

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU

DIPLOMOVÁ PRÁCE

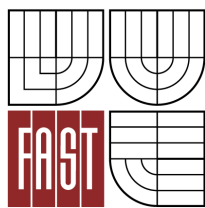
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

BC. KLÁRA MACOURKOVÁ

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
FAKULTA STAVEBNÍ

POPISNÝ SOUBOR ZÁVĚREČNÉ PRÁCE

Vedoucí práce Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Autor práce Bc. Klára Macourková

Škola Vysoké učení technické v Brně
Fakulta Stavební
Ústav Ústav betonových a zděných konstrukcí
Studijní obor 3608T001 Pozemní stavby
Studijní program N3607 Stavební inženýrství

Název práce Nosná ŽB konstrukce objektu hotelu
Název práce v anglickém jazyce Load bearing RC structure of hotel building
Typ práce Diplomová práce
Přidělovaný titul Ing.
Jazyk práce Čeština
Datový formát elektronické verze

Anotace práce Diplomová práce se zabývá statickým řešením monolitické železobetonové konstrukce objektu hotelu. Předmětem řešení je návrh železobetonové monolitické bodově podepřené stropní desky, sloupů, základových patek, základových pasů a schodiště. Posouzení těchto konstrukcí je provedeno pomocí I. mezního stavu únosnosti.

Anotace práce v anglickém jazyce The thesis deals with the static solution of monolithic reinforced concrete construction of hotel building. Subject of the solutions is reinforced concrete monolithic point – supported ceiling slab, columns, foundations and staircase. Assesment of these structures by the first ultimate state – carrying capacity.

Klíčová slova	Železobetonová monolitická bodově podepřená konstrukce, nosná konstrukce, železobetonový monolitický sloup, základová patka, základový pás, schodiště, I. mezní stav únosnosti.
Klíčová slova v anglickém jazyce	Reinforced concrete monolithic point – supported ceiling slab, carrying structure, reinforced concrete monolithic column, foundation block, foundation strip, staircase, first ultimate state – carrying capacity.

PROHLÁŠENÍ O SHODĚ LISTINNÉ A ELEKTRONICKÉ FORMY VŠKP

Prohlášení:

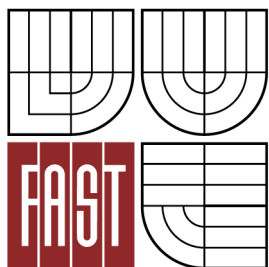
Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané diplomové práce je shodná s odevzdanou listinnou formou.

V Brně dne 17.1.2014

.....
podpis autora
Bc. Klára Macourková



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU

LOAD BEARING RC STRUCTURE OF HOTEL BUILDING

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

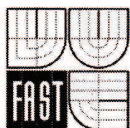
AUTOR PRÁCE
AUTHOR

BC. KLÁRA MACOURKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ

Studijní program	N3607 Stavební inženýrství
Typ studijního programu	Navazující magisterský studijní program s prezenční formou studia
Studijní obor	3608T001 Pozemní stavby
Pracoviště	Ústav betonových a zděných konstrukcí

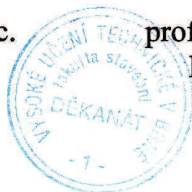
ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Diplomant	Klára Macourková
Název	Nosná ŽB konstrukce objektu hotelu
Vedoucí diplomové práce	Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Datum zadání diplomové práce	31. 3. 2013
Datum odevzdání diplomové práce	17. 1. 2014

V Brně dne 31. 3. 2013

.....
prof. RNDr. Ing. Petr Štěpánek, CSc.
Vedoucí ústavu

.....
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.
Děkan Fakulty stavební VUT



Podklady a literatura

Platné technické předpisy:

ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. 2004

ČSN EN 1991-1 až 4: Zatížení stavebních konstrukcí. 2004 -2007

ČSN EN 1992-1-1: Navrhování betonových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby. 2006

Další potřebná literatura po dohodě s vedoucím diplomové práce.

Zásady pro vypracování (zadání, cíle práce, požadované výstupy)

Jedná se o vícepodlažní železobetonový objekt. Proveďte statické řešení zadané konstrukce. Nadimenzujte vybrané konstrukční části: část stropní konstrukce, svislou nosnou konstrukci a konstrukci schodiště v rozsahu určeném vedoucím práce. Statickou analýzu proveďte v některém programovém systému pro výpočet konstrukcí. Vypracujte výkres tvaru dimenzované části konstrukce a výkresy výztuže posuzovaných prvků.

Požadované výstupy:

Textová část (obsahuje průvodní zprávu a ostatní náležitosti podle níže uvedených směrnic)

Přílohy textové části:

P1. Použité podklady a varianty řešení

P2. Výkresy - přehledné, podrobné a detaily (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce).

P3. Statický výpočet (v rozsahu určeném vedoucím diplomové práce)

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP (1x).

Popisný soubor závěrečné práce (1x).

Diplomová práce bude odevzdána v listinné a elektronické formě podle směrnic a 1x na CD.

Struktura bakalářské/diplomové práce

VŠKP vypracujte a rozčleňte podle dále uvedené struktury:

1. Textová část VŠKP zpracovaná podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (povinná součást VŠKP).
2. Přílohy textové části VŠKP zpracované podle Směrnice rektora "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací" a Směrnice děkana "Úprava, odevzdávání, zveřejňování a uchovávání vysokoškolských kvalifikačních prací na FAST VUT" (nepovinná součást VŠKP v případě, že přílohy nejsou součástí textové části VŠKP, ale textovou část doplňují).



.....

Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
Vedoucí diplomové práce

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývá statickým řešením monolitické železobetonové konstrukce objektu hotelu. Předmětem řešení je návrh železobetonové monolitické bodově podepřené stropní desky, sloupů, základových patek, základových pasů a schodiště. Posouzení těchto konstrukcí je provedeno pomocí I. mezního stavu únosnosti.

ABSTRACT

The thesis deals with the static solution of monolithic reinforced concrete construction of hotel building. Subject of the solutions is reinforced concrete monolithic point – supported ceiling slab, columns, foundations and staircase. Assessment of these structures by the first limit state – carrying capacity.

KLÍČOVÁ SLOVA

Železobetonová monolitická bodově podepřená konstrukce, nosná konstrukce, železobetonový monolitický sloup, základová patka, základový pás, schodiště, I. mezní stav únosnosti.

KEYWORDS

Reinforced concrete monolithic point – supported ceiling slab, carrying structure, reinforced concrete monolithic column, foundation block, foundation strip, staircase, first limit state – carrying capacity.

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE VŠKP

Bc. Klára Macourková. *Nosná ŽB konstrukce objektu hotelu*. Brno, 2014. 21 s., 170 s. příl. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav betonových a zděných konstrukcí. Vedoucí práce Ing. Petr Šimůnek, Ph.D..

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne 17. 1. 2014

.....
podpis autora

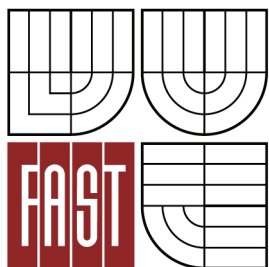
Bc. Klára Macourková

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Petru Šimůnkovi, Ph.D. za konzultace, odborné a cenné rady a za celkové vedení při zpracování diplomové práce.



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU LOAD BEARING RC STRUCTURE OF HOTEL BUILDING

A – TECHNICKÁ ZPRÁVA

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. KLÁRA MACOURKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

OBSAH

1.	ÚVOD	10
1.1	Charakteristika objektu a území.....	10
1.2	Geologické poměry	11
2.	KONSTRUKČNÍ SYSTÉM	11
2.1	Základové konstrukce.....	11
2.2	Vodorovné konstrukce	12
2.3	Svislé konstrukce	12
2.4	Schodiště	13
3.	MATERIÁLY	15
4.	ZATÍŽENÍ	16
4.1	Stálá zatížení.....	16
4.2	Užitná zatížení	17
4.3	Klimatická zatížení.....	17
5.	ZÁVĚR	19
6.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	19
6.1	Seznam použité literatury	19
6.2	Seznam internetových zdrojů.....	20
6.3	Seznam použitých programů.....	20
7.	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ.....	20
8.	SEZNAM PŘÍLOH	21

1. ÚVOD

1.1 Charakteristika objektu a území

Předmětem diplomové práce je řešení nosné konstrukce objektu hotelu. Jedná se o konstrukci, která má jedno podzemní a pět nadzemních podlaží. Hlavní nosná konstrukce hotelu je tvořena trojlodním železobetonovým skeletem s lokálně podepřenou bezhřibovou křížem vyztuženou stropní deskou. Objekt je ztužen pomocí železobetonového jádra. Hotel je zastřešen nepochozí jednoplášťovou plochou střešní konstrukcí, která je zakončena železobetonovou atikou.

Komunikace mezi jednotlivými podlažími je zajištěna tříramenným prefabrikovaným schodištěm. Ve schodišťovém prostoru se nachází též výtahová šachta.

Řešení jednotlivých podlaží je podobné. V druhém až pátém nadzemním podlaží se nacházejí ložnice hotelu spolu s chodbou, schodišťovým prostorem a výtahovou šachtou. Schodišťový prostor a výtahová šachta jsou umístěny ve ztužujícím jádře. V podzemním podlaží jsou sklady a technické zázemí hotelu. V prvním nadzemním podlaží je pak recepce, kuchyně a sociální zařízení. Konstrukční výška jednotlivých podlaží je 3m, pouze první nadzemní podlaží má konstrukční výšku 3,8m. Vnější půdorysné rozměry objektu jsou 32,3 x 14,3m.

Hotel se nachází na rovném terénu v městské zástavbě. Okolní prostranství je zatravněno a v části je pak umístěno parkoviště.

Sněhová oblast: I. – $s_k = 0,7 \text{ kN/m}^2$

Větrná oblast: II. – $v_{b0} = 25 \text{ m/s}$

1.2 Geologické poměry

Na území stavby byl proveden inženýrsko – geologický průzkum, na jehož základě bylo provedeno založení konstrukce. Dle tohoto průzkumu je v místě základové spáry zemina G1 – štěrk dobře zrnění. Hladina podzemní vody se nachází v 7 m. Jedná se o jednoduché základové poměry.

2. KONSTRUKČNÍ SYSTÉM

Hlavní nosnou konstrukci tvoří trojlodní železobetonový monolitický skelet o jednom podzemním a pěti nadzemních podlažích. Konstrukční výška jednotlivých podlaží je 3m s výjimkou prvního nadzemního podlaží, jehož konstrukční výška je 3,8m. Konstrukční systém skeletu je tvořen pomocí pravoúhlé sítě. Podélný směr tvoří 8 polí s modulem 4 m, 3,75 m, 4,5 m, 3,75 m a 4 pole o 4 m. Příčný směr tvoří 3 pole s modulem 6,050 m, 1,9 m a 6,050 m. Nosná konstrukce podzemního podlaží je tvořena jak železobetonovými sloupy, tak obvodovými železobetonovými stěnami o tl. 200mm.

Ztužení objektu je tvořeno železobetonovým monolitickým jádrem o tloušťce stěny 200mm.

Vodorovná konstrukce je tvořena lokálně podepřenou bezhřibovou křížem vyztuženou stropní deskou. Deska má v celém objektu stejnou tloušťku 240 mm. Lokální podpory, sloupy, mají též v celém objektu jednotný čtvercový půdorysný rozměr a to 300 x 300mm. Vnitřní sloupy jsou průběžné přes všechna podlaží, obvodové přes všechna nadzemní. Sloupy jsou založeny na železobetonových patkách. V podzemním podlaží nahrazuje obvodové a rohové sloupy železobetonová monolitická stěna založená na základových pasech.

Obvodový plášť nadzemního podlaží je tvořen fasádním systémem VARIO CEMBONIT FDA, který je bodově kotven do stropních desek.

2.1 Základové konstrukce

Sloupy jsou založeny na železobetonových patkách. Patky mají čtvercový půdorys a jsou jednostupňové o rozměru 1,2 x 1,2 m a výšky 0,7m. Obvodové stěny a vnitřní jádro je založeno na železobetonových pasech. Železobetonový pas pod obvodovými železobetonovými stěnami v 1. PP

má šířku 0,7 m a je výšky 0,4m. Základový pas pod ztužujícím jádrem má šířku 1,2 m a je hloubky 0,85 m. Základové patky a pasy jsou zhotovené z betonu C 20/25 a pro jejich vyztužení je navržena ocel B500B. Základové patky a pasy jsou betonovány na podkladní beton tloušťky 100mm.

Základové poměry byly vyhodnoceny jako jednoduché.

Předmětem řešení diplomové práce je návrh a vyztužení základové patky nejvíce namáhaného místa. Dále je zde zpracován návrh železobetonového základového pasu pod suterénní obvodovou stěnou.

2.2 Vodorovné konstrukce

Stropní konstrukce je tvořena křížem vyztuženou monolitickou stropní deskou. Jedná se o lokálně podepřenou stropní desku sloupy o půdorysných rozměrech 300 x 300mm. Tloušťka stropní desky je v celém objektu 240 mm.

Nosná konstrukce je namodelována v programu SCIA ENGINEER 2012 jako globální konstrukce. Z modelu pak vyplývají vnitřní síly pro návrh výztuže desky. Deska je navržena dle mezního stavu únosnosti.

Předmětem diplomové práce je návrh výztuže stropní desky nad 2.NP. Tato deska, jak je zmíněno výše, má tloušťku 240mm a je z betonu C 25/30 s výztuží typu B500B. Krytí výztuže je 25 mm, třída prostředí XC1. Zpracovatelnost betonové směsi je S3. Výztuž stropní desky je navržena při obou okrajích. U spodního povrchu jsou navrženy průměry výztuže 8 a 10mm, doplněné o výztuž proti řetězovému zřícení průměru 12mm. U horního povrchu desky pak průměry 10, 12, 14 a 16mm doplněné o KARI síť typu KY 50 a KY 81. Výztuž desky proti protlačení není nutná. Pro správné uložení výztuže jsem navrhla distanční žebříčky U-Korb. Potřebné množství je pro výztuž $\emptyset \geq 6,5 \text{ mm } 0,84 \text{ ks/m}^2$. Výška distančního žebříčku je 200mm.

2.3 Svislé konstrukce

2.3.1 Sloupy

Hlavní nosnou konstrukci tvoří sloupy o čtvercovém půdorysném rozměru 300 x 300mm, které jsou železobetonové monolitické. Jsou stejně jako desková konstrukce z betonu C 25/30 a vyztuženy výztuží B500B. Výztuž je symetrická o průměru 14mm. Krytí výztuže je navrženo 25 mm,

třída prostředí XC1. Sloupy jsou uvažovány jako vetknuté do základových patek. Dimenzování sloupů je předmětem diplomové práce a nachází se ve statickém výpočtu.

2.3.2 Ztužující stěny

Ztužení celého objektu je zajištěno pomocí železobetonových monolitických stěn tloušťky 200mm z betonu C 25/30. Tyto konstrukce přenášejí zatížení větrem. Návrh a posouzení ztužujícího jádra není předmětem diplomové práce.

2.3.3 Podzemní stěny

Nosná konstrukce v podzemních podlažích je tvořena pomocí sloupů, ale také podzemními stěnami po obvodě. Ty jsou navrženy jako monolitické z betonu C 25/30 a mají tloušťku 200mm. Výpočet podzemních stěn není předmětem diplomové práce.

2.3.4 Obvodový plášť a příčky

Obvodový plášť hotelu je proveden z fasádního závěsného systému VARIO CEMBONIT FDA, který je kotven do stropních desek. Příčky jak v podzemním, tak v nadzemních podlažích jsou tvořeny z cihelných bloků POROTHERM 24 P+D a 11,5 P+D. Atika je železobetonová tloušťky 300mm a výšky 800mm nad stropní desku.

2.4 Schodiště

V objektu se nachází hlavní schodiště, které spojuje všechna patra a jedno vedlejší schodiště, které vede z podzemního podlaží do prvního nadzemního podlaží. Hlavní schodiště je navrženo jako trojramenné s prefabrikovanými schodišťovými rameny, která budou ukládána na monolitické železobetonové podesty.

Hlavní schodiště je navrženo z betonu C 25/30 a je vyztuženo výztuží B500B, prostředí XC1. Řešení hlavního schodiště je předmětem diplomové práce. Statický výpočet obsahuje návrh a

výpočet železobetonové monolitické podesty s výpočtem výztuže ozubů, výpočet schodišťového ramena a návrh přepravních úchytů pro manipulaci s prefabrikovanými rameny a úchytů pro vyndání prefabrikátu z bednění.

Pro přerušení kročejového hluku mezi podestou a schodišťovým ramenem je navržen prvek Shöck Tronsole typ F. Pro napojení monolitické podesty na schodišťovou zeď je použit prvek Shöck Tronsole typ AZT. Jako přepravní úchyty jsem navrhla úchyty DEHA s kulovou hlavou. Systém přepravních úchytů je tvořen natrvalo osazenými úchyty v prefabrikátu, na něž se dočasně upevní závěsné prostředky.

3. MATERIÁLY

Pro svislé nosné konstrukce a vodorovné konstrukce je navržen beton C 25/30. Těž schodiště je z této třídy betonu. Pro základové konstrukce, základové patky a pasy, je navržen beton C 20/25.

Materiál nosných svislých, vodorovných konstrukcí a schodiště:

Beton C 25/30			
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	25	MPa
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	16,667	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	f_{ctm}	2,6	MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	31	GPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_c	1,5	

Výztuž B500B - 10505.0			
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa
Návrhová pevnost výztuže v tahu i tlaku	f_{yd}	434,783	MPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_s	1,15	

Materiál základových konstrukcí:

Beton C 20/25			
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	20	MPa
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	13,333	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	f_{ctm}	2,2	MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	30	GPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_c	1,5	

Výztuž B500B - 10505.0			
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa
Návrhová pevnost výztuže v tahu i tlaku	f_{yd}	434,783	MPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_s	1,15	

4. ZATÍŽENÍ

Jednotlivé části nosné konstrukce jsou posouzeny na účinky zatížení vlastní tíhou, stálým zatížením, užitným zatížením a zatížením klimatickým. Charakteristické hodnoty zatížení jsou stanoveny dle ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí; ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb; ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem; ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.

4.1 Stálá zatížení

Ve statickém výpočtu jsou za stálá zatížení považovány jednotlivé skladby podlah a skladba střešního pláště. V hotelu se nacházejí dva druhy tloušťek podlah. V podzemním podlaží je konstrukční výška podlahy 150 mm. V nadzemních podlažích je to 100 mm. Dále je počítáno s různými druhy skladeb, které se liší v závislosti na účelu jednotlivých místností.

Dále počítám s ostatním stálým zatížením a tím je zatížení omítkou, atikou, příčkami a obvodovým pláštěm. Příčky jsou zděné z cihelných tvárnic POROTHERM 24 P+D. Vzhledem k hmotnosti příček jsou uvažovány jako liniové zatížení. Hmotnost příčky 24 P+D je 275 kg/m^2 (včetně omítek). Pro opláštění budovy je použit fasádní systém VARIO. Systém tvoří nosná hliníková konstrukce, která je upevněna pomocí závrtných kotev do stropních desek. Obkladový materiál tvoří vláknocementové desky Cembonit FDA přichycené na nosnou hliníkovou konstrukci. Opláštění je dále doplněno o tepelnou izolaci ISOVER NF 333 10.

