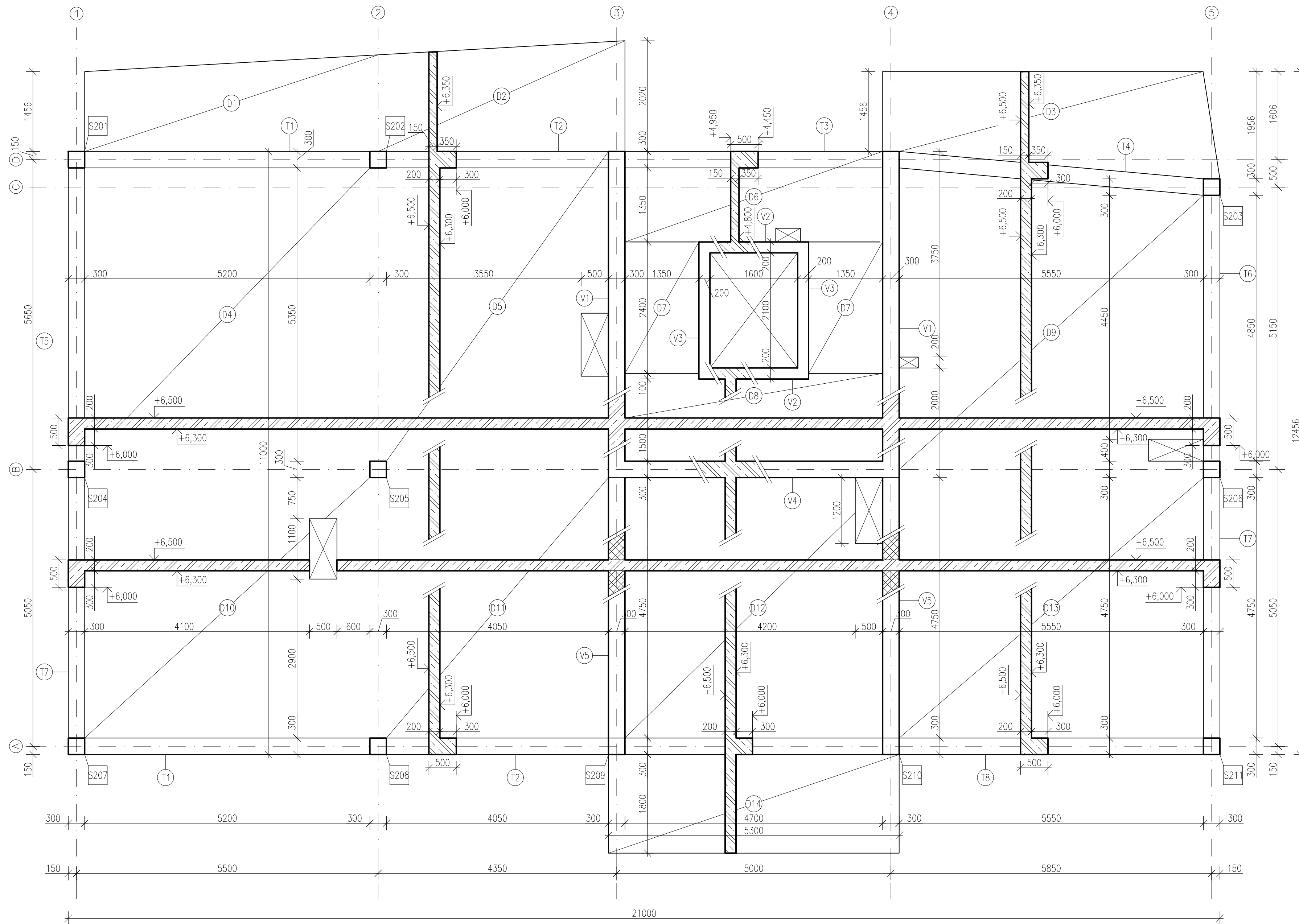
VYPRACOVAL:		ČVUT Fakulta stavební
PATRIK KRÁL	FORMÁT:	A2
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	DATUM:	4/2017
BYTOVÝ DŮM V PRAZE	SKUPINA:	Bc. Q-19
VÝKRES TVARU 1.PP	MĚŘITKO:	Č. PŘÍLOHY: 1:50 11





### LEGENDA MATERIÁLŮ


- ŽELEZOBETON: BETON C30/37 – XC1 (CZ) – CI 0,2 – Dmax 16 mm, VÝZTUŽ B500B
- VÁPENOPÍSKOVÉ ZDIVO SILKA S15-1600 NA TENKOVRSŤVÉ MALTĚ SILKA

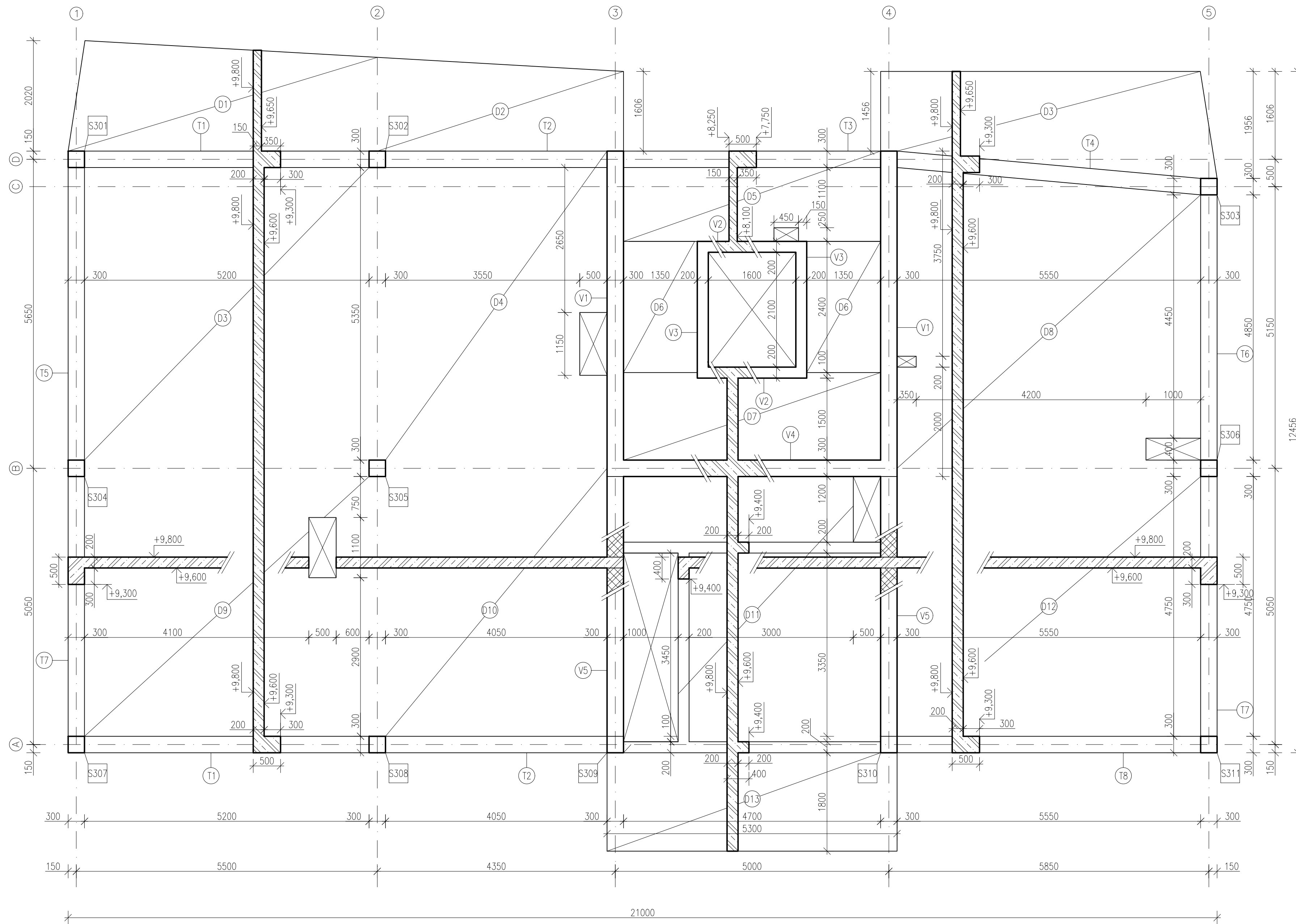
VYPRACOVAL:		<b>ČVUT</b> Fakulta stavební
Patrik Král		
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		FORMÁT: A2
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		DATUM: 4/2017
		SKUPINA: Bc. Q-19
VÝKRES TVARU 1.NP		MĚŘITKO: Č. PŘÍLOHY: 1:50 12