Jednotlivé hodnoty zatížení jsem stanovila, jak je uvedeno výše, dle ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

4.2 Užitná zatížení

Užitná zatížení jsou stanovena dle ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb

	Účel místnosti	q_k [kN/m ²]	γ_f	q_d [kN/m ²]
C1	Kanceláře	3,0	1,5	4,5
C2	Ložnice hotelu	2,0	1,5	3
C3	Toalety, kuchyně,	2,0	1,5	3
C4	Chodby	5,0	1,5	7,5
C5	Schodiště	4,0	1,5	6
C6	Recepce	3,0	1,5	4,5

4.3 Klimatická zatížení

4.3.1 Zatížení sněhem

Výpočet zatížení sněhem byl proveden pomocí normy: ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem. Pro zjištění sněhové oblasti byla použita aktuální mapa sněhových oblastí.

$$S = C_e \cdot C_t \cdot s_k \cdot \mu_i$$

charakteristická hodnota
zatížení sněhem na zemi

součinitel expozice

tepelný součinitel

tvárový součinitel

hodnota zatížení sněhem

$$s_k = 0,7$$

$$C_e = 1$$

$$C_t = 1$$

$$\mu_1 = 0,8$$

$$S = 0,56$$

kN/m²

kN/m²

kN/m²

*Pro trvalé a dočasné
návrhové situace*

*Sněhová oblast 1
Lety, Středočeský kraj*

Normální typ krajiny

*Nedochází k tání vlivem
prostupu tepla*

Závislý na sklonu střechy

4.3.2 Zatížení větrem

Výpočet zatížení větrem byl proveden pomocí normy: ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem. Pro zjištění větrné oblasti byla použita aktuální mapa větrných oblastí.

Základní hodnoty

rychlost větru	$v_{b0} =$	25 m/s	<i>II. větrná oblast</i>
součinitel směru větru	$c_{dir} =$	1	
součinitel ročního období	$c_{season} =$	1	
základní rychlost větru	$v_b = c_{dir} \cdot c_{season} \cdot v_{b0} =$	25 m/s	

5. ZÁVĚR

Jednotlivé části posuzované konstrukce byly navrženy dle platných norem a zásad. Statický výpočet obsahuje návrh stropní desky, sloupů, schodiště, základové patky a základového pasu. Všechny řešené konstrukční části jsou doplněny o výkresy tvaru a výkresy betonářské výztuže.

6. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

6.1 Seznam použité literatury

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 206-1: Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [6] ČSN 731201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
- [7] Ing. Miloš Zich, Ph.D. a kolektiv, Příklady posouzení betonových prvků dle eurokódů
- [8] Příklady navrhování betonových konstrukcí 1, Prof. J. Procházka, Doc. Ing. A. Kohoutová, Ing. J. Vašková, CSc., nakladatelství ČVUT, Praha 2007
- [9] Řešené příklady betonových konstrukcí pomocí příhradové analogie, Karel Semrád a Csaba Szücs, Katedra betonových a zděných konstrukcí ČVUT Praha
- [10] Navrhování ozubů nosníků a desek s použitím modelů náhradní příhradoviny, J. Šmejkal, J. Procházka, časopis BETON, 2/2010
- [11] Navrhování konzol s použitím modelů náhradní příhradoviny, J. Šmejkal, J. Procházka, časopis BETON, 6/2009
- [12] Základní typy betonových konstrukcí pozemních staveb se vzorovými příklady, /ng. O. Vrátný, Ing. M. Tipka, Ing. J. Vašková, CSc., projekt FRVŠ 294/2012/G1

6.2 Seznam internetových zdrojů

- [13] <http://www.schindler.com/cz/internet/cs/mobilni-reseni/produkty/vytahy.html>
- [14] <http://www.iltegro.cz/vario-konstrukce-pro-fasadni-desky>
- [15] <http://www.schoeck-wittek.cz/>
- [16] <http://psbrno.cz/cs/u-korb-distancni-zebricky-25>
- [17] <http://www.iltegro.cz/vario-undercunt-vario-clips>
- [18] <http://www.kontakt-sk>
- [19] <http://www.halfen.cz/>

6.3 Seznam použitých programů

- [20] SCIA ENGINEER 2012.0 - Studentská verze
- [21] GEO 4 - Studentská verze
- [22] AutoCad Architecture 2012 - Studentská verze
- [23] Cadkon 2002
- [24] Microsoft Office Excel 2007
- [25] Microsoft Office Word 2007
- [26] Bricscad 2012

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

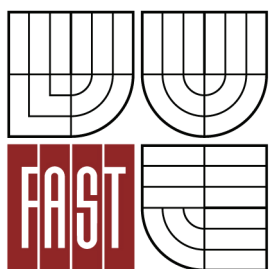
E_{cm}	sečnový modul pružnosti betonu
f_{cd}	návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tlaku
f_{yk}	charakteristická hodnota pevnosti oceli
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské oceli
γ_c	dílčí součinitel betonu
γ_s	dílčí součinitel betonářské výztuže

8. SEZNAM PŘÍLOH

- P1. POUŽITÉ PODKLADY A VARIANTY ŘEŠENÍ
- P2. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE
- P3. STATICKÝ VÝPOČET



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU LOAD BEARING RC STRUCTURE OF HOTEL BUILDING

P1 – POUŽITÉ PODKLADY A VARIANTY ŘEŠENÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. KLÁRA MACOURKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

OBSAH

OBSAH	2
1. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE	3
2. VARIANTY ŘEŠENÍ.....	3
3. POUŽITÉ PODKLADY PRO NÁVRH KONSTRUKCE A STATICKÝ VÝPOČET	4
3.1 Výtah a výtahová šachta.....	4
3.2 Obvodový plášť	6
3.3 Příčky POROTHERM 24 P+D.....	7
3.4 Distanční žebříčky	8
3.5 Prvky pro návrh schodiště	9
4. PŘÍLOHA A.....	12
5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	13
6. SEZNAM OBRÁZKŮ	13

1. VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Pro vypracování mé diplomové práce, která nese název „ Nosná ŽB konstrukce objektu hotelu“, byly poskytnuty výkresy od pana Roberta Chládky.

Poskytnuté výkresy:

- Půdorys 1. NP
- Půdorys 2. NP
- Řez 1 - 1

Poskytnuté výkresy se nacházejí na konci tohoto dokumentu a to v příloze A.

2. VARIANTY ŘEŠENÍ

Celý objekt se skládá ze dvou dilatačních celků. Jedním je mnou řešená část a to železobetonová konstrukce hotelu. Druhý dilatační celek je restaurace. Restaurace není předmětem diplomové práce.

Pro diplomovou práci byl objekt částečně upraven. Zachován zůstal tvar nosné konstrukce, počet podlaží a vnější rozměry. Upraven je schodišťový prostor a to z důvodu umístění výtahové šachty, tento prostor bylo nutné rozšířit. Dále je změněna tloušťka stropní desky a to na 240 mm a sjednocena výška jednotlivých podlaží vzhledem k optimalizaci návrhu. Původní konstrukce je založena na bílé vaně. V mé práci jsem se rozhodla řešit vrchní stavbu, a proto jsem navrhla jiný způsob založení a to na železobetonových patkách a pasech.

3. POUŽITÉ PODKLADY PRO NÁVRH KONSTRUKCE A STATICKÝ VÝPOČET

3.1 Výtah a výtahová šachta

Navržen výtah SCHINDLER 3100 typu T2. Pro tento výtah je minimální rozměr výtahové šachty 1500 x 1750.

Trakční výtah bez strojovny s frekvenčně řízeným pohonem
Nosnosti 450/480 kg, 630 kg, pro 6, 8 cestujících

Nosnost		Max. počet cestujících		Rychlost		Maximální zdvih		Max. počet stanic		Max. počet vstupů		Kabina			Dveře			Šachta				
GQ	kg	VKN	m/s	HQ	m	ZE						BK	TK	HK	Type	BT	HT	BS	*1 TS	*2 TS	HSG	HSK
450	6	0.63	20	7	2							1000	1250	2135	T2	B00	2000/2100	1500	1600	1800	1100	3400
																900		1600				
		1.0	20	7	2							1000	1250	2135	T2	B00	2000/2100	1500	1600	1800	1100	3400
																900		1600				
480	6	0.63	20	7	2							1000	1300	2135	T2	B00	2000/2100	1500	1650	1850	1100	3400
																900		1600				
		1.0	20	7	2							1000	1300	2135	T2	B00	2000/2100	1500	1650	1850	1100	3400
																900		1600				
630	8	0.63	20	7	2							1100	1400	2135	T2	B00	2000/2100	1600	1750	1950	1100	3400
																900						
		1.0	20	7	2							1100	1400	2135	T2	B00	2000/2100	1600	1750	1950	1100	3400
																900						

GQ Nosnost
VKN Rychlost
HQ Zdvih
ZE Stanice
HE Vzdálenost mezi podlažími

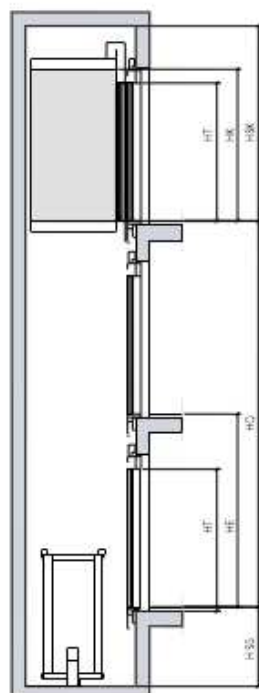
BK Šířka kabiny
TK Hloubka kabiny
HK Výška kabiny

T2 Teleskopické dveře,
2 dílné
BT Šířka dveří
HT Výška dveří

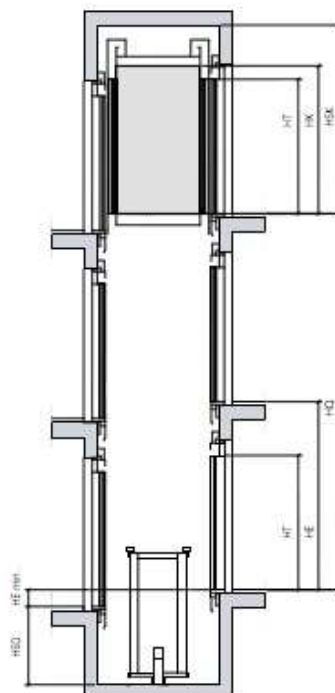
BS Šířka šachty
TS Hloubka šachty
*1 1 vstup
*2 2 vstupy
HSG Hloubka prohlubně
HSK Výška pod strop

Obr. 1 Rozměry výtahu SCHINDLER 3100 [1]

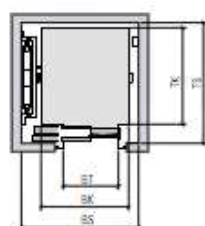
Svislý řez a půdorys



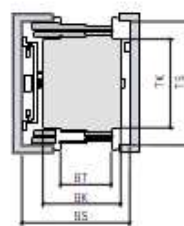
Jeden vstup



Dva vstupy



Jeden vstup,
teleskopické dveře

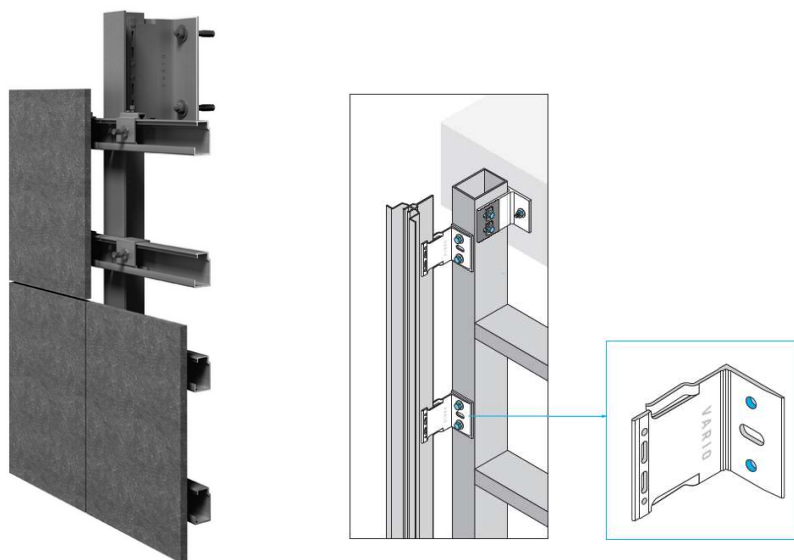


Dva vstupy,
teleskopické dveře

Obr. 2 Schéma řezu a půdorysu pro návrh výtahové šachty [1]

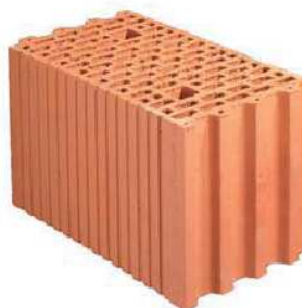
3.2 Obvodový plášť

Pro opláštění budovy je použit fasádní systém VARIO. Systém tvoří nosná hliníková konstrukce, která je upevněna pomocí závrtných kotev do stropních desek. Obkladový materiál tvoří vláknocementové desky Cembonit FDA přichycené na nosnou hliníkovou konstrukci. Opláštění je dále doplněno o tepelnou izolaci ISOVER NF 333 10.



Obr. 3 Fasádní systém VARIO [2]

3.3 Příčky POROTHERM 24 P+D



ČSN EN 771-1

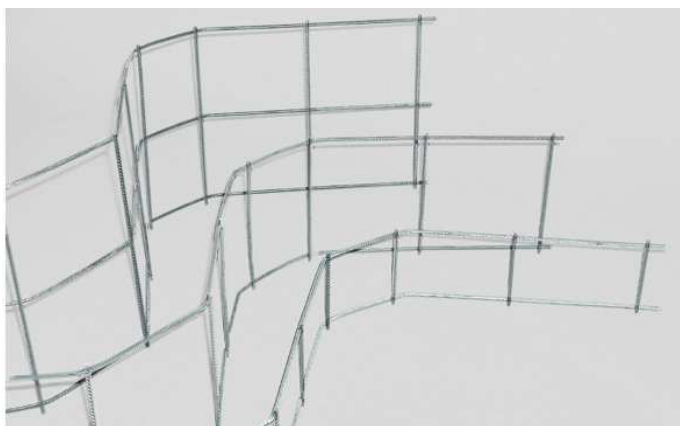
Obr. 4 Tvárnice POROTHERM 24 P+D [3]

Technické údaje	
Název	
Rozměry d/š/v [mm]	372/240/238
Třída objemové hmotnosti [kg/m ³]	800-900
Hmotnost [kg/ks]	max. 19,1
Pevnost v tlaku	P10/P15
Tloušťka zdiva [mm]	240
Spotřeba [ks/m ²]	10,7
Hmotnost zdiva včetně omítek [kg/m ²]	275
Vážená laboratorní neprůzvučnost R _w [dB]	52
Požární odolnost	REI 180 DP1
Tepelný odpor zdiva bez omítek R _u [m ² K/W]	0,65
Součinitel tepelné vodivosti bez omítek λ _u [W/mK]	0,37
Součinitel prostupu tepla bez omítek U _{ext} [W/m ² K]	1,10

Obr. 5 Technické údaje POROTHERM 24 P+D [3]

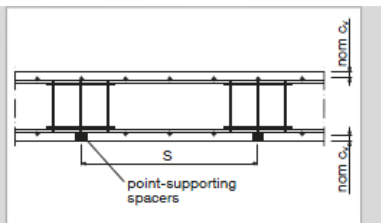
3.4 Distanční žebříčky

Pro správné uložení výztuže jsem navrhla distanční žebříčky U-Korb. Tyto žebříčky zajišťují správné uložení výztuže. Zajistí správnou rozteč a polohu. Potřebné množství, jak vyplývá z tabulky je pro výztuž $\varnothing \geq 6,5\text{ mm}$ 0,84 ks/m². Výška distančního žebříčku je 140 mm.



Obr. 6 Distanční žebříčky [4]

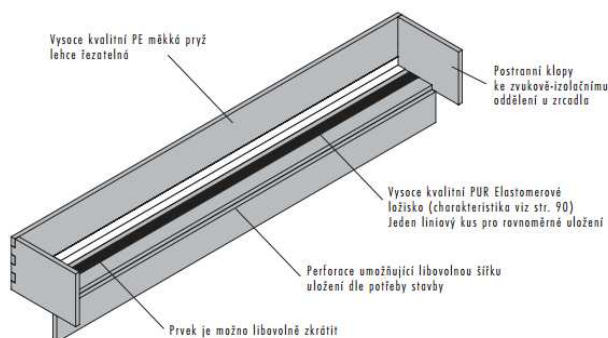
Structural element: slabs					
Spacer fixing distances S					
Supporting bar diameter d_s	max. S	Required quantity m ²			
		Single spacer	Bar spacer		
			L = 0.18 m	L = 0.33 m	L = 1.00 m
$\leq 6.5\text{ mm}$	0.50 m	4	3.0	2.5	1.33
$> 6.5\text{ mm}$	0.70 m	2	1.6	1.4	0.84



Obr. 7 Tabulka prvku [4]

3.5 Prvky pro návrh schodiště

Uložení prefabrikovaného ramena na podestu bude provedeno pomocí ozubů. Pro přerušení kročejového hluku je navržen prvek Shöck Tronsole typ F 1,2 Linie.



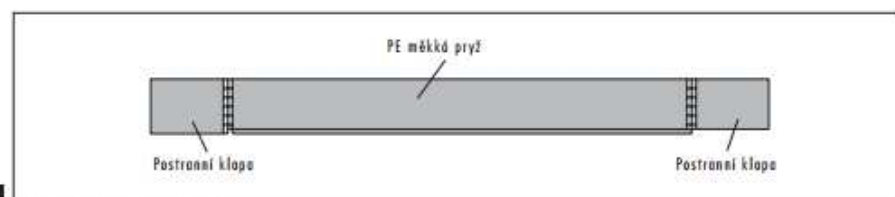
Obr. 8 Prvek Shöck Tronsole typ F [5]

Schöck Tronsole® typ F Dimenzační tabulka / Rozměry

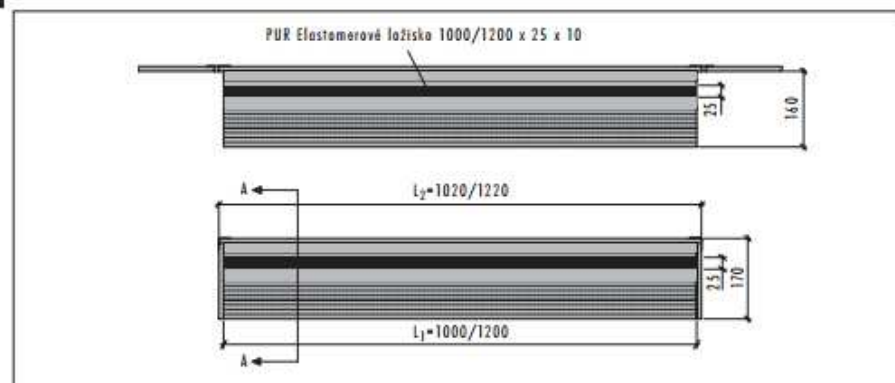
Schöck Tronsole typ	Délka prvku		Tloušťka [mm]	Maximální únosnost	
	L ₁ [mm]	L ₂ [mm]		[kN/m]	[kN/prvek]
F 1,0 Linie	1000	1020	10	24,0	24,0
F 1,2 Linie	1200	1220	10	24,0	28,8
F 1,5 Linie	1500	1520	10	24,0	36,0
FS Linie	na přání zákazníka		10	24,0 ¹⁾	24,0 • L ₁ ¹⁾

¹⁾ je možné vyrobit prvek s únosností 48 kN/m s přídatným elastomerovým ložiskem

Dovolené hodnoty vnitřních sil jsou vypočteny podle DIN, to znamená z normových hodnot zatížení.