### LEGENDA MATERIÁLŮ

-  ŽELEZOBETON: BETON C30/37 – XC1 (CZ) – CI 0,2 – Dmax 16 mm, VÝZTUŽ B500B
-  VÁPENOPÍSKOVÉ ZDIVO SILKA S15-1600 NA TENKOVRSŤVÉ MALTĚ SILKA

VYPRACOVAL:		
Patrik Král		
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		FORMÁT: A2
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		DATUM: 4/2017
		SKUPINA: Bc. Q-19
VÝKRES TVARU 2.NP		MĚŘITKO: Č. PŘÍLOHY:
		1:50 13

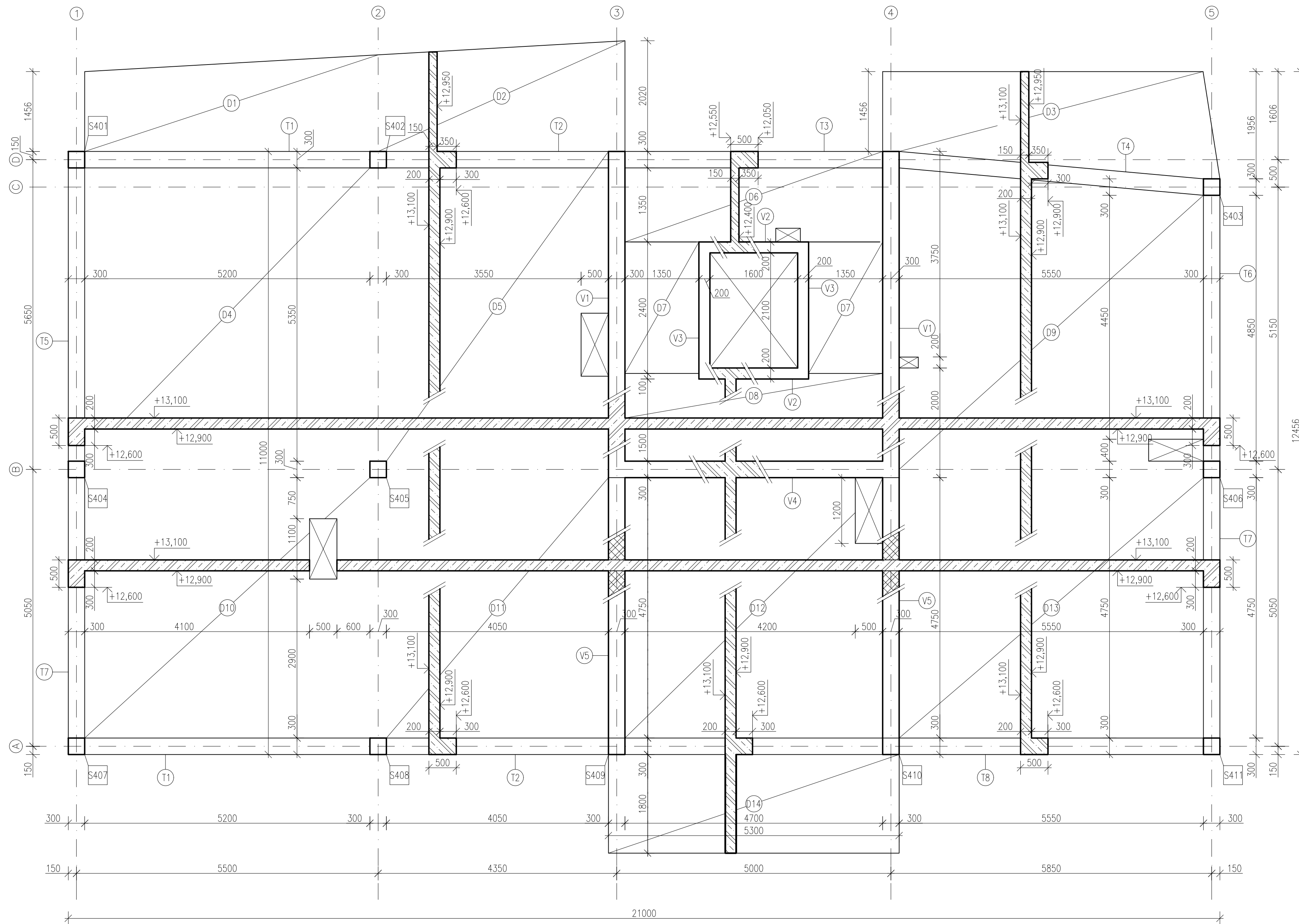


### LEGENDA MATERIÁLŮ

- ŽELEZOBETON: BETON C30/37 – XC1 (CZ) – CI 0,2 – Dmax 16 mm, VÝZTUŽ B500B
- VÁPENOPISKOVÉ ZDIVO SILKA S15-1600 NA TENKOVRSŤVÉ MALTĚ SILKA

VYPRACOVAL:			ČVUT
Patrik Král			Fakulta stavební
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		FORMÁT:	A2
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		DATUM:	4/2017
		SKUPINA:	Bc. Q-19
VÝKRES TVARU 3.NP		MĚŘITKO:	Č. PŘÍLOHY:
		1:50	14

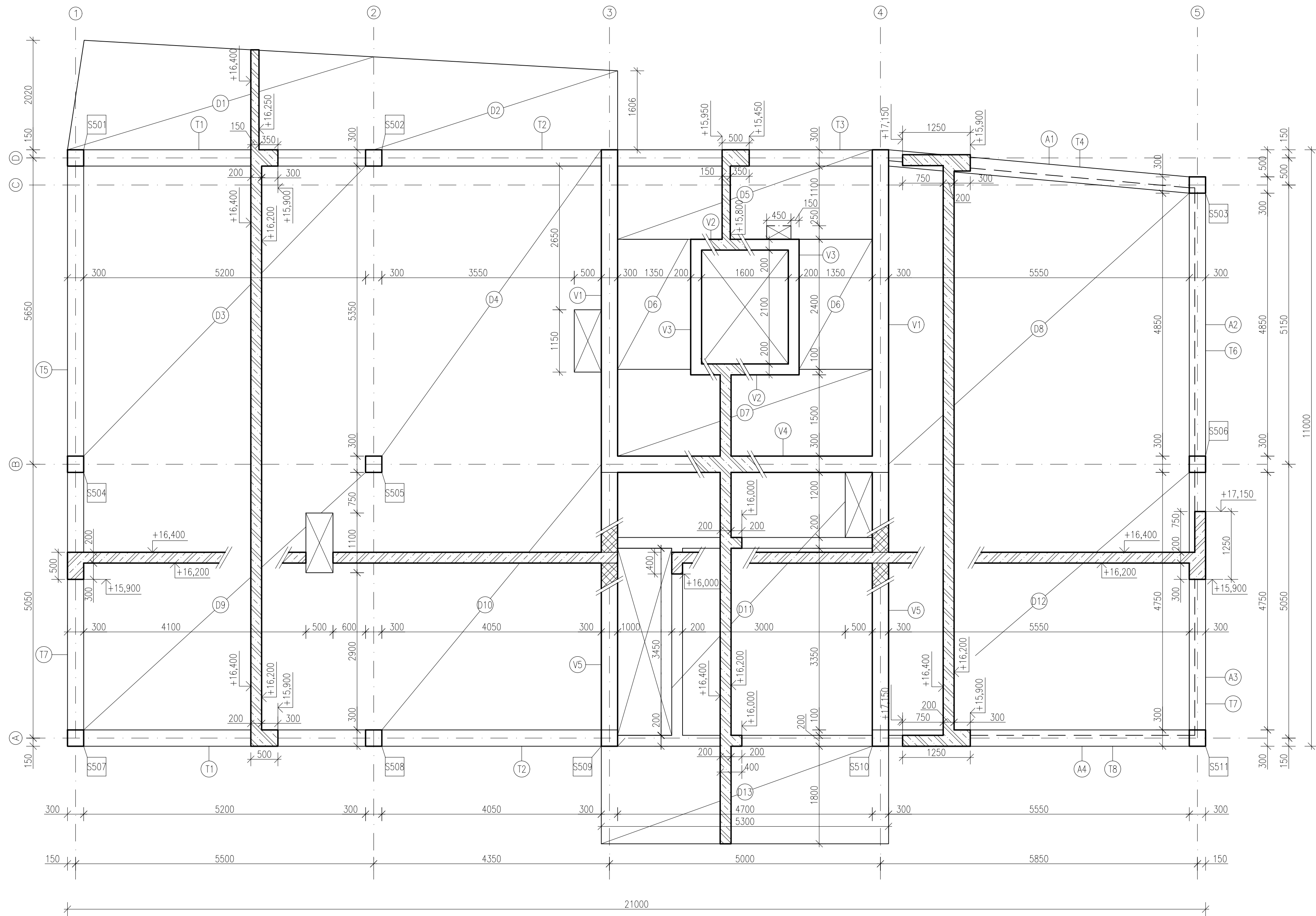




### LEGENDA MATERIÁLŮ

- ŽELEZOBETON: BETON C30/37 – XC1 (CZ) – CI 0,2 – Dmax 16 mm, VÝZTUŽ B500B
- VÁPENOPISKOVÉ ZDIVO SILKA S15-1600 NA TENKOVRSŤVÉ MALTĚ SILKA

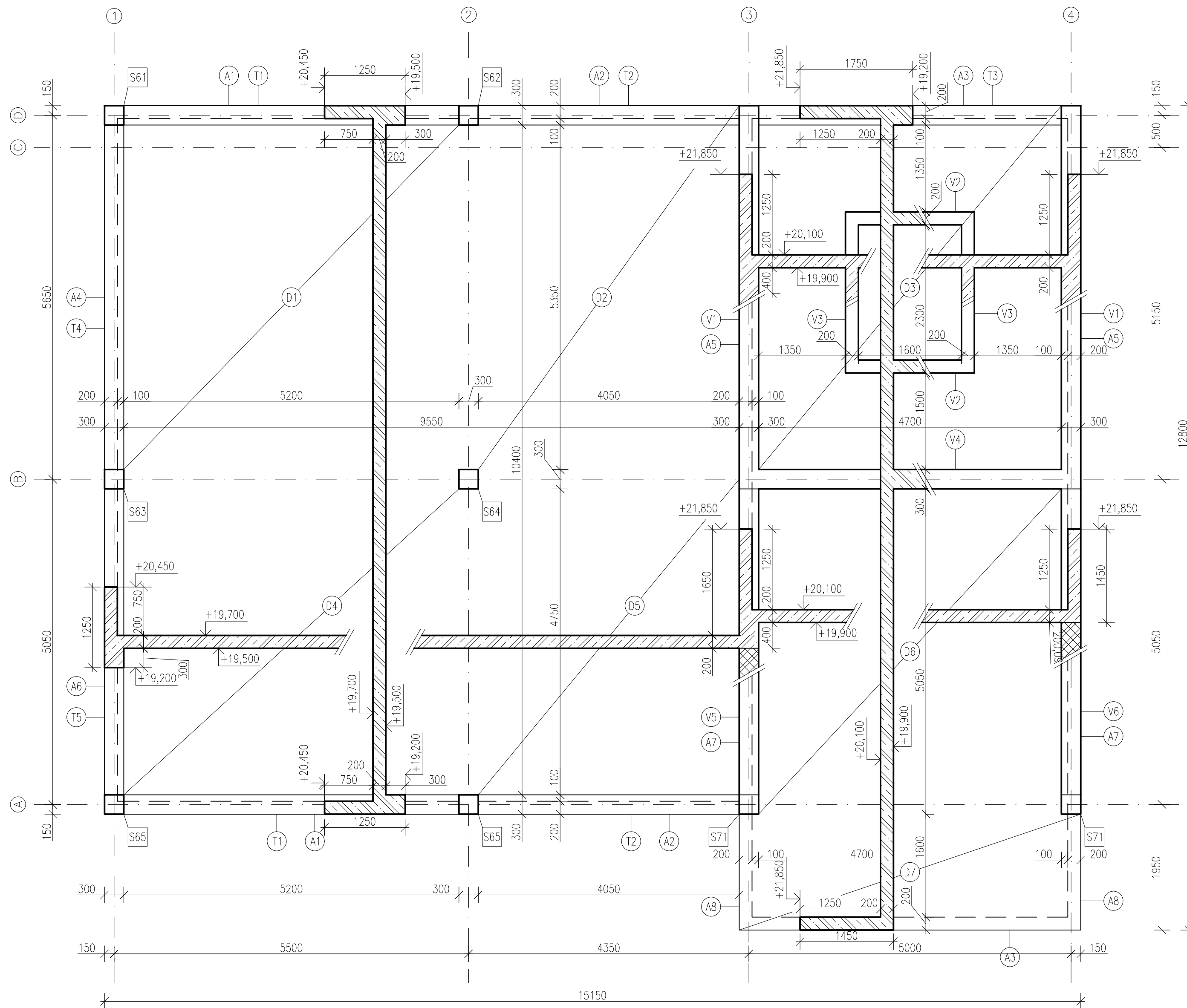
VYPRACOVAL:		ČVUT Fakulta stavební	
Patrik Král		FORMÁT:	A2
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		DATUM:	4/2017
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		SKUPINA:	Bc. Q-19
VÝKRES TVARU 4.NP		MĚŘITKO:	Č. PŘÍLOHY: 1:50 15



### LEGENDA MATERIÁLŮ

- ŽELEZOBETON: BETON C30/37 – XC1 (CZ) – CI 0,2 – Dmax 16 mm, VÝZTUŽ B500B
- VÁPENOPISKOVÉ ZDIVO SILKA S15-1600 NA TENKOVRSŤVÉ MALTĚ SILKA