Pohled zepředu: Schöck Tronsole® typ F



Obr. 9 Dimenzační tabulka [5]

Pro napojení monolitické podesty na schodišťovou zeď je použit prvek Shöck Tronsole typ AZT.

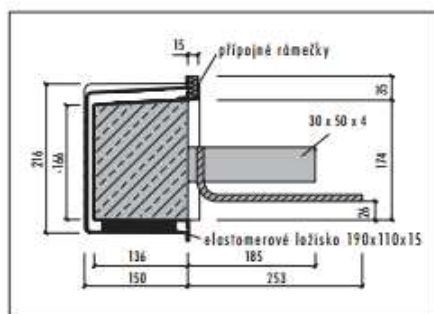


Obr. 10 Shöck Tronsole typ AZT [5]

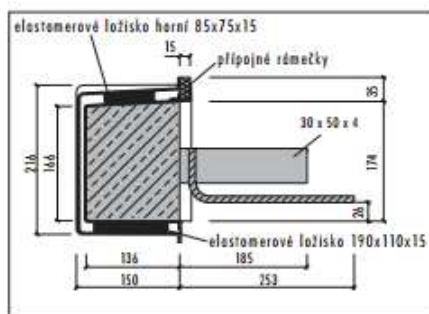
Schöck Tronsole® typ AZT

Rozměry

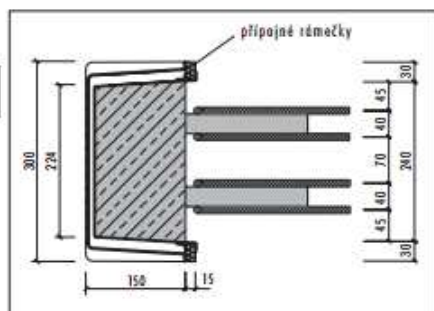
Schöck Tronsole®	tloušťka podesty [mm]	vnitřní rozměry			vnější rozměry		
		výška [mm]	šířka [mm]	hloubka [mm]	výška [mm]	šířka [mm]	hloubka [mm]
typ AZT	≥ 160	166	224	136	216	300	150
typ AZT plus		166	224	136	216	300	150



Vertikální řez: Schöck Tronsole® typ AZT



Vertikální řez: Schöck Tronsole® typ AZT plus



Horizontální řez: Schöck Tronsole® typ AZT / AZT plus

Obr. 11 Rozměry prvku Shöck Tronsole typ AZT [5]

Schöck Tronsole® typ AZT

Dimenzační tabulka



Napojení mimo rohovou oblast

Beton C 20/25 (B 25), krytí betonem $c = 30$ mm (F 90), odstup prvků od sebe $a \geq 210$ mm + $1,5 \cdot h_m$

d [mm]	zul. Q ^{zul}		A _{st}	b _x [mm]	A _{sy}	b _y [mm]
	typ AZT [kN]	typ AZT plus [kN]				
160	20,0	20,0/-10,0	4 Ø 10	198	1 Ø 10	530
	31,6	31,6/-10,0	6 Ø 10		4 Ø 10	
	33,4	33,4/-10,0	8 Ø 10		4 Ø 10	
	34,8	34,8/-10,0	10 Ø 10		4 Ø 10	
180	34,5	34,5/-10,0	6 Ø 10	228	4 Ø 10	590
	36,5	36,5/-10,0	8 Ø 10		4 Ø 10	
	38,5	38,5/-10,0	10 Ø 10		4 Ø 10	
	42,8	42,8/-10,0	10 Ø 12	225	5 Ø 12	584
200	37,4	37,4/-10,0	6 Ø 10	258	4 Ø 10	650
	39,6	39,6/-10,0	8 Ø 10		4 Ø 10	
	41,8	41,8/-10,0	10 Ø 10		4 Ø 10	
	49,7	49,7/-10,0	10 Ø 12	255	4 Ø 12	644

¹⁾ při využití maximální smykavé síly je potřebné zděivo minimálně pevnostní třídy 12 s maltou třídy IIa
²⁾ při použití betonu pevn. třídy C 30/37 (B 35) se zvyšuje přípustná smykavá síla 1,2 zul. Q ≤ 53 kN (-10 kN).
³⁾ při existenci dalších okrajových podmínek (krytí betonem c, odstup prvků a, plocha výztuže A_{st} a A_{sy}) stanovení přípustných smykavých sil dle údajů na str. 62

Dovolené hodnoty vnitřních sil jsou vypočteny podle DIN, to znamená z normových hodnot zatížení.

Napojení v oblasti rohu

Beton C 20/25 (B 25), krytí betonem $c = 30$ mm (F 90), odstup od kraje $e_g \leq 0,75 \cdot h_m - 15$ mm

d [mm]	zul. Q ^{zul}		A _{st}	b _x [mm]	A _{sy}	b _y [mm]
	typ AZT [kN]	typ AZT plus [kN]				
160	19,7	19,7/-10,0	4 Ø 10	198	1 Ø 10	435
	30,4	30,4/-10,0	6 Ø 10		4 Ø 10	
	32,2	32,2/-10,0	7 Ø 10		5 Ø 10	
180	32,4	32,4/-10,0	6 Ø 10	228	4 Ø 10	465
	33,5	33,5/-10,0	7 Ø 10		4 Ø 10	
	35,7	35,7/-10,0	7 Ø 10		5 Ø 10	
200	34,3	34,3/-10,0	6 Ø 10	258	4 Ø 10	495
	35,5	35,5/-10,0	7 Ø 10		4 Ø 10	
	37,8	37,8/-10,0	7 Ø 10		5 Ø 10	

¹⁾ při využití maximální smykavé síly je potřebné zděivo minimálně pevnostní třída 12 s maltou třídy IIa
²⁾ při použití betonu pevnostní třídy C 30/37 (B 35) se zvyšuje přípustná smykavá síla 1,2 zul. Q ≤ 53 kN (-10 kN).
³⁾ při existenci dalších okrajových podmínek (krytí betonem c, odstup prvků a, plocha výztuže A_{st} a A_{sy}) stanovení přípustných smykavých sil dle údajů na str. 62

Dovolené hodnoty vnitřních sil jsou vypočteny podle DIN, to znamená z normových hodnot zatížení.

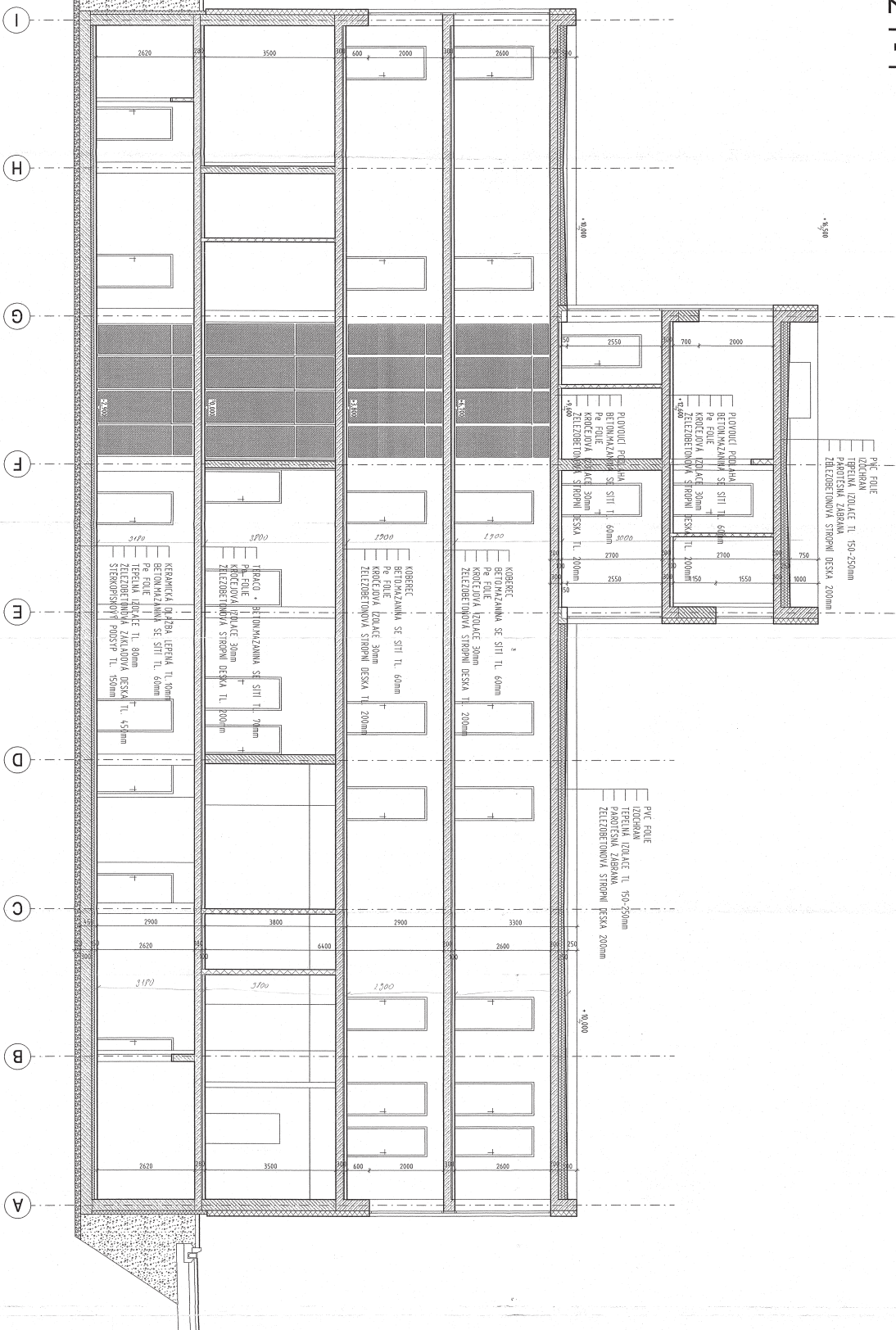
Obr. 12 Dimenzační tabulka [5]

4. PŘÍLOHA A

Poskytnuté výkresy:

- Půdorys 1. NP
- Půdorys 2. NP
- Řez 1 - 1

ŘEZ 1 - 1

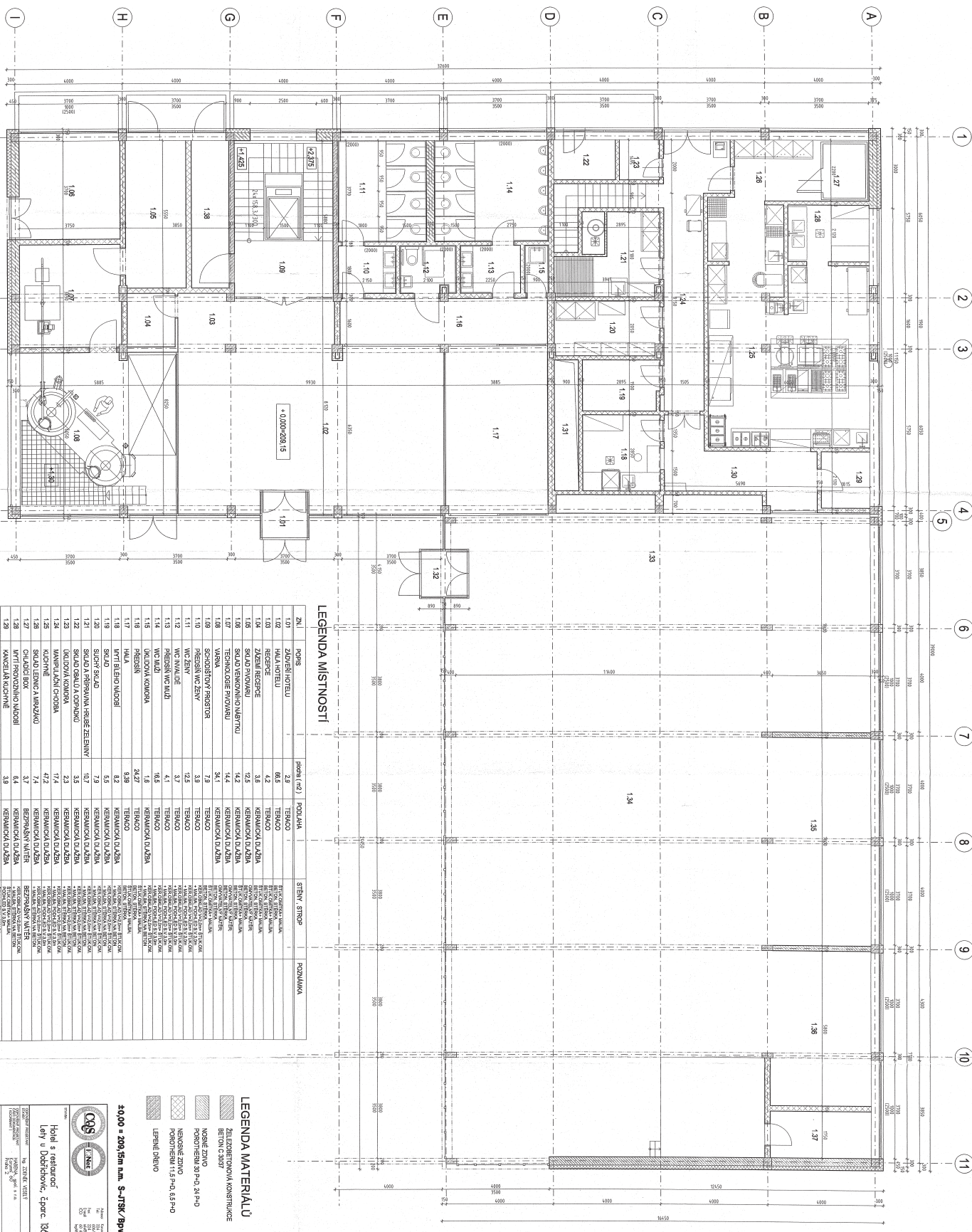


LEGENDA MATERIÁLŮ

- | | |
|---|---|
|  | ZELZEBETONOVÁ KONSTRUKCE
BETON C 30/37 |
|  | ZELZEBETONOVÁ KONSTRUKCE
BETON C 30/37 s mikropulvem křemíku dle ČSN EN 12 390-8 |
|  | KOMPE ZOVNO
POROTHERM 30 P-D, 24 P-D |
|  | NEROŽNÉ ZOVNO
POROTHERM 11 P-D, 6,5 P-D |
|  | HUTINÝ ZÁSTUP |
|  | STĚROFOSFOVÝ POŠTUP |

$\pm 0,00 = 209,15\text{m n.m. S-JTSK/Bpv}$

[illegible]



LEGENDA MISTNOSTI

№	POPS	posol (m2)	PODLAHA	STIEBY, STROP	POZNAMKA
101	ZAVRŠEN HOTELU	2.9	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
102	HALA HOTELU	86.5	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
103	RECEPCE	4.2	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
104	ZÁSEMI RECEPCE	3.6	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
105	SKLAD PIVOVAR	4.5	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
106	SKLAD PIVOVARU A MARTYU	4.4	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
107	TERMOČÍSLO PIVOVARU	4.4	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
108	VARSNA	36.1	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
109	SCHODISOVÝ PROSTOR	7.9	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
110	PŘEŠNÝ WC ŽENY	3.3	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
111	WC ŽENY	3.3	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
112	WC MUŽI	3.7	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
113	PŘEŠNÝ WC MUŽI	4.1	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
114	WC MUŽI	16.5	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
115	WC ŽENY	16.5	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
116	KUCHYŇSKÁ KUCHYŇ	24.7	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
117	HALA	5.38	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
118	WITÍ BLIŽNÍ NÁDOBI	8.2	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
119	SKLAD	5.5	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
120	SKLAD	7.9	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
121	SKLAD A PŘÍPRAVNA HRABE ŽELEZNÝ	40.7	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
122	SKLAD OHLAVU A KOPANOU	3.5	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
123	UKLONKA KUCHYŇ	2.3	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
124	WITÍ BLIŽNÍ NÁDOBI	17.3	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
125	SKLAD	4.7	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
126	SKLAD	7.4	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
127	CHLADICÍ BOX	3.7	BEZPEČNÝ NÁSTĚN	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
128	WITÍ PROVOZOVNÍ NÁDOBI	8.4	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
129	KANCELÁŘSKÉ PRACOVNÍ	3.9	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
130	PROSTOR PRO DISKUSY - CHODBA	11.9	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
131	SACHTA VIT	4.4	BEZPEČNÝ NÁSTĚN	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
132	ZAVRŠEN RESTAURACE	2.92	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
133	VÝŠERÍ JAR	8.5	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
134	SKLAD	21.2	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
135	SALONIKY	31.2	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
136	SALONIKY	22.2	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
137	ZÁSEMI	6.6	TERMO	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	
138	CHODBA, CHOD	7.3	KERAMICKÁ DLAŽBA	BEZPEČNOSTNÝ NÁSTĚN	

LEGENDA MATERIÁLŮ

- ZELEZABETONOVÁ KONSTRUKCE
- BETON C 20/27
- NEROBNÉ ŽELEZO
- POBOTOVNÍ 30 P+D 24 P+D
- POBOTOVNÍ 11 P+D, 6.5 P+D
- LEPENÉ DŘEVO