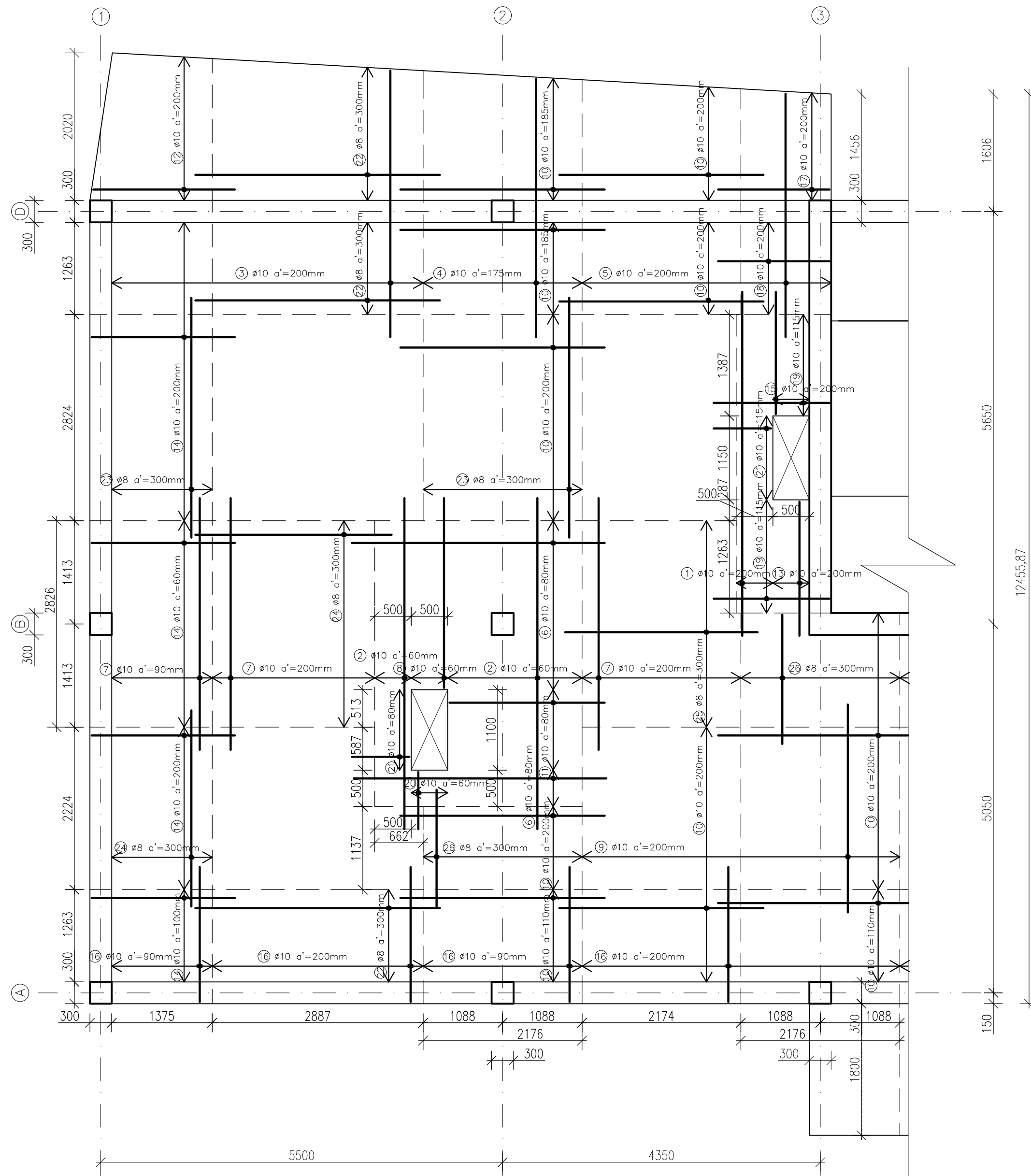
VYPRACOVAL:		<b>ČVUT</b> Fakulta stavební
Patrik Král		
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		FORMÁT: A2
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		DATUM: 4/2017
		SKUPINA: Bc. Q-19
VÝKRES TVARU 5.NP		MĚŘITKO: Č. PŘÍLOHY:
		1:50 16



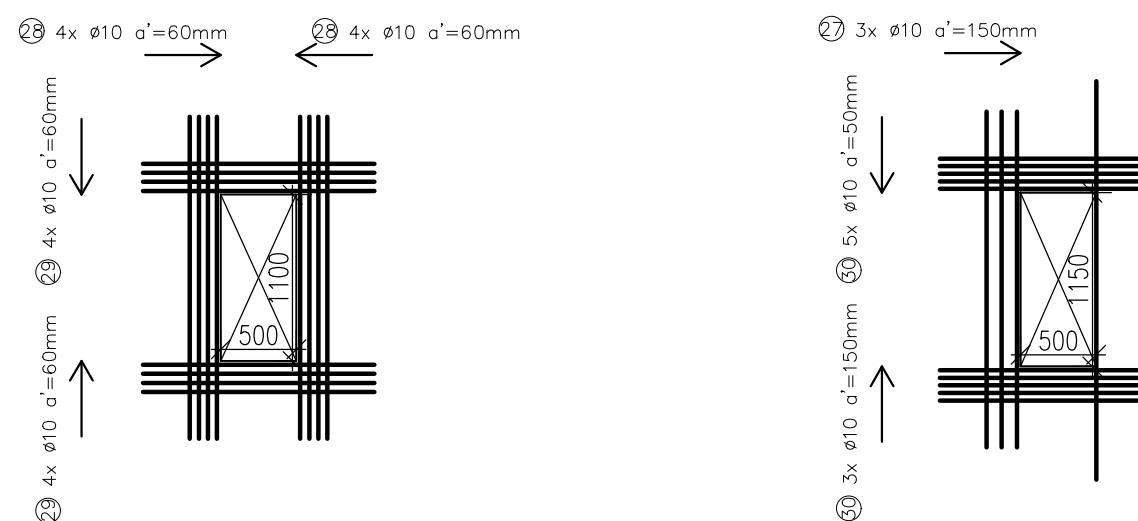
### LEGENDA MATERIÁLŮ

- ŽELEZOBETON: BETON C30/37 – XC1 (CZ) – CI 0,2 – Dmax 16 mm, VÝZTUŽ B500B
- VÁPENOPISKOVÉ ZDIVO SILKA S15-1600 NA TENKOVRSŤVÉ MALTĚ SILKA

VYPRACOVAL:		 <b>ČVUT</b> Fakulta stavební
Patrik Král		
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		FORMÁT: A2
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		DATUM: 4/2017
		SKUPINA: Bc. Q-19
VÝKRES TVARU 6.NP		MĚŘITKO: Č. PŘÍLOHY:
		1:50 17