20.00 = 209,15m n.m. 5-15K /p/v

Hotel s restaurací
Lely u Dobřovic, č.p.č. 136/1

PROJEKTANT: Ing. ZDENEK ČERNÝ
VYKONATEL: Ing. ZDENEK ČERNÝ
MÍSTNOST: 10

PROJEKT: 10

PROJEKTANT: Ing. ZDENEK ČERNÝ
VYKONATEL: Ing. ZDENEK ČERNÝ
MÍSTNOST: 10

PROJEKT: 10

PROJEKTANT: Ing. ZDENEK ČERNÝ
VYKONATEL: Ing. ZDENEK ČERNÝ
MÍSTNOST: 10

PROJEKT: 10

5. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

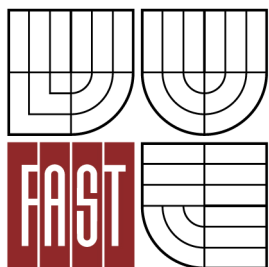
- [1] <http://www.schindler.com/cz/internet/cs/mobilni-reseni/produkty/vytahy.html>
- [2] <http://www.iltegro.cz/vario-konstrukce-pro-fasadni-desky>
- [3] <http://www.wienerberger.cz/>
- [4] <http://psbrno.cz/cs/u-korb-distancni-zebricky-25>
- [5] <http://www.schoeck-wittek.cz/>

6. SEZNAM OBRÁZKŮ

- [1] *Rozměry výtahu SCHINDLER 3100*
- [2] *Schéma řezu a půdorysu pro návrh výtahové šachty*
- [3] *Fasádní systém VARIO*
- [4] *Tvárnice POROTHERM 24 P+D*
- [5] *Technické údaje POROTHERM 24 P+D*
- [6] *Distanční žebříčky*
- [7] *Tabulka prvku*
- [8] *Prvek Shöck Tronsole typ F*
- [9] *Dimenzační tabulka*
- [10] *Shöck Tronsole typ AZT*
- [11] *Rozměry prvku Shöck Tronsole typ AZT*
- [12] *Dimenzační tabulka*



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU LOAD BEARING RC STRUCTURE OF HOTEL BUILDING

P2 – VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

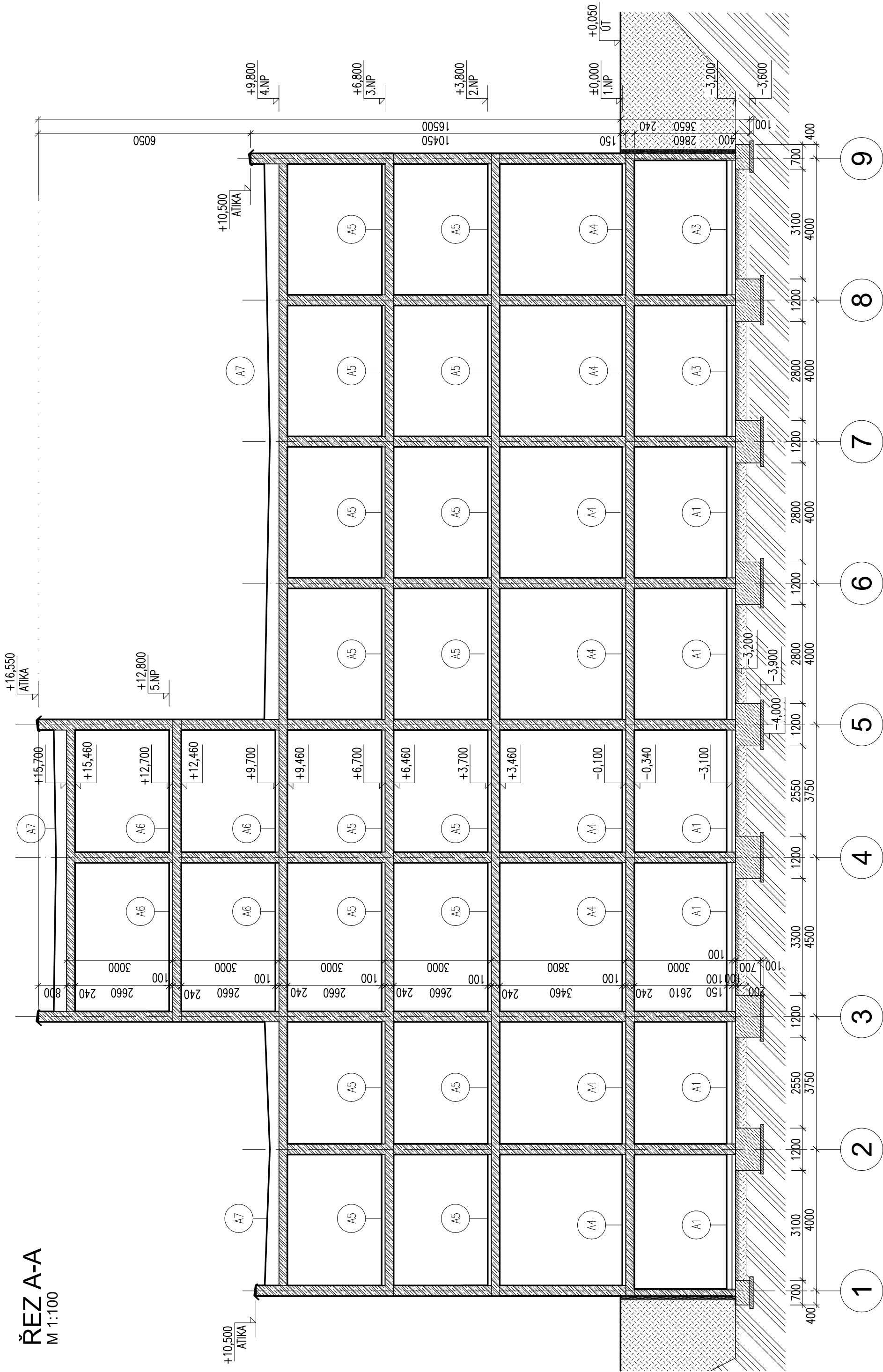
Bc. KLÁRA MACOURKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2014

ŘEZ A-A
M 1:100



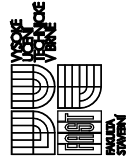
LEGENDA HMOT:

- PROSTÝ BETON C12/15 (přodorys, řez)
- ŽB KONSTRUKCE C25/30–XC1 (přodorys, řez)
- ŽB KONSTRUKCE (základy)
- C20/25–XC2 (přodorys, řez)
- NASTYPANÁ ZEMINA
- PŮVODNÍ ZEMINA
- HYDROIZOLACE
- TEPELNÁ IZOLACE

VYSVĚTLKY:

- A1 – KERAMICKÁ DLAŽBA
- A2 – KOBEREC
- A3 – BEZPRAŠNÝ NATĚR
- A4 – KERAMICKÁ DLAŽBA
- A5 – KOBEREC
- A6 – PLOVOUCÍ PODLAHA
- A7 – STŘEŠNÍ PLÁŠŤ

JEDNOTLIVÉ SKLADBY PODLAH VIZ STATICKÝ VÝPOČET – PŘÍLOHA P3



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU

VEDOUcí PRÁCE: Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.

VYPRACOVALA: Bc. Klára Macourková

FORMÁT: 3xA4

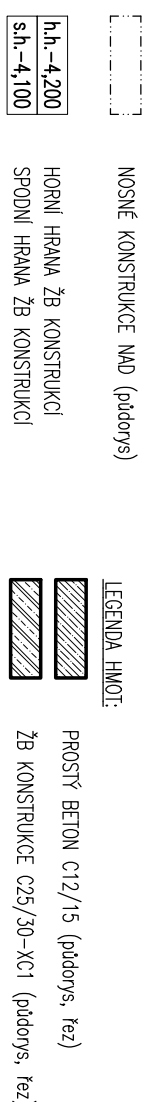
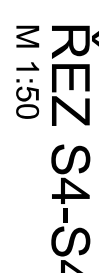
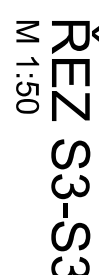
ČÍSLO VÝKRESU: 01

MĚŘITKO: 1:100

DATUM: 01/2014

Řez A - A

M 1:50



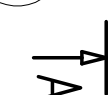
LEGENDA (MNO):

	PROSTÝ BETÓN C12/15 (podroby, tez)
	ZB KONSTRUKCE C25/30+ACI (podroby, tez)
	ZB KONSTRUKCE (zobozr)
	C20/25+ACI (podroby, tez)
	NASTRAVNÁ ŽELEZA
	PŮVODNÍ ŽELEZA
	HYDROIZOLACE

BETON C25/30-XC1
BETON C20/25-XC2-základy
BETON C12/15-XC0-podkladní beton
OCEĽ B500B
KRYTÍ 25 MM
KRYTÍ 40 MM - ve styku se zemínou

		VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ	
NÁZEV: DIPLOMOVÁ PRÁCE NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU		VEDOUCÍ PRÁCE: Ing. Petr Šimunek, Ph.D. VYPRACOVALA: Bc. Klára Mládková	
OSLOUH: VÝKRES TVARU ZAKLADŮ		FORMÁT: A1	
OSLOV. VÝKRESU 1:50		DÁTUM: 01/2014	

M 1:50



7

SHOC

☐ A SHOCK TRONSOLE TYP F

C SHOCK TRONSOLE TYP AZI 200, 37,8

BETON C25/30-XC1
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM

FAKULTA STAVEBNÍ

STRIJKCE OBJEKTI HOTELI

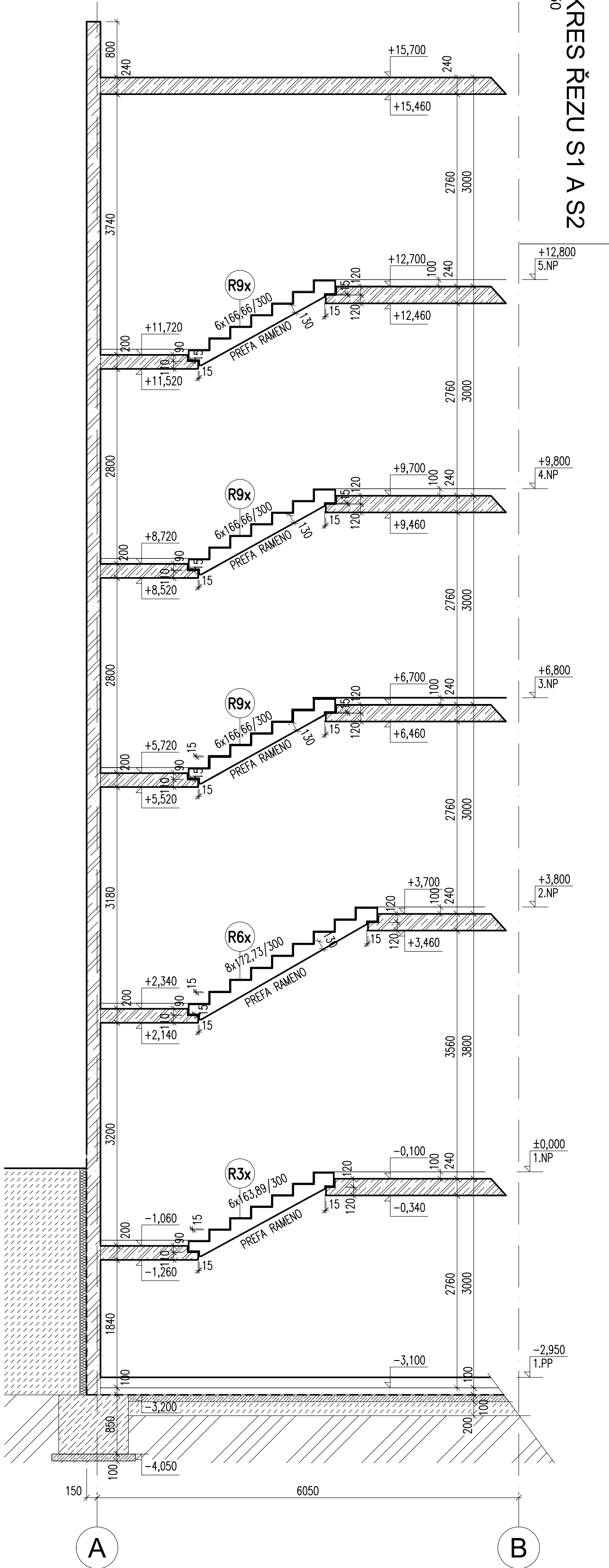
SAM:

VÝKRES ŘEZU S1 A S2

M 1:50

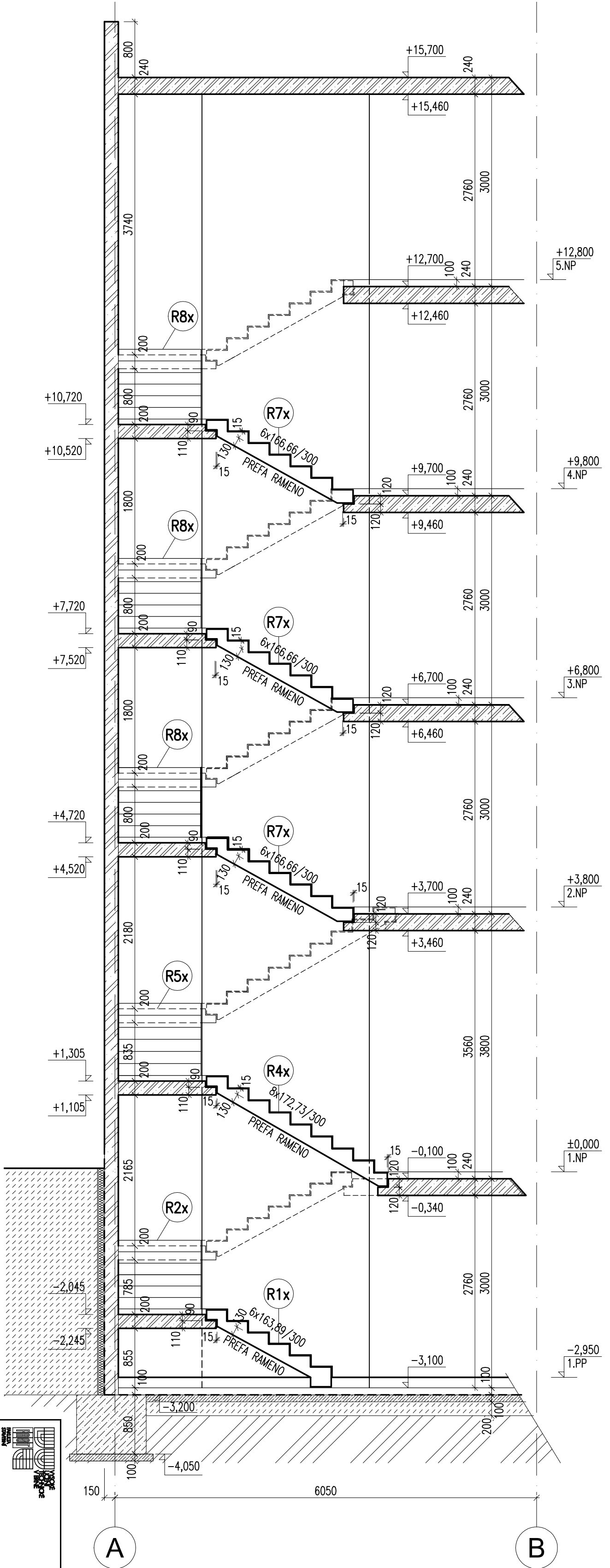
ŘEZ S2-S2

M 1:50

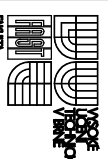


ŘEZ S1-S1

M 1:50



- LEGENDA HMOTI:
- PROSTÝ BETON C12/15 (podpory, rez)
 - ŽB KONSTRUKCE C25/30-XC1 (podpory, rez)
 - ŽB KONSTRUKCE (základy)
 - C20/25-XC2 (podpory, rez)
 - NASYPNÁ ZEMINA
 - PŮVODNÍ ZEMINA
 - HYDROIZOLACE
 - TERÉNNÍ IZOLACE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBNÍ

DIPLOMOVÁ PRÁCE

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU

OBSAH:

Řez S1 a S2

VEDOUcí PRÁCE:

Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.

VYPRACOVALA:

Bc. Klára Macourková

FORMÁT:

A2

ČÍSLO VÝKRESU:

04

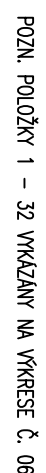
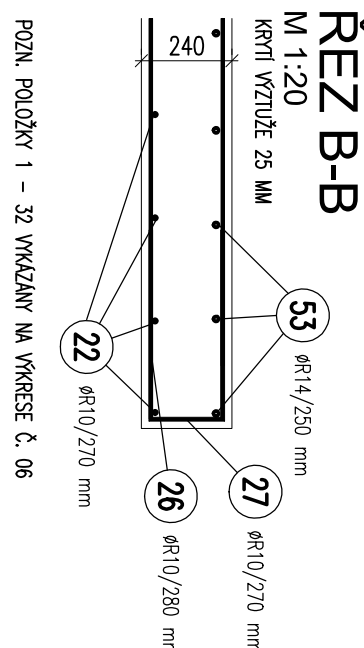
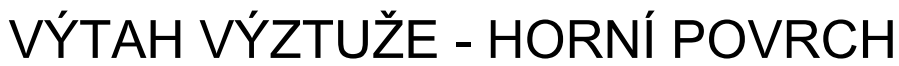
MĚŘÍTKO:

1:50

DATA:

01/2014

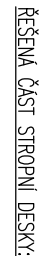
VÝZTUŽ U HORNÍHO POVRCHU



C-#	Dense			Pore			Dense (m)		
	len	m	R	R10	R2	R4	R6		
33	14	10	82						
34	R10	1.60	55	6.400					
35	R14	3.10	24	6.400					
36	R12	2.95	22						
37	R14	3.20	24						
38	R14	1.68	18						
39	R14	1.68	16						
40	R12	1.5	15						
41	R12	1.54	11						
42	R12	1.65	29						
44	R12	1.65	16						
45	R16	3.16	26						
46	R14	3.05	31						
47	R10	4.15	4	29.000					
48	R10	4.15	4	29.000					
49	R10	2.75	12	3.000					
50	R14	5.65	19						
51	R10	2.25	7	15.50					
52	R10	7.50	4	28.800					
53	R14	7.50	12						
54	R10	5.00	8	41.800					
55	R10	1.5	15	8.800					
56	R10	1.18	12						
57	R10	1.18	12						
58	R10	1.18	12						
59	R10	1.18	12						
60	R10	1.18	12						
61	R10	1.18	12						
62	R10	1.18	12						
63	R10	1.18	12						
64	R10	1.18	12						
65	R10	1.18	12						
66	R10	1.18	12						
67	R10	1.18	12						
68	R10	1.18	12						
69	R10	1.18	12						
70	R10	1.18	12						
71	R10	1.18	12						
72	R10	1.18	12						
73	R10	1.18	12						
74	R10	1.18	12						
75	R10	1.18	12						
76	R10	1.18	12						
77	R10	1.18	12						
78	R10	1.18	12						
79	R10	1.18	12						
80	R10	1.18	12						
81	R10	1.18	12						
82	R10	1.18	12						
83	R10	1.18	12						
84	R10	1.18	12						
85	R10	1.18	12						
86	R10	1.18	12						
87	R10	1.18	12						
88	R10	1.18	12						
89	R10	1.18	12						
90	R10	1.18	12						
91	R10	1.18	12						
92	R10	1.18	12						
93	R10	1.18	12						
94	R10	1.18	12						
95	R10	1.18	12						
96	R10	1.18	12						
97	R10	1.18	12						
98	R10	1.18	12						
99	R10	1.18	12						
100	R10	1.18	12						

λ , nm	profile	isotone	λ		
57	KX50	2, 3	4		KX50
58	KX81	2,150, 5	14	150,5	
	Potato cation [m^+]			150,5	74
	linonolol	[$\mu g/m^3$]		7,29	5,39
	linonolol	[μg]		1202,455	121,36
	Calcium	[μg]			1331,655

označení – U-KORB	ks
UKS14	395



Poznámky:

1/ WARETIME DLE ČSN EN 1992-1-1 A ČSN EN 206-1

2/ ZPRACOVATELSTVÍ BETONOVÉ SÍTKY S3

3/ KOTVENÍ VEŠKÝ VYTUŽENÍ : ø10 – 410MM, ø12 – 500MM, ø14 – 570MM, ø18 – 650MM

4/ VÝKLAD JAKÝM VYTUŽENÍM PRŮTOK DOUHODI PŘEDCHVĚZ DESKY JE NA VÝKRESU Č. 06 (PŘOHLÁŠENÍ 1 – 32)

5/ VYTUŽENÍ JE KOTVENIA NA OSU

VYSOKE UCENI TECHNICE V BRNE

NOSNÁ ZB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU

OSBAH:	FORMÁT:	A1
VÝKRES VÝSTUŽE DESKY NAD 2.NP		
HORNÍ POVRCH DESKY		
OSLO VYVŘESU:	05	
MĚŘITVO:	1:50	
DATAE:	01/2014	

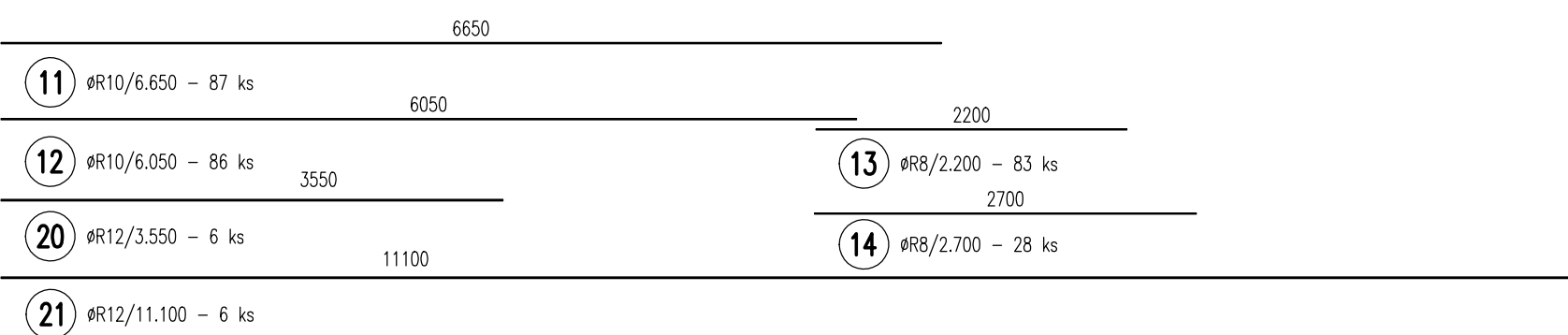
L. profile	isotone	is		
			K180	K150
57 K150	2, 3	4	24	
58 K181	2,150, 5	14	150,5	
Poleo cadem [m ²]			150,5	24
limonite [g/m ²]			7,29	5,39
limonite [g]			1202,455	121,36
Calcium [g]				131,955

VÝZTUŽ U SPODNÍHO POVRCHU

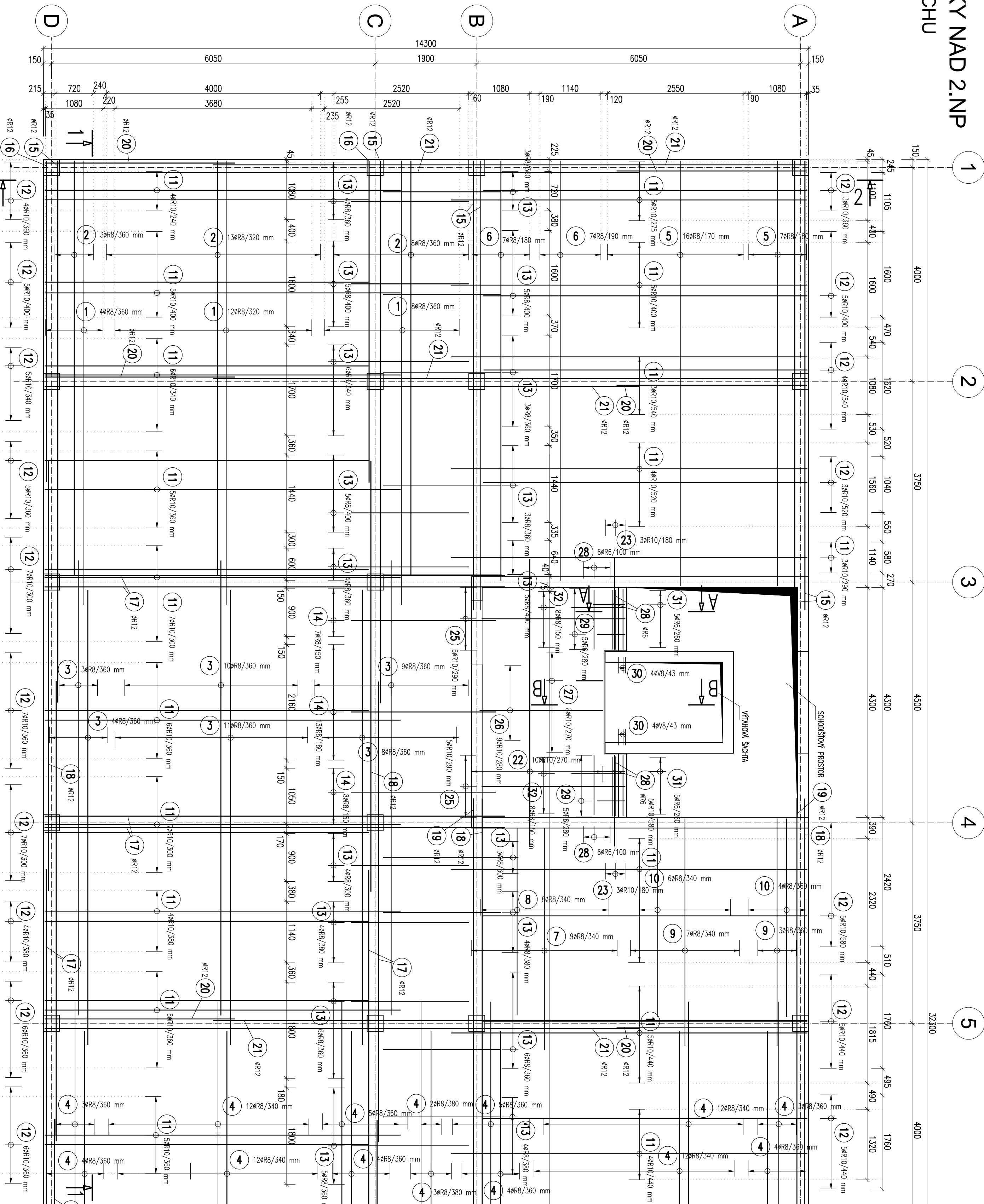
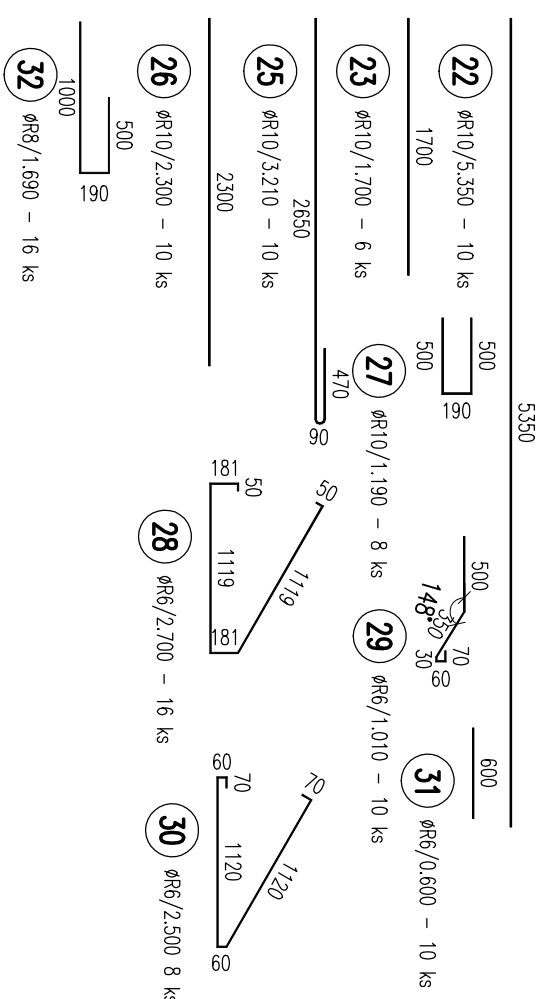
M 1:50



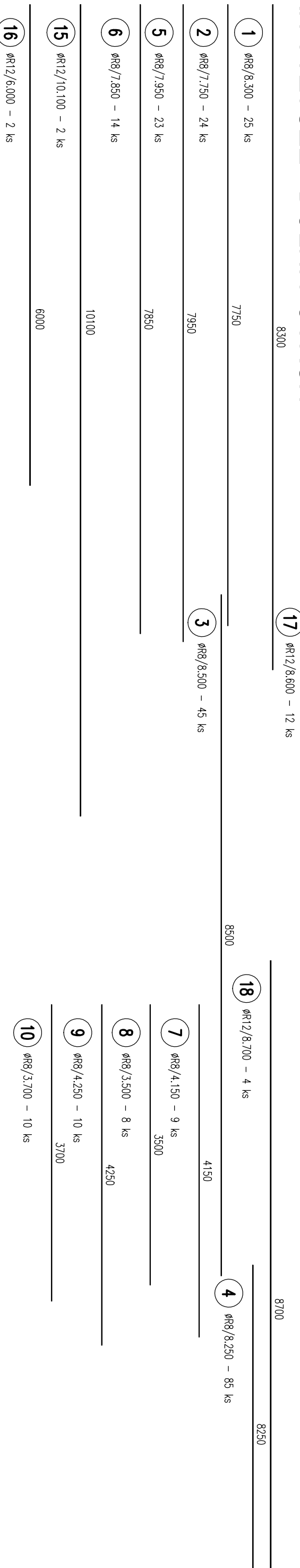
VÝTAH VÝZTUŽE - DOLNÍ POVRCH



VÝTAH VÝZTUŽE



VÝTAH VÝZTUŽE - DOLNÍ PОВRCH



Case	C ₁ × C ₂ × C ₃ (mm)	φ (mm)	Date	Pond	Date (mm)			
					10/05	R10	R12	R6
1	88	5.30	25	20.50				
2	88	5.30	26	19.50				
3	88	5.30	45	38.50				
4	88	6.25	65	70.1250				
5	88	7.25	23	18.600				
6	88	7.25	14	10.9000				
7	88	4.15	9	31.500				
8	88	3.50	8	28.000				
9	88	4.75	10	41.500				
10	88	3.70	19	42.000				
11	R10	6.65	39	59.550				
12	R10	6.65	39	59.550				
13	R8	2.70	83	18.600				
14	R8	2.70	83	18.600				
15	R12	10.0	2	75.600				
16	R12	6.00	2	12.000		20.20		
17	R12	6.00	12	10.200		13.200		
18	R12	8.70	4	21.500		34.800		
19	R12	6.05	2	16.100				
20	R12	5.55	6	21.500				
21	R12	5.55	10	26.600				
22	R12	5.55	10	53.900				
23	R10	1.70	6	10.200				
24	R10	3.21	10	32.100				
25	R10	2.30	10	23.000				
26	R10	1.19	8	9.500				
27	R10	2.70	16					
28	R6	1.01	10					
29	R6	1.01	16					
30	R6	0.75	8					
31	R6	0.75	8					
32	R6	1.03	16					
33	R6	1.03	16					
34	R6	1.03	16					
35	R6	1.03	16					
36	R6	1.03	16					
37	R6	1.03	16					
38	R6	1.03	16					
39	R6	1.03	16					
40	R6	1.03	16					
41	R6	1.03	16					
42	R6	1.03	16					
43	R6	1.03	16					
44	R6	1.03	16					
45	R6	1.03	16					
46	R6	1.03	16					
47	R6	1.03	16					
48	R6	1.03	16					
49	R6	1.03	16					
50	R6	1.03	16					
51	R6	1.03	16					
52	R6	1.03	16					
53	R6	1.03	16					
54	R6	1.03	16					
55	R6	1.03	16					
56	R6	1.03	16					
57	R6	1.03	16					
58	R6	1.03	16					
59	R6	1.03	16					
60	R6	1.03	16					
61	R6	1.03	16					
62	R6	1.03	16					
63	R6	1.03	16					
64	R6	1.03	16					
65	R6	1.03	16					
66	R6	1.03	16					
67	R6	1.03	16					
68	R6	1.03	16					
69	R6	1.03	16					
70	R6	1.03	16					
71	R6	1.03	16					
72	R6	1.03	16					
73	R6	1.03	16					
74	R6	1.03	16					
75	R6	1.03	16					
76	R6	1.03	16					
77	R6	1.03	16					
78	R6	1.03	16					
79	R6	1.03	16					
80	R6	1.03	16					
81	R6	1.03	16					
82	R6	1.03	16					
83	R6	1.03	16					
84	R6	1.03	16					
85	R6	1.03	16					
86	R6	1.03	16					
87	R6	1.03	16					
88	R6	1.03	16					
89	R6	1.03	16					
90	R6	1.03	16					
91	R6	1.03	16					
92	R6	1.03	16					
93	R6	1.03	16					
94	R6	1.03	16					
95	R6	1.03	16					
96	R6	1.03	16					
97	R6	1.03	16					
98	R6	1.03	16					
99	R6	1.03	16					
100	R6	1.03	16					

VÝKAZ VÝZTUŽE

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ	
	
NÁZEV	VÝROČNÍ PRÁCE Ing. Petr Šimunek, Ph.D.
DŘÍSEL	NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU VÝKRES VÝŽTUŽE DESKY NAD 2.NP SPODNÍ POVRCH DESKY
PŘEMAT	Bc. Daniel Maiznerová
ČÍSLO VÝREBKU	A6
HEBŘENO	13.01.20
SATURN	07/2014

BETON C25/30-XC1
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM

8/ PROSTŘEDÍ STYKOVÁNÍ VÝZUŽI

5/ VYKAZ A VÝTAH VÝZTUŽNÝCH PRUTŮ HORNÍHO POKROUČÍ DESKY JE NA VÝKRESE Č. 05 (POLOŽKY C.33 - 58)

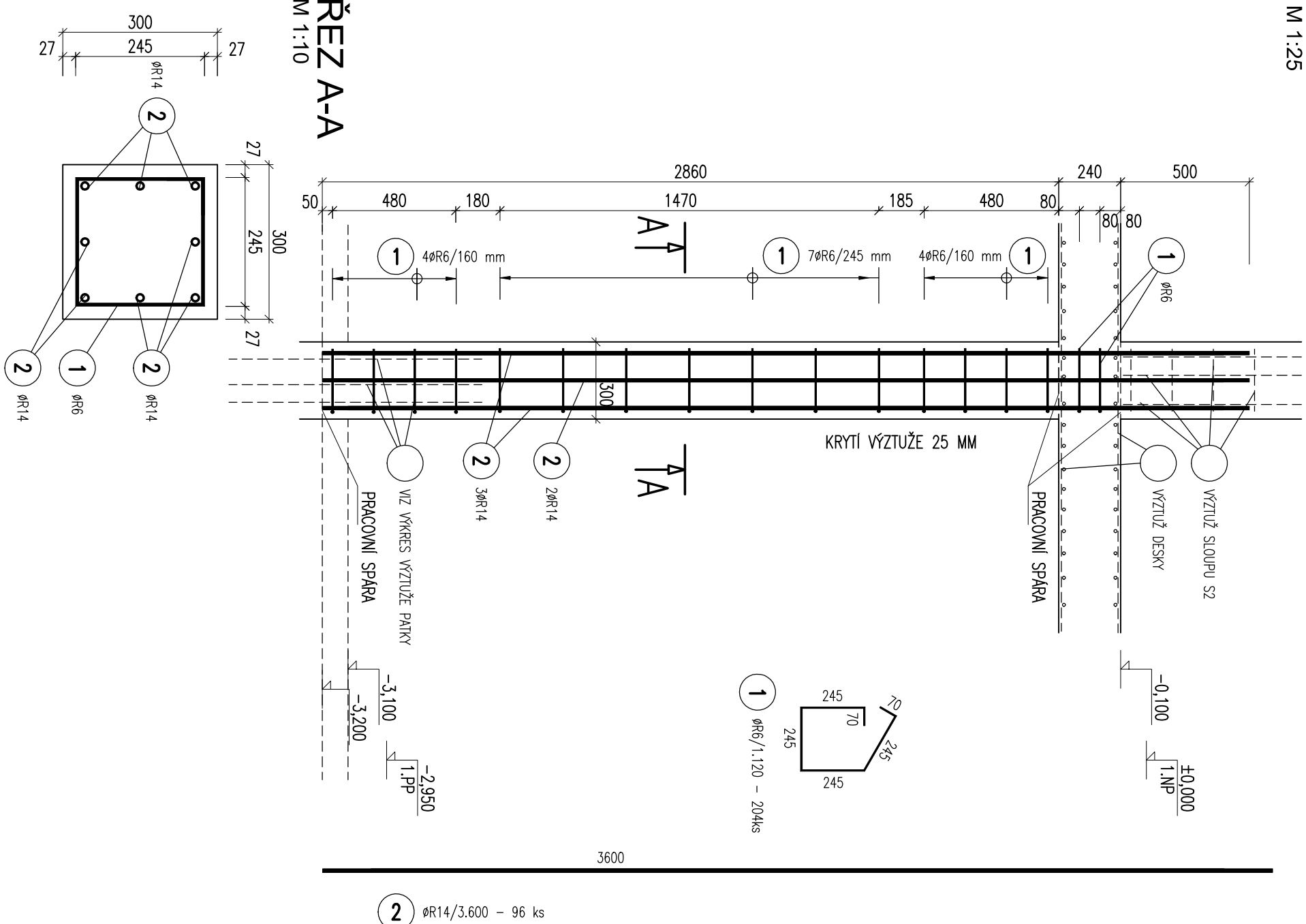
- 1/ MAŘEŽNO DLE ČSN EN 1992-1-1 A ČSN EN 206-1
- 2/ ZPRACOVATELNOST BETONOVÉ SMĚSI S3
- 3/ KOTVENÍ DELKY VYTUŽE : Ø8 – 250MM, Ø10 – 320MM