Detail dodatečného vyztužení kolem prostupů



Výkaz výztuže včetně tvaru prutů

Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [mm]	Tvar prutu s popisem (bez měřítka)	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]
1	3	10	4710	4710	14,13	12,54
2	39	10	4540	4540	177,06	109,16
3	22	10	4540 ↓ 3990	proměnná	93,83	57,85
4	13	10	3990 ↓ 3870	proměnná	51,09	31,50
5	17	10	3870 ↓ 3770	proměnná	64,94	40,04
6	35	10	3460	3460	121,10	74,66
7	37	10	3450	3450	128,02	78,93
8	8	10	2970	150 2605 215	23,76	14,65
9	22	10	2850	2850	62,70	38,66
10	104	10	2800	2800	291,20	179,54
11	14	10	2490	130 2125 235	34,86	21,49
12	10	10	2330 ↓ 2090	proměnná	22,10	13,63
13	3	10	2200	150 1835 215	6,60	4,07
14	92	10	2050	150 1960 215	186,60	116,28
15	3	10	2040	150 1675 215	6,12	3,77
16	76	10	1940	150 1850 215	147,44	90,90
17	8	10	1920	150 1555 215	15,36	9,47
18	26	10	1700	150 1610 215	44,20	27,25
19	12	10	1640	150 1550 215	19,68	12,13
20	9	10	1150	150 785 215	10,35	6,38
21	24	10	1150	150 785 235	27,60	17,02

Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [mm]	Tvar prutu s popisem (bez měřítka)	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]
22	15	8	3350	3350	50,25	19,83
23	12	8	3290	3290	39,48	15,46
24	14	8	2690	2690	37,66	14,86
25	10	8	2580	2580	25,80	10,18
26	16	8	1600	1600	25,60	10,10
27	3	10	2220	2220	6,66	4,11
28	8	10	2130	2130	17,04	10,51
29	8	10	1530	1530	12,24	7,55
30	10	10	1400	1310	14,00	8,63

Celková hmotnost [kg] :

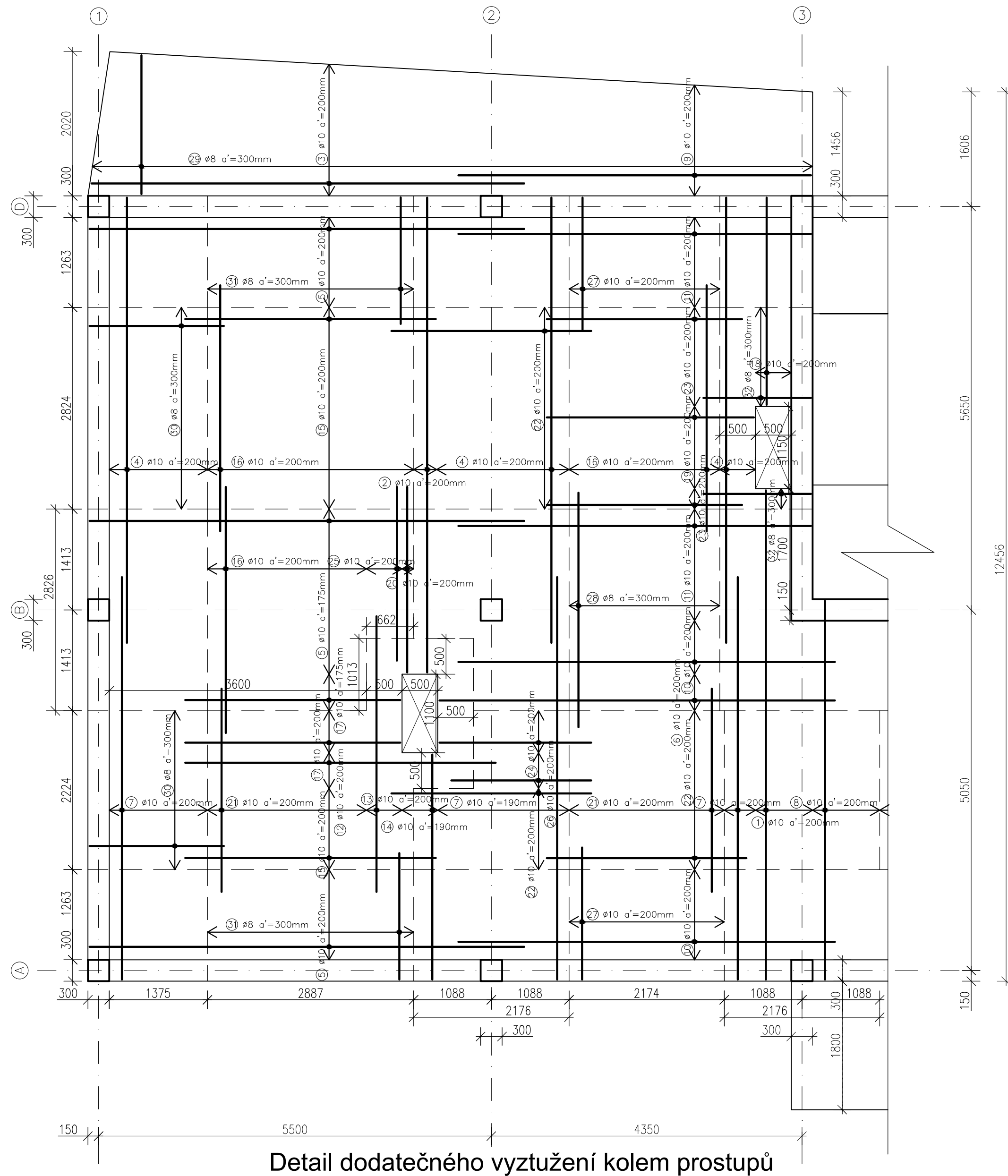
1061,15

POZNÁMKY

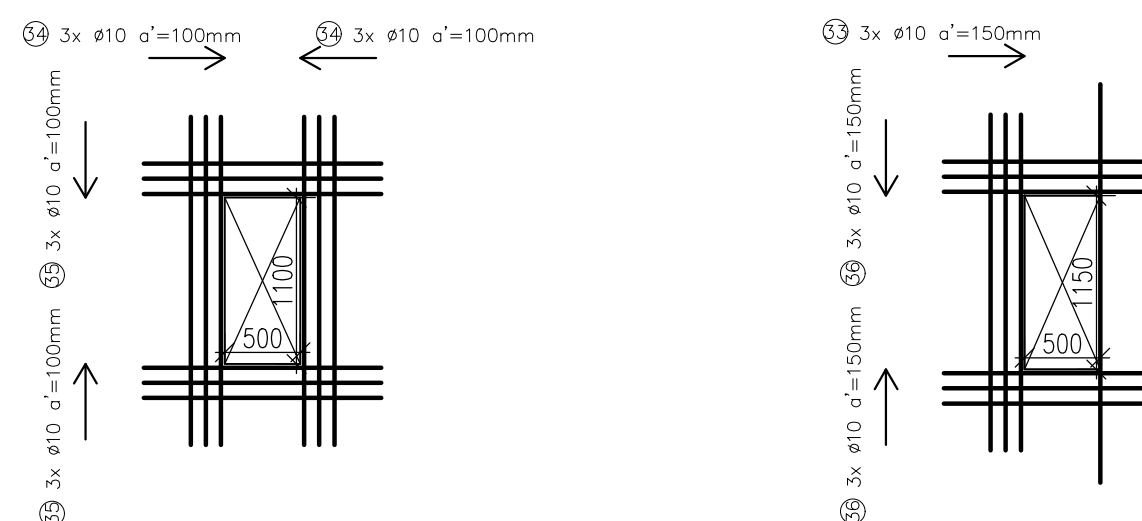
BETON C30/37 - XC1 (CZ) - CI 0,2 - D<sub>max</sub> 16mm - S2  
 OCEL B500B  
 KRYTÍ VÝZTUŽE 20mm  
 KOTEVNÍ DÉLKA HLAVNÍ NOSNÉ VÝZTUŽE 310mm (365mm PRO HÁKY)  
 KOTEVNÍ DÉLKA KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE 230mm (290mm PRO HÁKY)  
 PRUTY PRVNÍ VRSTVY (c = 20mm) JSOU KLADENY ROVNOBĚŽNĚ S OSAMI 1, 2, 3  
 PRUTY DRUHÉ VRSTVY (c = 30mm) JSOU KLADENY ROVNOBĚŽNĚ S OSAMI A, B, D  
 DODATEČNÉ VYZTUŽENÍ KOLEM OTVORU NENÍ VYZNAČENO V HLAVNÍM VÝKRESU (POUZE V DETAILU)  
 PRUTY KÓTOVÁNY NA OSU  
 POPSÁNY JEN PRUTY STROPNÍ DESKY  
 NENÍ ZDE POPSÁNA SMYKOVÁ VÝZTUŽ A VÝZTUŽ NA PROTĚČENÍ  
 INFORMACE O STROPNÍ DESCE VIZ PŘÍLOHA 12 - VÝKRES TVARU 1.NP