RESERVA CASI SIKUPN DESKAT

VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU S1 - 12 ks

SLOUP V 1.PP

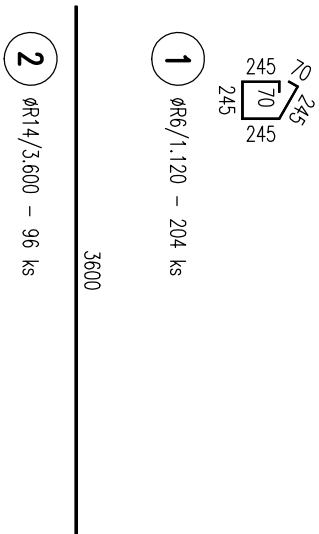
M 1:25



VÝKAZ VÝZTUŽE

Č.P.	Ø	Délka	Počet	Délka [m]	
				B500B	
	[mm]	[m]		R14	R6
1	R6	1.12	204		228,480
2	R14	3.60	96	345,600	
Celková délka [m]				345,600	228,480
Specifická hmotnost [kg/m]				1,208	0,222
Celková hmotnost [kg]				417,485	50,723
Celková hmotnost [kg]				468,208	

VÝTAH VÝZTUŽE



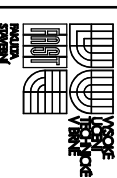
POZNÁMKY:

- 1/ NAVRŽENO DLE EN 1992-1-1 A ČSN EN 206-1
2/ ZPRACOVATELNOST BETONOVÉ SMĚSI S3

**BETON C25/30-XC1
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM**

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

FAKULTA STAVEBN



NÁZEV:

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU

VYPRACOVALA:

OBSAH:

FORMÁT: A3

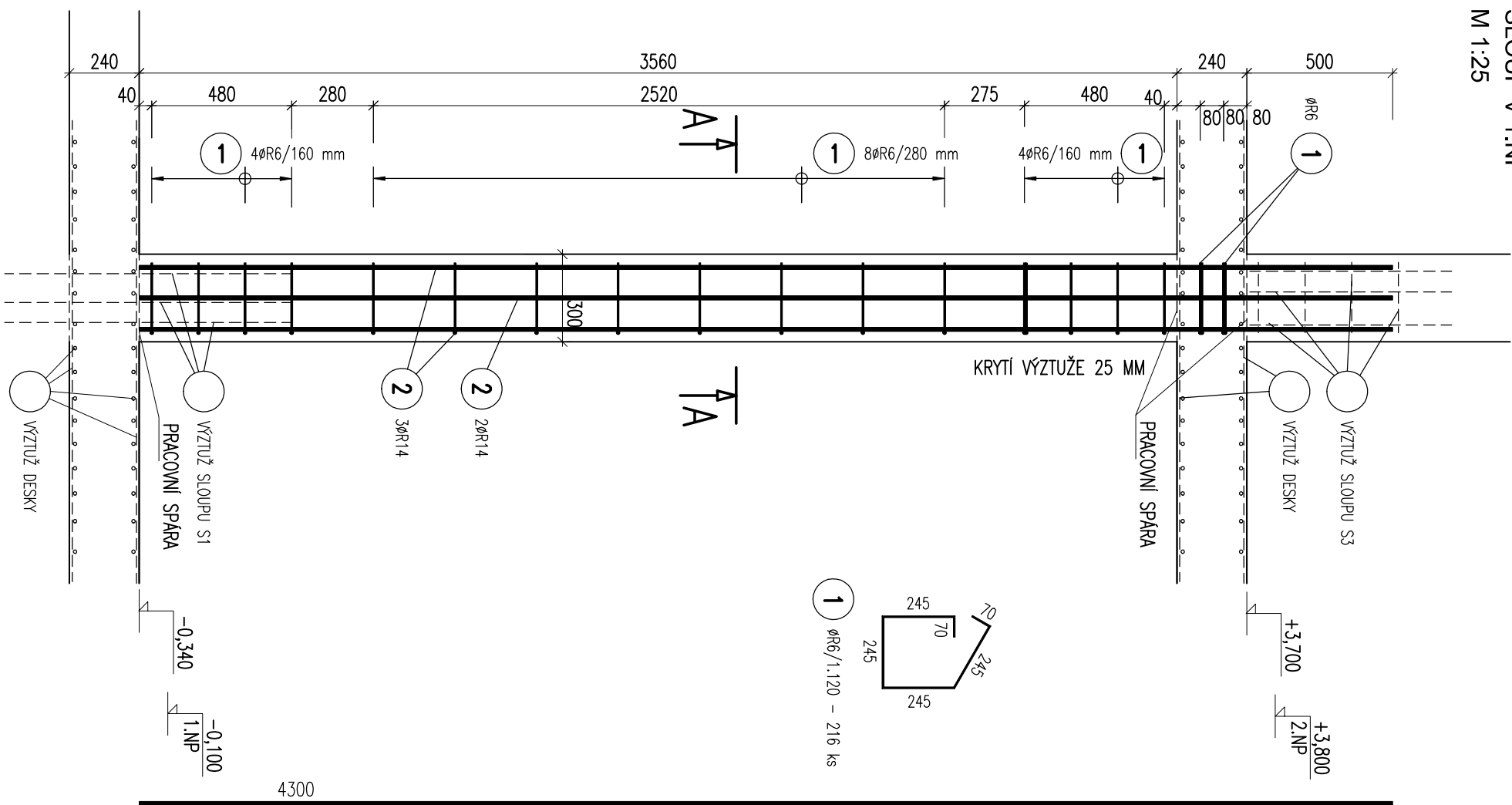
ČÍSLO VÝKRESU: 07

DATUM: 01/2014

VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU S1

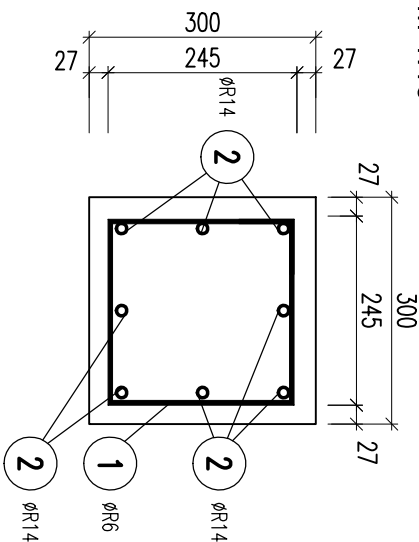
VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU S2 - 12 ks

SLOUP V 1.NP
M 1:25



ŘEZ A-A

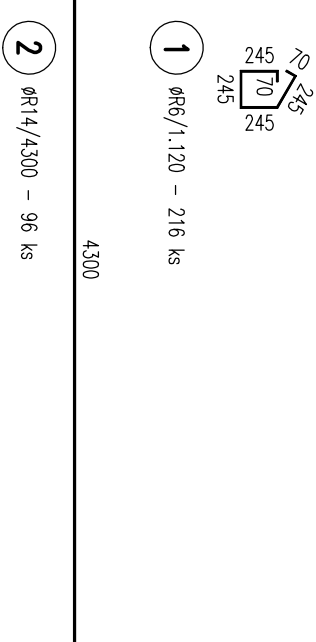
M 1:10



VÝKAZ VÝZTUŽE

Č.p.	Ø	Délka	Počet	Délka [m]	
				B500B	
1	R6	1.12	216		241.920
2	R14	4.30	96	412.800	241.920
Celková délka [m]				412.800	241.920
Specifická hmotnost [kg/m]				1.208	0.222
Celková hmotnost [kg]				498.664	53.706
Celková hmotnost [kg]				552.370	

VÝTAH VÝZTUŽE



POZNÁMKY:
1/ NAVRŽENO DLE EN 1992-1-1 A ČSN EN 206-1
2/ ZPRACOVATELNOST BETONOVÉ SMĚSI S3

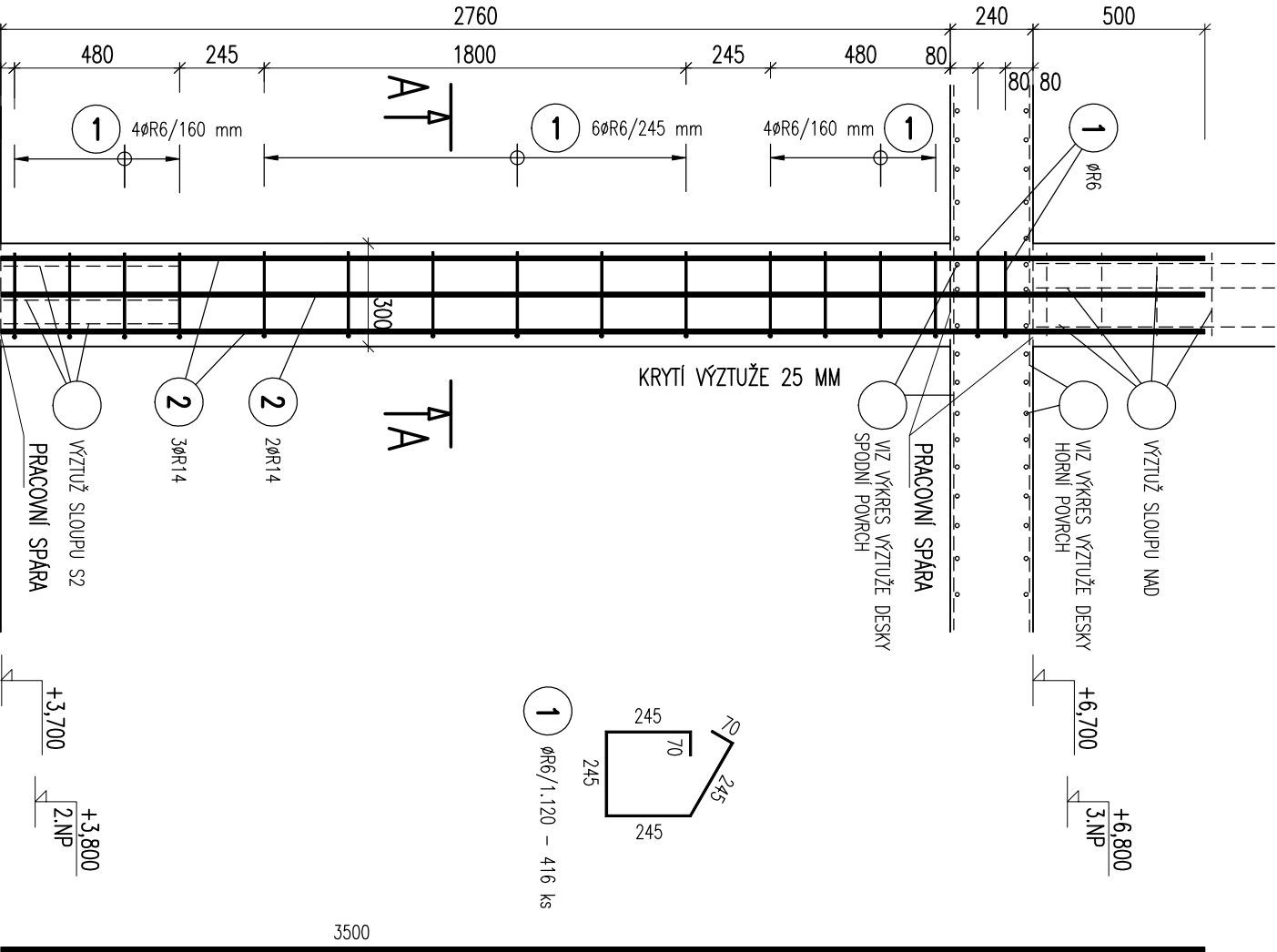
BETON C25/30-XC1
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ			
NÁZEV: DIPLOMOVÁ PRÁCE		VEDOUcí PRÁCE: Ing. Petr Štírněnek, Ph.D.	
NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU		VYPRACOVALA: Bc. Klára Macourková	
OBSAH:		FORMÁT:	A3
VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU S2		ČÍSLO VÝKRESU:	08
		MĚŘÍTKO:	1:25, 1:10
		DATUM:	01/2014

VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU S3 - 26 ks

SLOUP V 2.NP - 5.NP

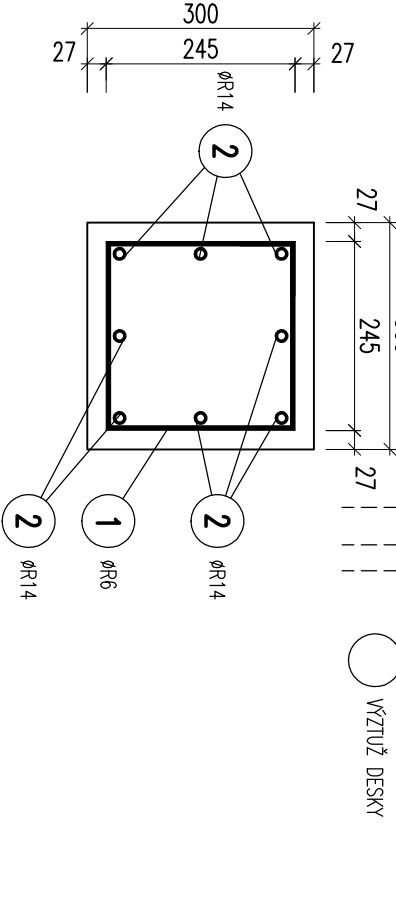
M 1:20



2 ØR14/3.500 – 208 ks

ŘEZ A-A

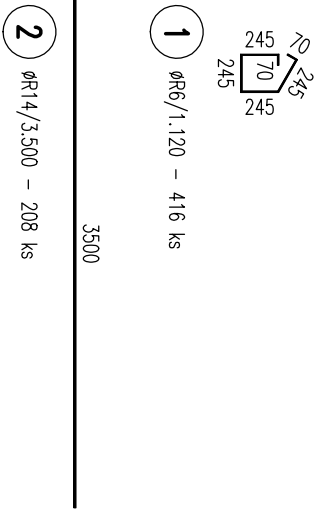
M 1:10



VÝKAZ VÝZTUŽE

Č.P.	ø	Délka	Počet	Délka [m]	
				B500B	
	[mm]	[m]		R14	R6
1	R6	1.12	416		465,920
2	R14	3.50	208	728,000	
Celková délka [m]				728,000	465,920
Specifická hmotnost [kg/m]				1,208	0,222
Celková hmotnost [kg]				879,424	103,434
Celková hmotnost [kg]				928,858	

VÝTAH VÝZTUŽE



POZNAMKY:

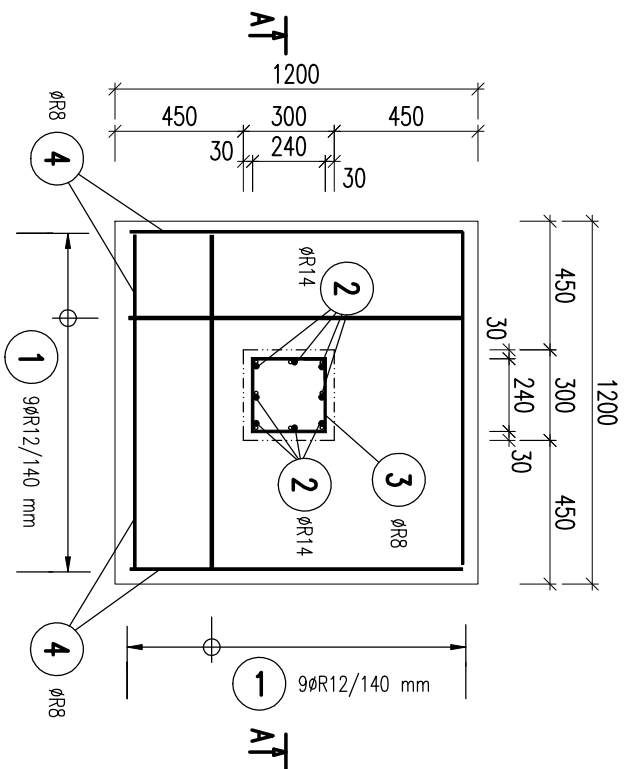
- 1/ NAVRŽENO DLE EN 1992-1-1 A ČSN EN 206-1
- 2/ ZPRACOVATELNOST BETONOVÉ SMĚSI S3

BETON C25/30-XC1 OCEL B500B KRYTÍ 25 MM

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ		VEDOUcí PRÁCE: Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.	
NÁZEV: DIPLOMOVÁ PRÁCE		VYPRACOVALA: Bc. Klára Macourková	
OBSAH: NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU		FORMÁT: A3	
VÝKRES VÝZTUŽE SLOUPU S3		ČÍSLO VÝKRESU: 09	
		MĚRITKO: 1:25, 1:10	
		DATUM: 01/2014	

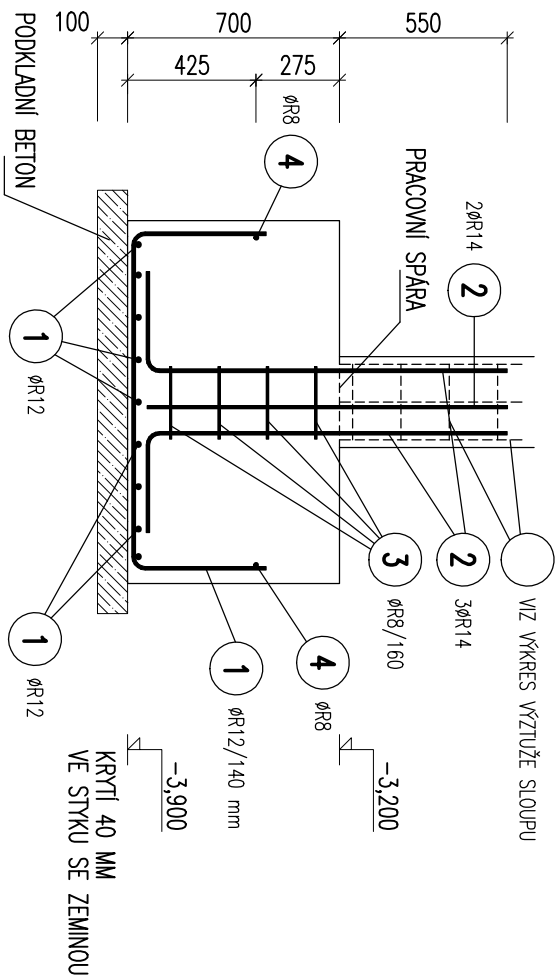
VÝKRES VÝZTUŽE ZÁKLADOVÉ PATKY P1 - 5 ks PŮDORYS

M 1:25



ŘEZ A - A

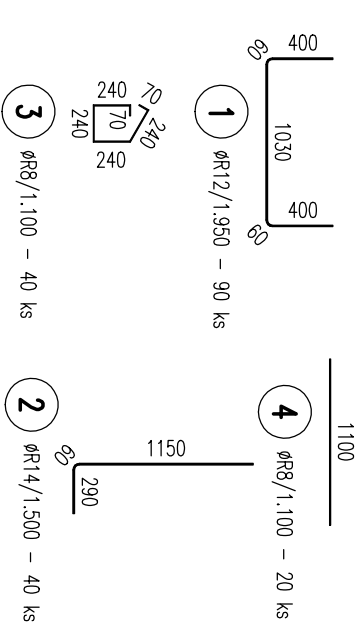
M 1:25



VÝKAZ VÝZTUŽE

Č.p.	Ø	Délka	Počet	Délka [m]		
				B500B		
	[mm]	[m]		R8	R12	R14
1	R12	1.95	90			
2	R14	1.50	40		175.5	60
3	R8	1.10	20	22		
4	R8	1.0	20	20		
Celková délka [m]				42	175.5	60
Specifická hmotnost [kg/m]				0.395	0.888	1.208
Celková hmotnost [kg]				16.590	155.844	27.480
Celková hmotnost [kg]				199.914		

VÝTAH VÝZTUŽE

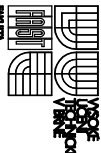


LEGENDA HMOT:



PROSTÝ BETON C12/15 (pudorys, řez)

BETON C25/30-XC1
BETON C20/25-XC2-základy
BETON C12/15-XC0-podkladní beton
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM
KRYTÍ 40 MM - ve styku se zemínou

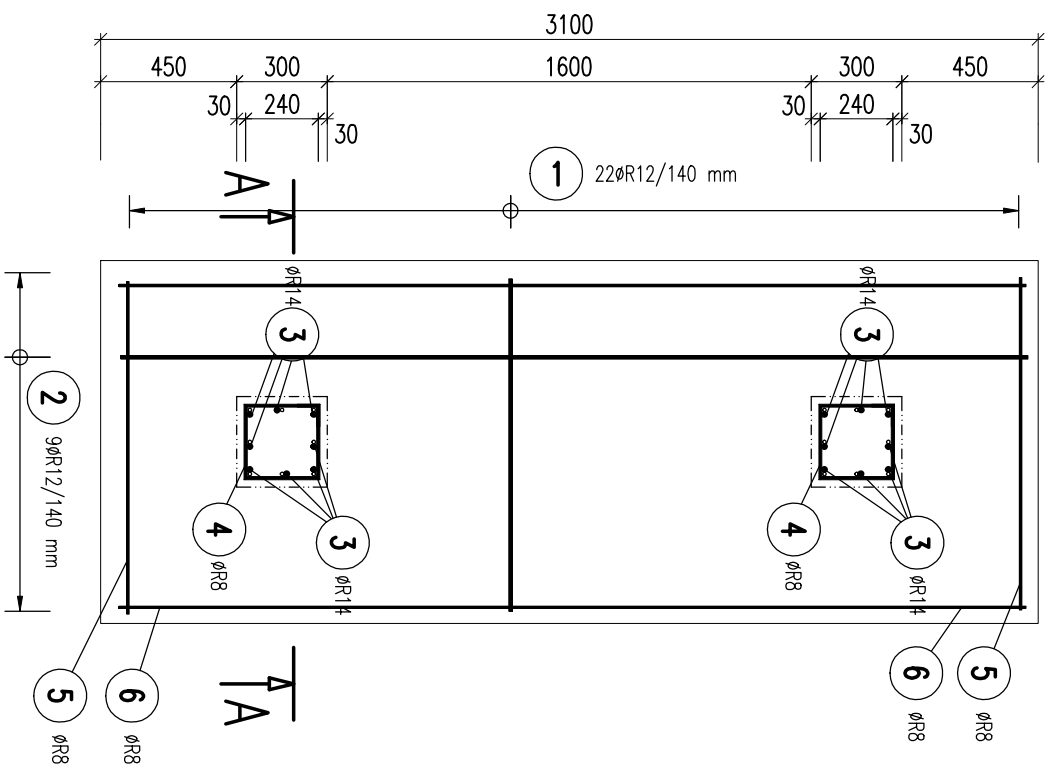
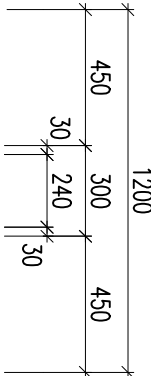
	
VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ	
NAZEV: DIPLOMOVÁ PRÁCE NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU	
OBSAH: VÝKRES VÝZTUŽE ZÁKLADOVÉ PATKY P1	
VEDOUcí PRÁCE: Ing. Petr Šimůnek, Ph.D. VYPRACOVALA: Bc. Klára Macourková FORMÁT: A3 ČÍSLO VÝKRESU: 10 MĚŘÍTKO: 1:25 DATUM: 01/2014	

VÝKRES VÝZTUŽE ZÁKLADOVÉ PATKY P2 - 5 ks

1200

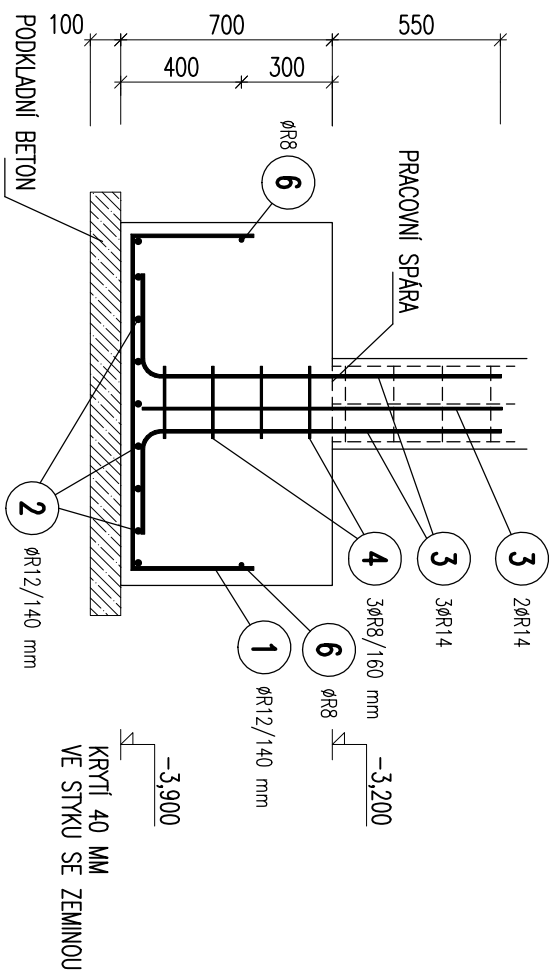
450 300 450

M 1:25



ŘEZ A-A

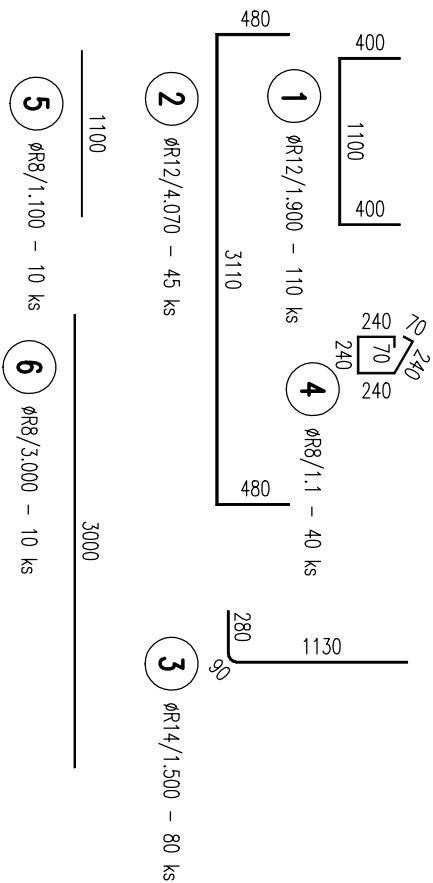
M 1:25



VÝKAZ VÝZTUŽE

Č.p.	Ø	Délka	Počet	Délka [m]		
				R8	R12	R14
	[mm]	[m]				
1	R12	1.90	110		209,000	
2	R12	4.07	45		183,150	
3	R14	1.50	80			120,000
4	R8	1.10	40			
5	R8	1.10	10			
6	R8	3.00	10			
Celková délka [m]				85,000	392,150	120,000
Specifická hmotnost [kg/m]				0,395	0,888	1,208
Celková hmotnost [kg]				33,575	347,528	144,960
Celková hmotnost [kg]				526,063		

VÝTAH VÝZTUŽE



LEGENDA HMOT:

PROSTÝ BETON C12/15 (pudovys, žez)

BETON C25/30-XC1

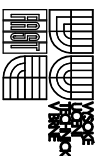
BETON C20/25-XC2-základy

BETON C12/15-XC0-podkladní beton

OCEL B500B

KRYTÍ 25 MM

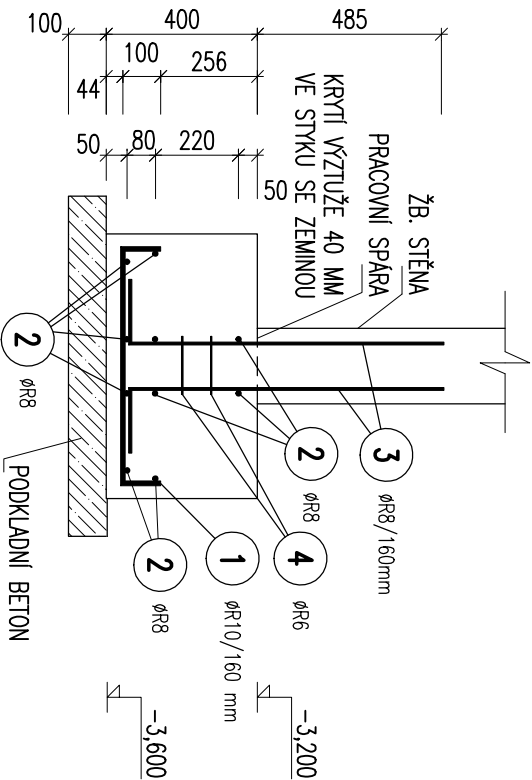
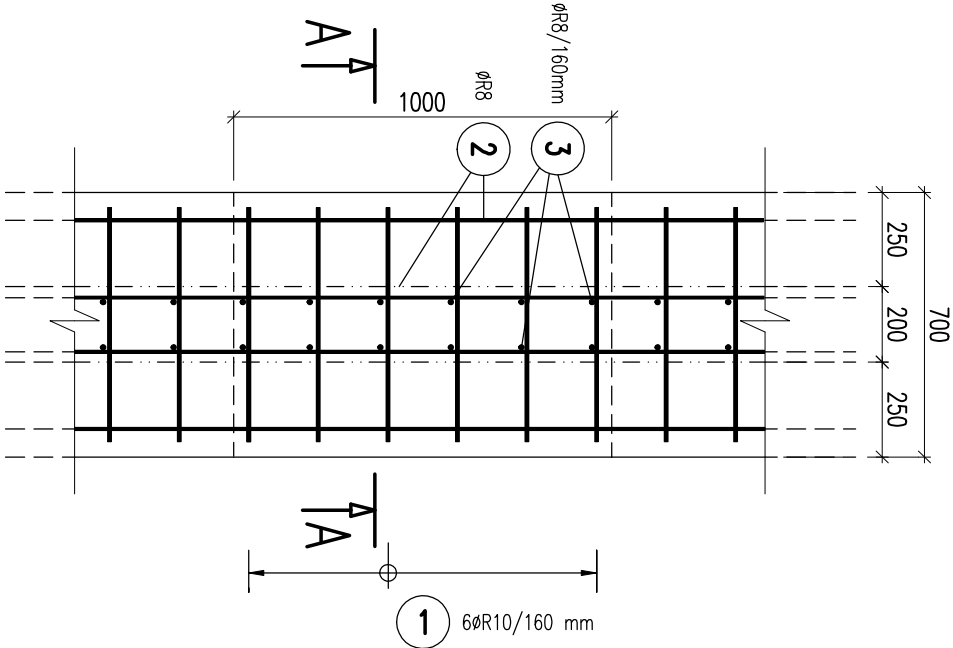
KRYTÍ 40 MM - ve styku se zeminou

 VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ Fakulta stavební		VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ	
NÁZEV:		VEDOUcí PRÁCE:	
DIPLOMOVÁ PRÁCE		Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.	
NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU		Výpracovála: Bc. Klára Macourková	
OBSAH:		FORMAT: A3	
		ČÍSLO VÝKRESU: 11	
VÝKRES VÝZTUŽE ZÁKLADOVÉ PATKY P2		MÉŘÍTKO: 1:25	
		DATUM: 01/2014	

VÝKRES VÝZTUŽE ZÁKLADOVÉHO PASU ZP1 - 80,1m

PŮDORYS

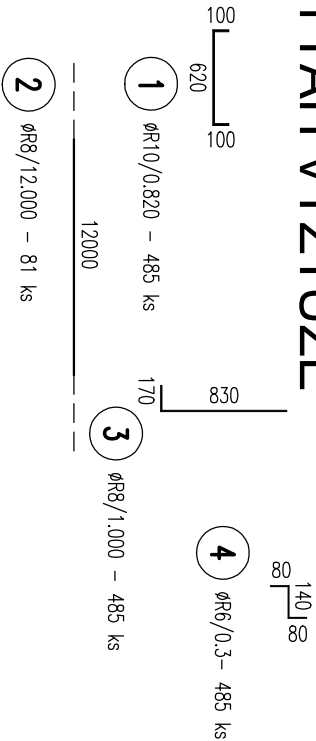
M 1:20



VÝKAZ VÝZTUŽE

Č.P.	Ø	Délka [m]	Počet	Délka [m]		
				B500B	R8	R10
1	R10	0.82	485			397.700
2	R8	12.00	81			972.000
3	R8	1.00	485		485.000	
4	R6	0.3	485	485.000		
Celková délka [m]				1457.000	1457.000	397.700
Specifická hmotnost [kg/m]				0.222	0.395	0.617
Celková hmotnost [kg]				107.670	575.515	263.089
Celková hmotnost [kg]				946.274		

VÝTAH VÝZTUŽE



LEGENDA HMOT:

PROSITÝ BETON C12/15 (půdorys, řez)

POZNÁMKY:

- 1/ NAINŽEŽENO DLE ČSN EN 1992-1-1 A ČSN EN 206-1
- 2/ ZPRACOVATELNOST BETONOVÉ SMĚSI S3
- 3/ PŘESHOVÁ DÉLKA Ø8 - 250mm

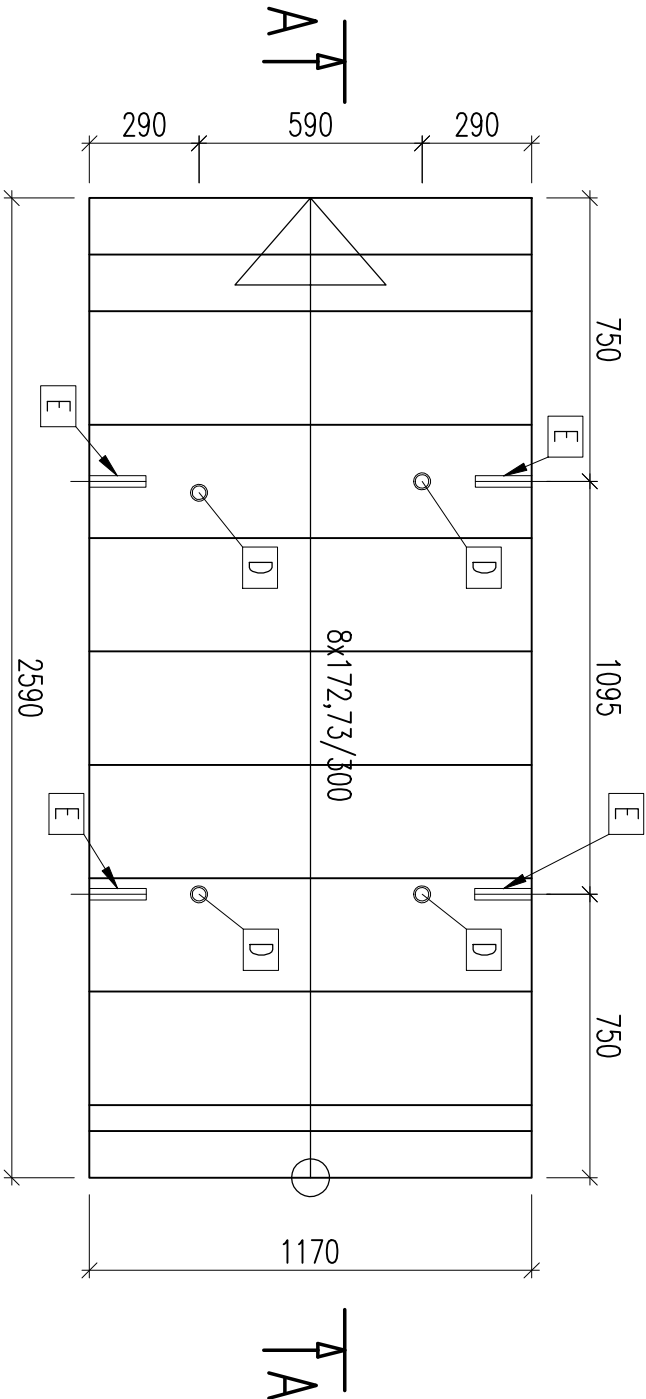
BETON C25/30-XC1
BETON C20/25-XC2-základy
BETON C12/15-XC0-podkladní beton
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM
KRYTÍ 40 MM - ve styku se zemínou

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ	
NÁZEV:	VEDOUcí PRÁCE:
DIPLOMOVÁ PRÁCE	Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU	VYPRACOVALA:
	Bc. Klára Macourková
OBSAH:	FORMÁT:
	A3
VÝKRES VÝZTUŽE ZÁKLADOVÉHO PASU ZP1	ČÍSLO VÝKRESU:
	12
	MĚŘÍTKO:
	1:20
	DATUM:
	01/2014