VYPRACOVAL:		
PATRIK KRÁL		
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		FORMÁT: A2
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		DATUM: 5/2017
		SKUPINA: Bc. Q-19
VÝKRES VÝZTUŽE DESKY PŘI HORNÍM POVRCHU		MĚŘÍTKO: Č. PŘÍLOHY: 1:50 18

# Výkaz výztuže včetně tvaru prutů



Detail dodatečného vyztužení kolem prostupů



Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [mm]	Tvar prutu s popisem (bez měřítka)	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]
1	4	10	7310		29,24	18,03
2	2	10	7110		14,22	8,77
3	9	10	proměnná 6450 6100		56,48	34,82
4	19	10	6330		120,27	74,15
5	26	10	6180		160,68	99,07
6	3	10	5900		17,70	10,91
7	19	10	5730		108,87	67,12
8	5	10	5480		27,40	16,89
9	8	10	5300		42,40	26,14
10	10	10	5270		52,70	32,49
11	15	10	5030		75,45	46,52
12	3	10	4350		13,05	8,05
13	3	10	3860		11,58	7,14
14	3	10	3610		10,83	6,68
15	20	10	3510		70,20	43,28
16	37	10	3450		127,65	78,70
17	6	10	3370		20,22	12,47
18	3	10	3360		10,08	6,21
19	6	10	3270		19,62	12,10
20	1	10	2970		2,97	1,83
21	22	10	2850		62,70	36,66
22	32	10	2800		89,60	55,24
23	9	10	2740		24,66	15,20
24	3	10	2490		7,47	4,61
25	3	10	2450		7,35	4,53
26	3	10	1960		5,88	3,63
27	22	10	1940		42,68	26,31

Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [mm]	Tvar prutu s popisem (bez měřítka)	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]
28	8	8	3290		26,32	10,39
29	33	8	proměnná 2520 1950		73,76	29,10
30	17	8	1900		32,30	12,75
31	20	8	1790		35,80	14,13
32	5	8	1520		7,60	3,00
33	3	10	2220		6,66	4,11
34	6	10	2170		13,02	8,03
35	6	10	1570		9,42	5,81
36	6	10	1400		8,40	5,18

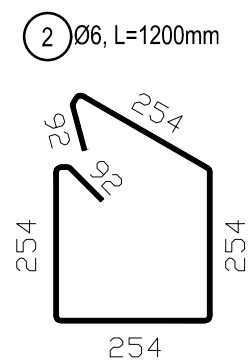
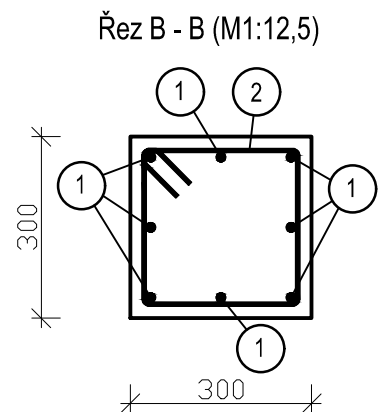
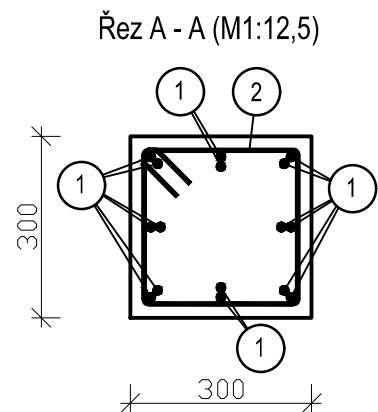
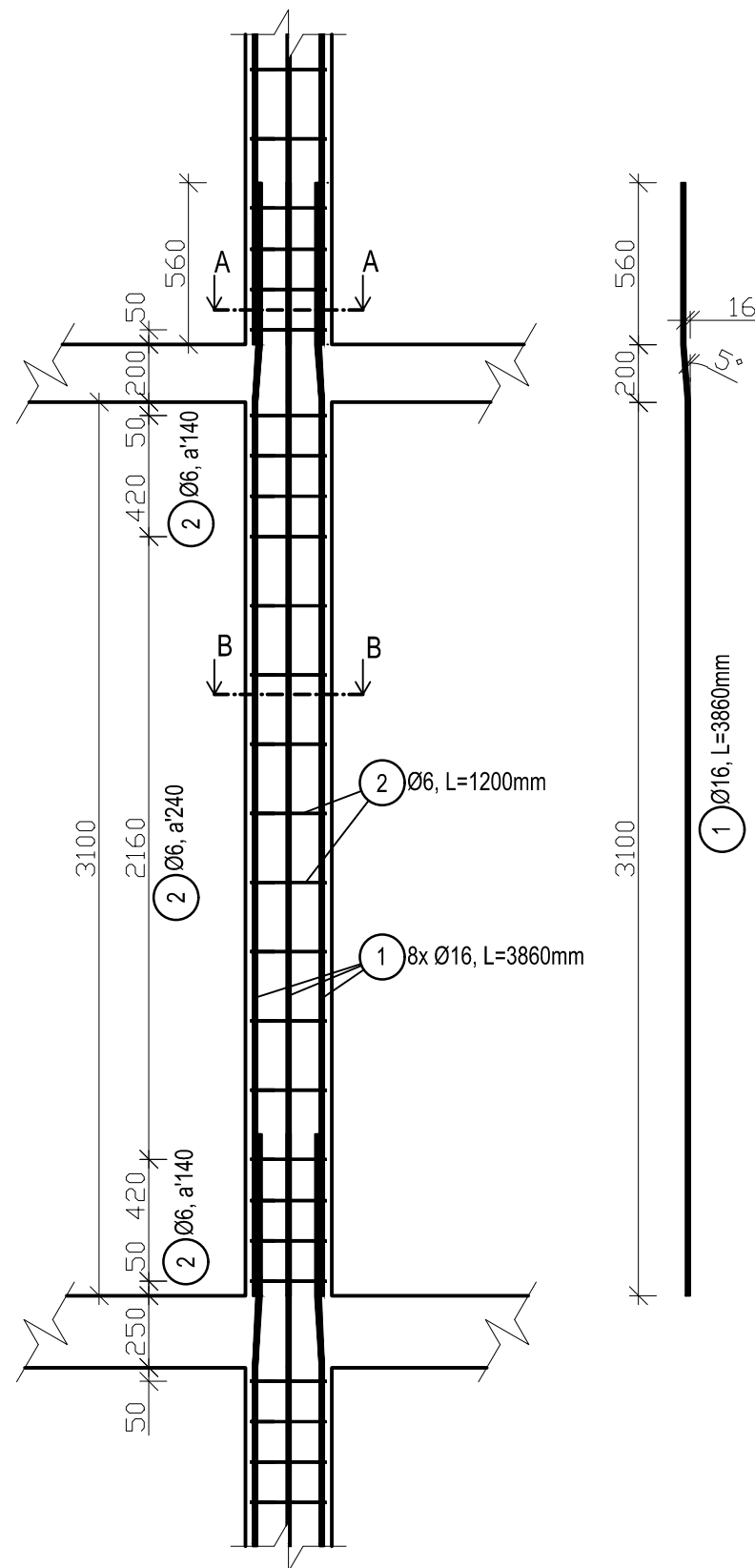
Celková hmotnost [kg]:

850,05

## POZNÁMKY

BETON C30/37 - XC1 (CZ) - CI 0,2 - D<sub>max</sub> 16mm - S2  
 OCEL B500B  
 KRYTÍ VÝZTUŽE 20mm  
 KOTEVNÍ DÉLKA HLAVNÍ NOSNÉ VÝZTUŽE 310mm (365mm PRO HÁKY)  
 KOTEVNÍ DÉLKA KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE 230mm (290mm PRO HÁKY)  
 PRUTY PRVNÍ VRSTVY (c = 20mm) JSOU KLADENY ROVNOBĚŽNĚ S OSAMI 1, 2, 3  
 PRUTY DRUHÉ VRSTVY (c = 30mm) JSOU KLADENY ROVNOBĚŽNĚ S OSAMI A, B, D  
 VEŠKERÁ VÝZTUŽ VE SLOUPOVÉM PRUHU (PODĚL PRUHU) JE ZATAŽENA O KOTEVNÍ DÉLKA ZA VZDÁLENĚJŠÍ LIC PODPORY  
 DODATEČNÉ VYZTUŽENÍ KOLEM OTVORU NENÍ VYZNAČENO V HLAVNÍM VÝKRESU (POUZE V DETAILU)  
 PRUTY KÓTOVÁNY NA OSU  
 POPSÁNY JEN PRUTY STROPNÍ DESKY  
 NENÍ ZDE POPSÁNA SMYKOVÁ VÝZTUŽ A VÝZTUŽ NA PROTLAČENÍ  
 INFORMACE O STROPNÍ DESCE VIZ PŘÍLOHA 12 - VÝKRES TVARU 1.NP

VYPRACOVAL:			
PATRIK KRÁL		FORMÁT:	A2
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		DATUM:	5/2017
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		SKUPINA:	Bc. Q-19
VÝKRES VÝZTUŽE DESKY PŘI DOLNÍM POVRCHU		MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY:
		1:50	19



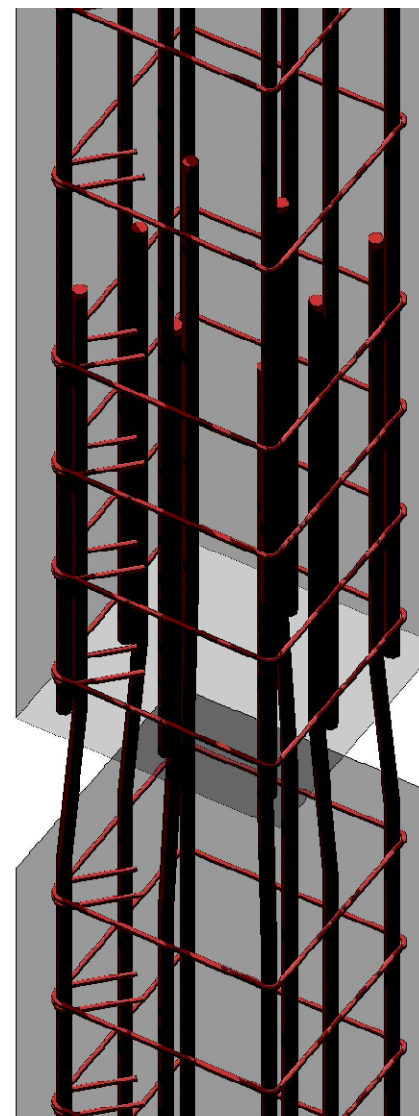
## Výkaz výztuže včetně tvaru prutů

Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [mm]	Tvar prutu s popisem (bez měřítka)	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]
1	8	16	3860		30,88	48,73
2	16	6	1200		19,20	4,26

Celková hmotnost [kg] :

52,99

### 3D detail stykování sloupů

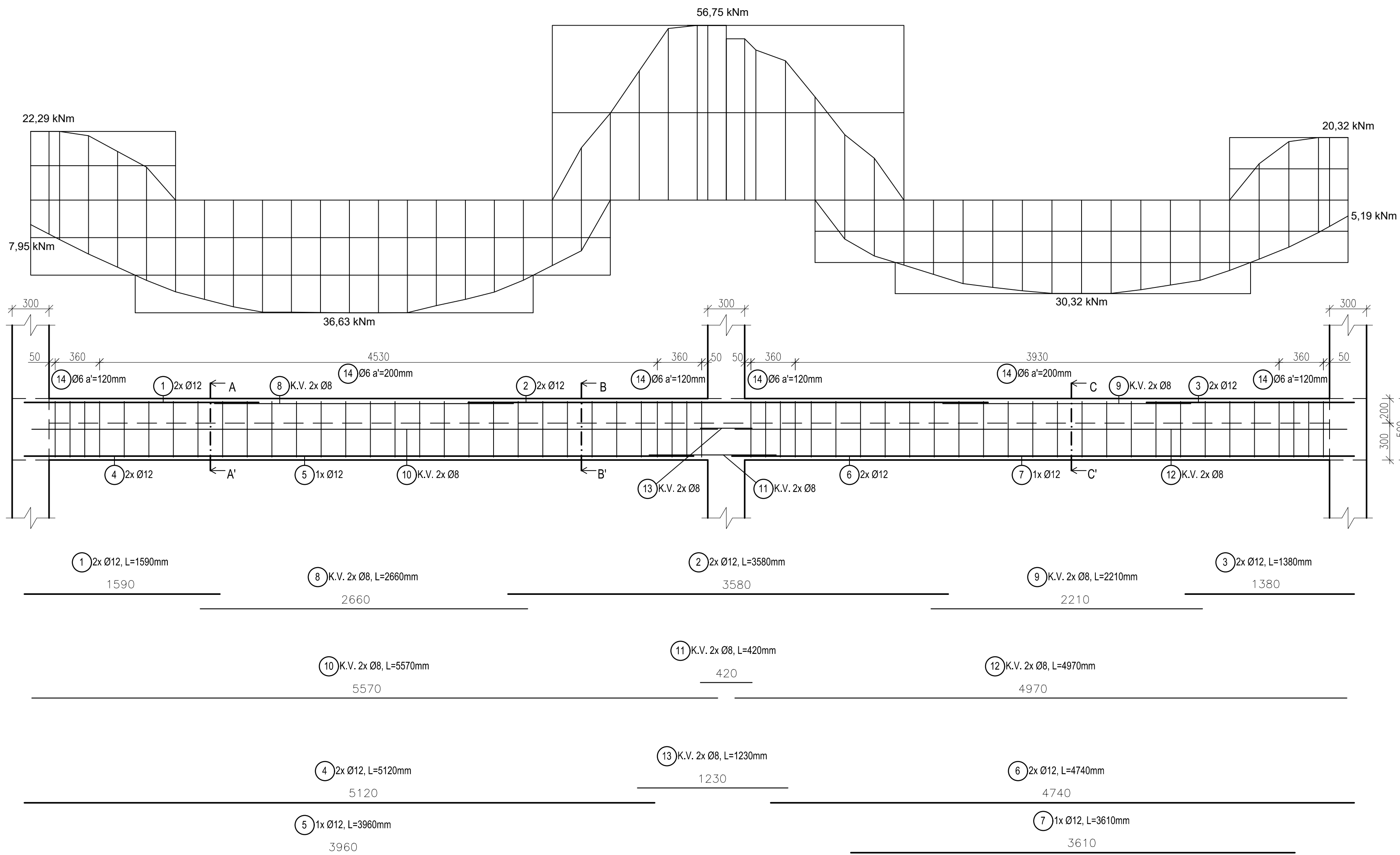


### POZNÁMKY

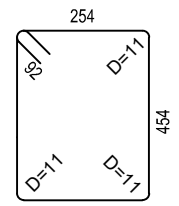
BETON C30/37 – XC1 (CZ) – CI 0,2 –  $D_{max}$  16mm – S3  
 OCEL B500B  
 KRYTÍ TRŽMINKŮ 20mm  
 KRYTÍ PODÉLNÉ VÝZTUŽE 26mm  
 STYKOVÁNÍ PRUTŮ 560mm  
 PRUTY KÓTOVÁNY NA OSU  
 POPSÁNY JEN PRUTY JEDNOHO SLOUPU, JEDNOHO PODLAŽÍ  
 INFORMACE O SLOUPU VIZ PŘÍLOHA 12 – VÝKRES TVARU 1.NP

VYPRACOVAL:	
PATRIK KRÁL	ČVUT Fakulta stavební
133BAPQ - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE BYTOVÝ DŮM V PRAZE	FORMÁT: A3
	DATUM: 4/2017
	SKUPINA: Bc. Q-19
VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU S105 (1.NP)	MĚŘÍTKO: Č. PŘÍLOHY: 1:25 1:12,5 20

## Obálka dimenzačních momentů (redukováno a posunuto)



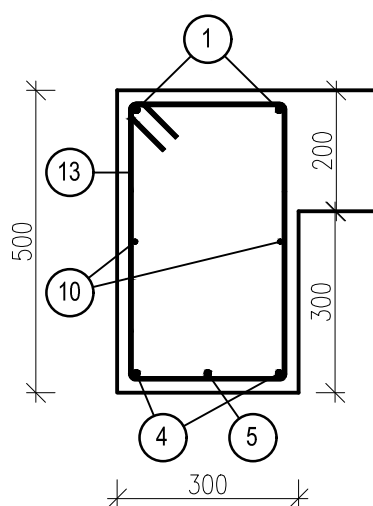
## Výkaz výztuže včetně tvaru prutů

Pol.	Ks	Ø [mm]	Jednotl. délka [mm]	Tvar prutu s popisem (bez měřítka)	Celková délka [m]	Hmotnost [kg]
1	2	12	1590	— 1590	3,18	2,82
2	2	12	3580	— 3580	7,16	6,35
3	2	12	1380	— 1380	2,76	2,45
4	2	12	5120	— 5120	10,24	9,09
5	1	12	3960	— 3960	3,96	3,52
6	2	12	4740	— 4740	9,48	8,42
7	1	12	3610	— 3610	3,61	3,21
8	2	8	2660	— 2660	5,32	2,10
9	2	8	2210	— 2210	4,42	1,74
10	2	8	5570	— 5570	11,14	4,40
11	2	8	420	— 420	0,84	0,33
12	2	8	4970	— 4970	9,94	3,92
13	2	8	1230	— 1230	2,46	0,97
14	57	6	1600		91,20	20,24

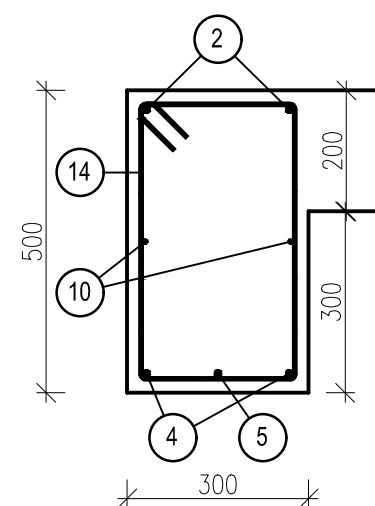
Celková hmotnost [kg] :

69,56

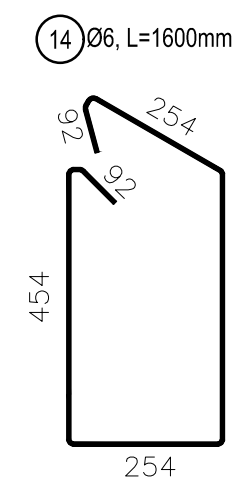
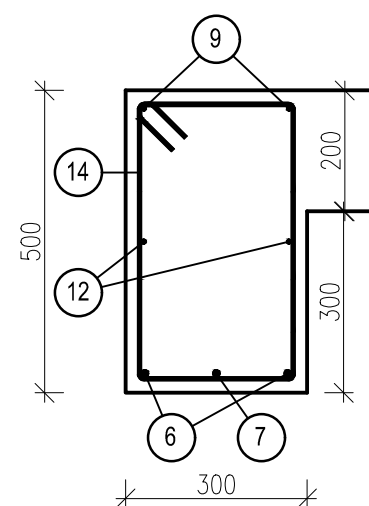
Řez A - A' (M1:12,5)



Řez B - B' (M1:12,5)




Řez C - C' (M1:12,5)



### POZNÁMKY

- BETON C30/37 - XC1 (CZ) - CI 0,2 - D<sub>max</sub> 16mm - S3
- OCEĽ B500B
- KRYTÍ TŘMINKŮ 20mm
- KRYTÍ PODÉLNÉ VÝZTUŽE 26mm (KRYTÍ ZE STRAN 20mm)
- KÓTEVNÍ DÉLKA HLAVNÍ NOSNÉ VÝZTUŽE 360mm
- KÓTEVNÍ DÉLKA HLAVNÍ NOSNÉ VÝZTUŽE V KRAJNÍ PODPOŘE 200mm
- KÓTEVNÍ DÉLKA KONSTRUKČNÍ VÝZTUŽE 140mm
- PRUTY KÓTOVÁNY NA OSU
- POPSÁNY JEN PRUTY ZTUŽUJÍCÍHO TRÁMU
- INFORMACE O TRÁMU VIZ PŘÍLOHA 12 - VÝKRES TVARU 1.NP
- OBÁLKA TAHOVÝCH NORMÁLOVÝCH SIL JE MENŠÍ NEŽ OBÁLKA MOMENTŮ
- DÉLKA PRUTŮ NAVRŽENA NA OBÁLKU MOMENTŮ
- POČET PRUTŮ NAVRŽEN NA INTERAKCI MOMENTŮ A NORMÁLOVÝCH SIL

VYPRACOVAL:		 ČVUT Fakulta stavební	
Patrik Král		FORMÁT:	A2
133BAPO - BAKALÁŘSKÁ PRÁCE		DATUM:	5/2017
BYTOVÝ DŮM V PRAZE		SKUPINA:	Bc. Q-19
VÝKRES VÝZTUŽE TRÁMU T5, T7 (1.NP)		MĚŘÍTKO:	Č. PŘÍLOHY: 1:25 1:12,5 21