TVAR PREFABRIKOVANÉHO RAMENA R4X

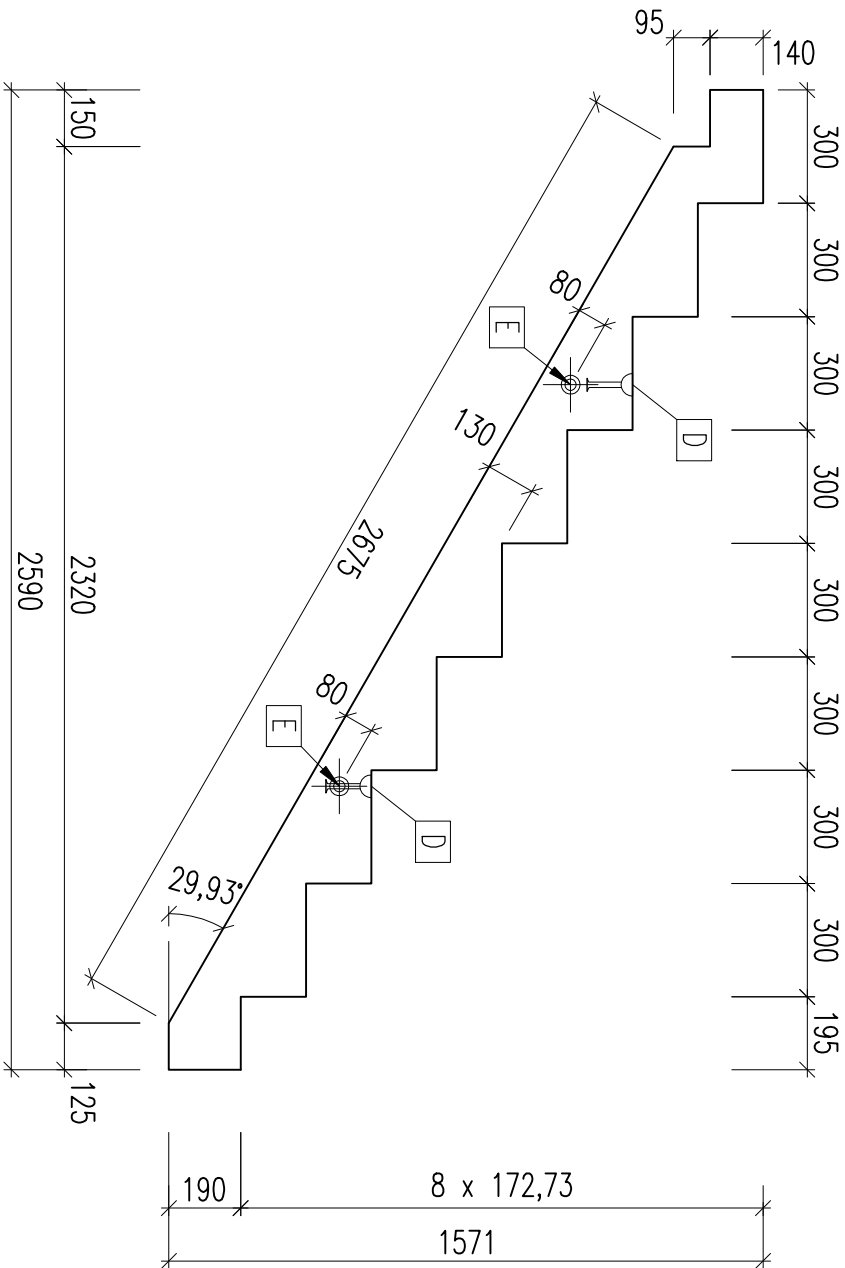
PŮDORYS

M 1:20



ŘEZ A-A

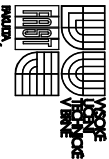
M 1:20



Ozn.	Zabetonované prvky (pro 1 ks)	ks
D	Kotva s kulovou hlavou (6000 – 2,5 – 0120)	4
E	Vinové kotvy DWK Rd 24, nosnost 2,5 t, dl. 240mm	4

Všechny viditelné hrany zkosit	0 10
--------------------------------	---------

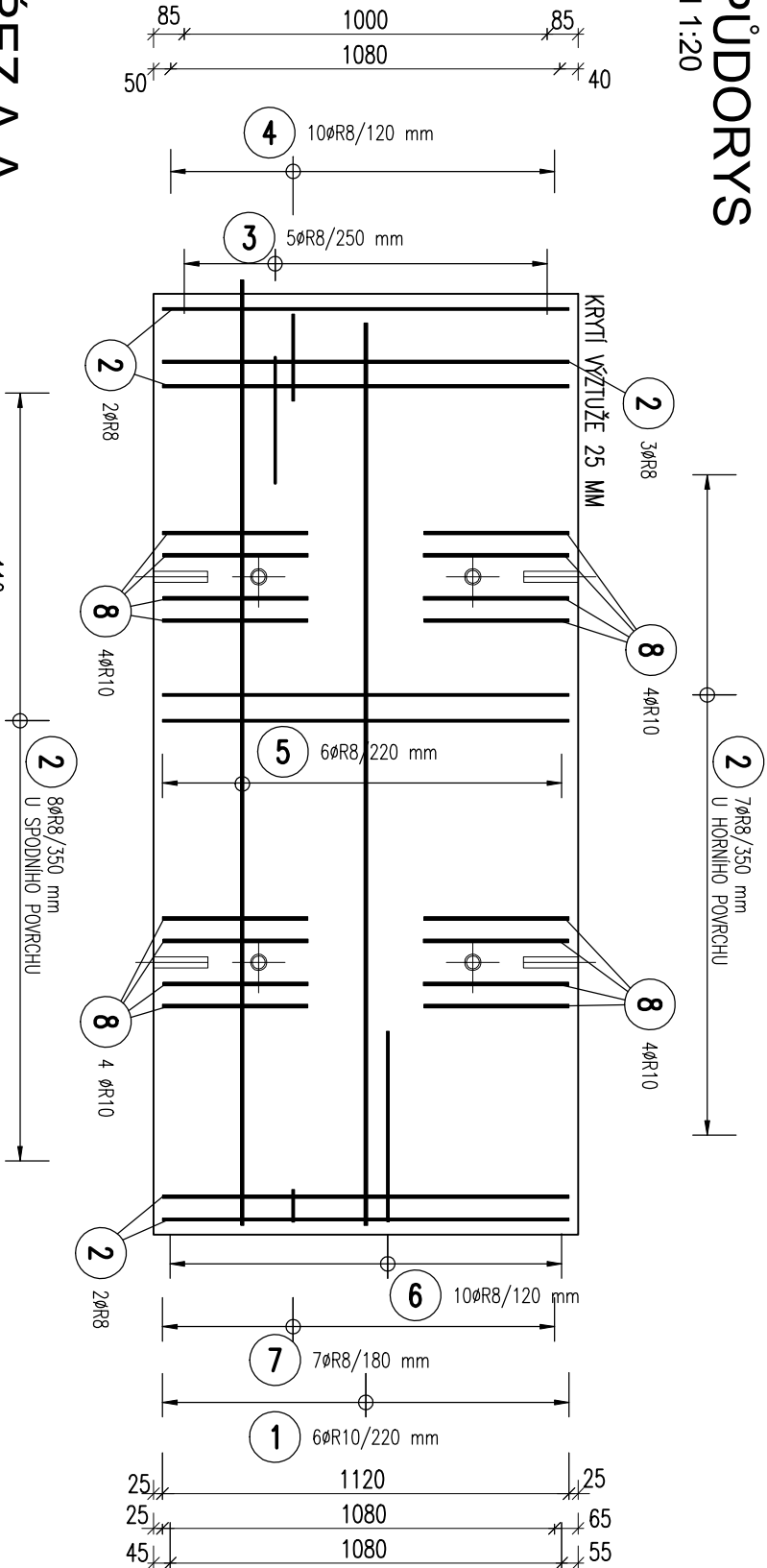
BETON C25/30-XC1
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM

 VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ		VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ	
NÁZEV:		VEDOUcí PRÁCE:	
DIPLOMOVÁ PRÁCE		Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.	
NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU		VYPRACOVALA:	
OBSAH:		Bc. Klára Macourková	
TVAR PREFABRIKOVANÉHO RAMENA R4X		FORMAT:	
		A3	
		ČÍSLO VÝKRESU:	
		13	
		MĚŘÍTKO:	
		1:20	
		DATUM:	
		01/2014	

VÝKRES VÝZTUŽE PRAFABRIKOVANÉHO RAMENA R4X

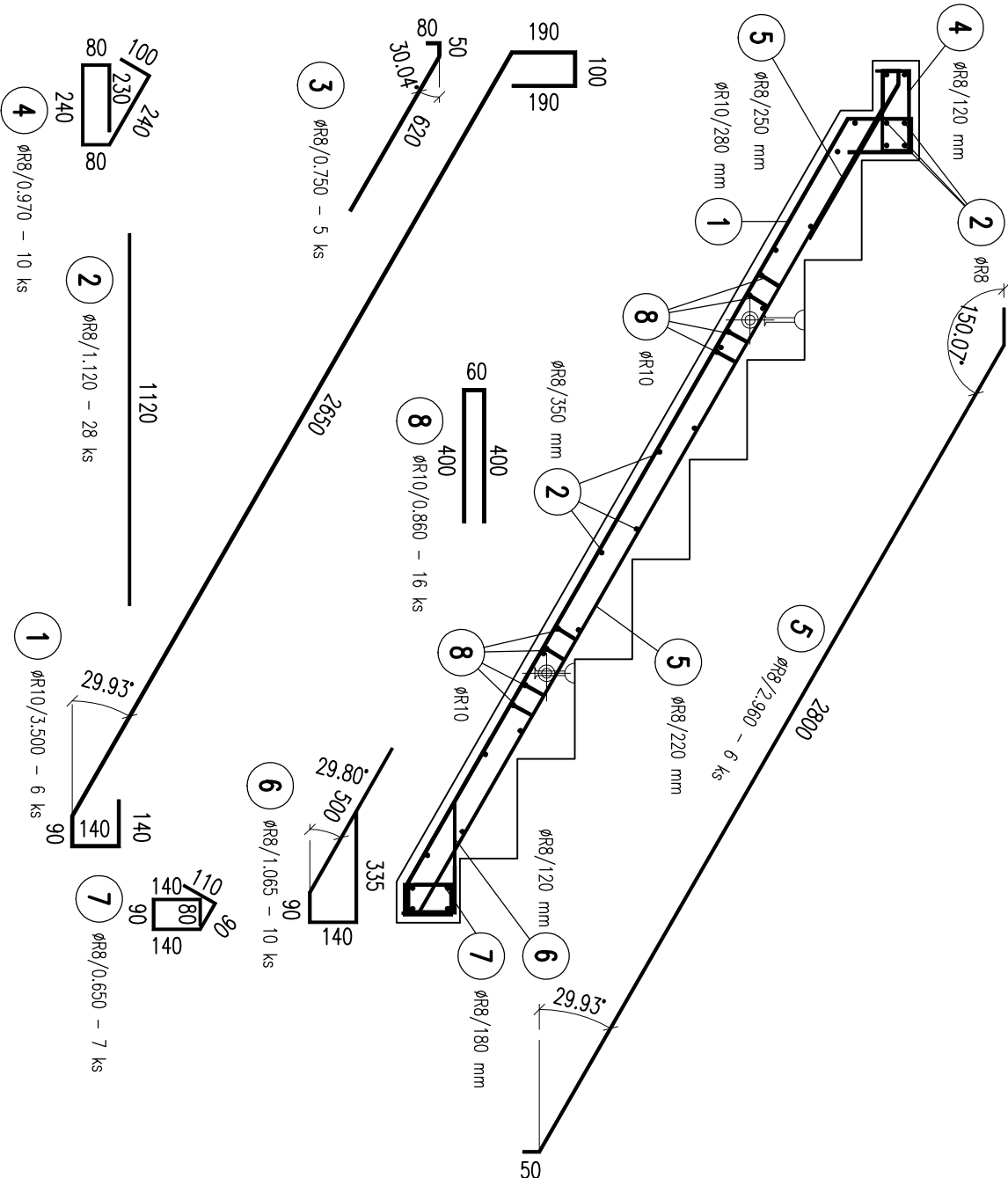
PŮDORYS

M 1:20



ŘEZ A-A

M 1:20



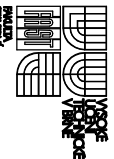
VÝKAZ VÝZTUŽE

Č.p.	Ø	Délka [m]	Počet	Délka [m]	
				R8	R10
1	R10	3.50	6		21.000
2	R8	1.12	28	31.360	
3	R8	0.75	5	3.750	
4	R8	0.97	10	9.700	
5	R8	2.96	6	17.770	
6	R8	1.06	10	10.640	
7	R8	0.65	7	4.550	
8	R10	0.86	16	13.760	
Celková délka [m]				77.770	34.760
Specifická hmotnost [kg/m]				0.395	0.617
Celková hmotnost [kg]				30.719	21.447
Celková hmotnost [kg]				52.166	

POZNÁMKY:

- 1/ NAVRŽENO DLE EN 1992-1-1 A ČSN EN 206-1
- 2/ ZPRACOVATELNOST BETONOVÉ SMĚSI S3

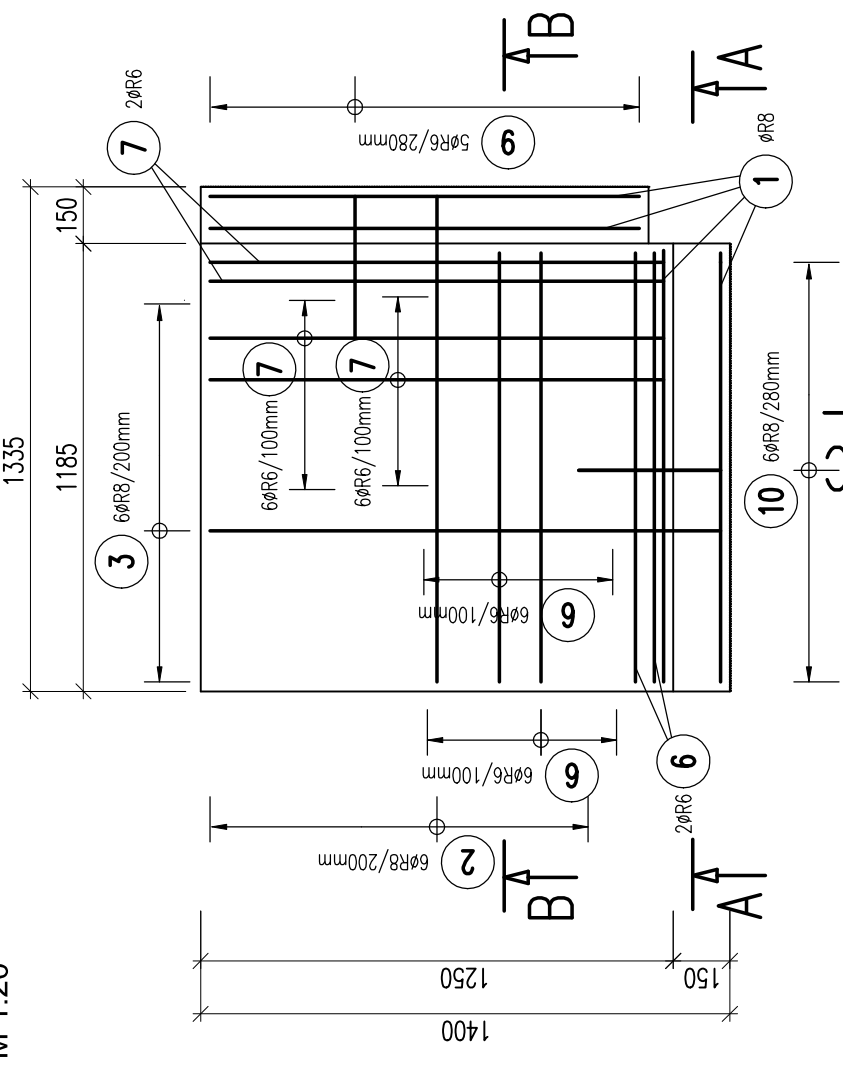
BETON C25/30-XC1
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM

	VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ FAKULTA STAVEBNÍ	
	NÁZEV:	VEDOUcí PRÁCE: Ing. Petr Šimůnek, Ph.D.
	DIPLOMOVÁ PRÁCE	
OBSAH:	NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU	
	VYPRACOVALA:	Bc. Klára Macourková
	VÝKRES VÝZTUŽE SCHODIŠŤOVÉHO RAMENA	
	FORMÁT:	A3
	ČÍSLO VÝKRESU:	14
	MĚŘÍTKO:	1:20
	DATUM:	01/2014

VÝKRES VÝZTUŽE SCHODIŠŤOVÉ PODESTY PD1 - 5 ks

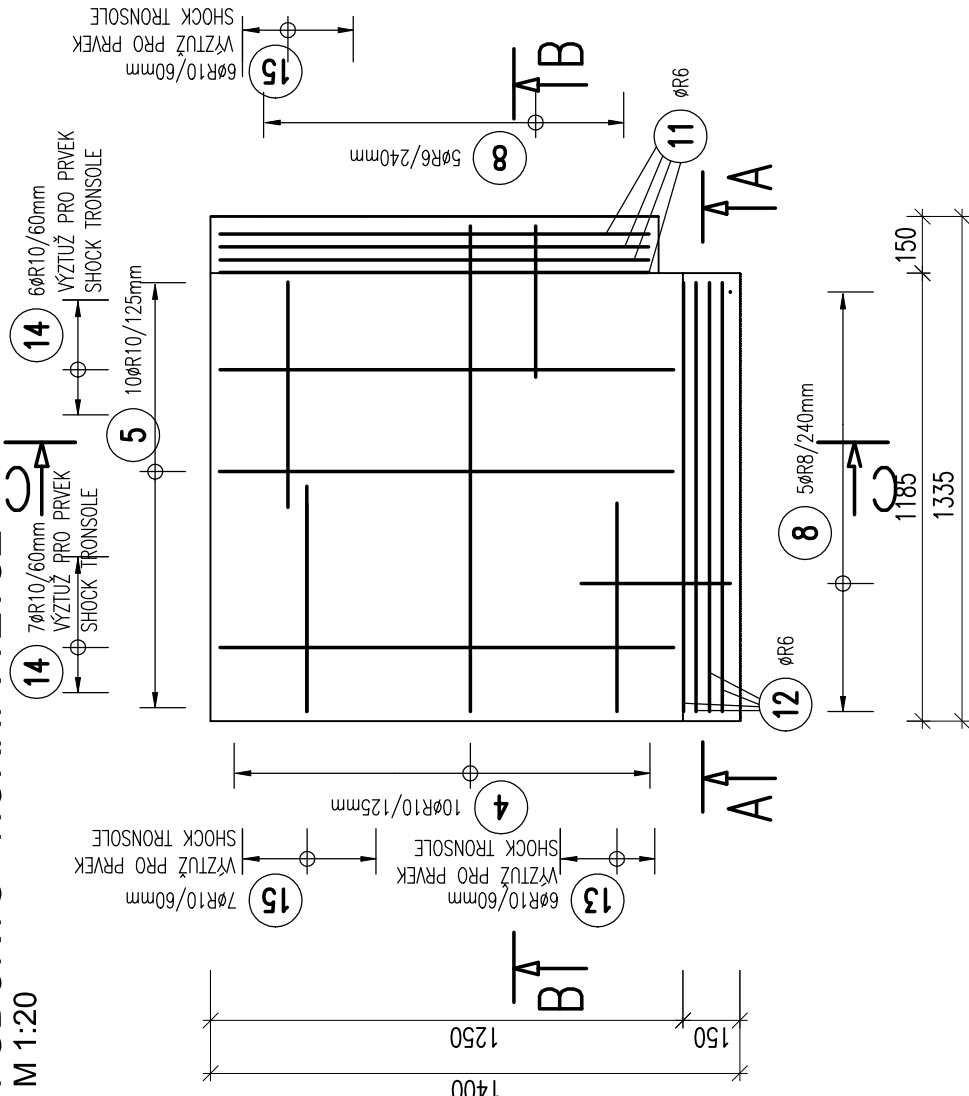
PŮDORYS - DOLNÍ VÝZTUŽ

M 1:20



PŮDORYS - HORNÍ VÝZTUŽ

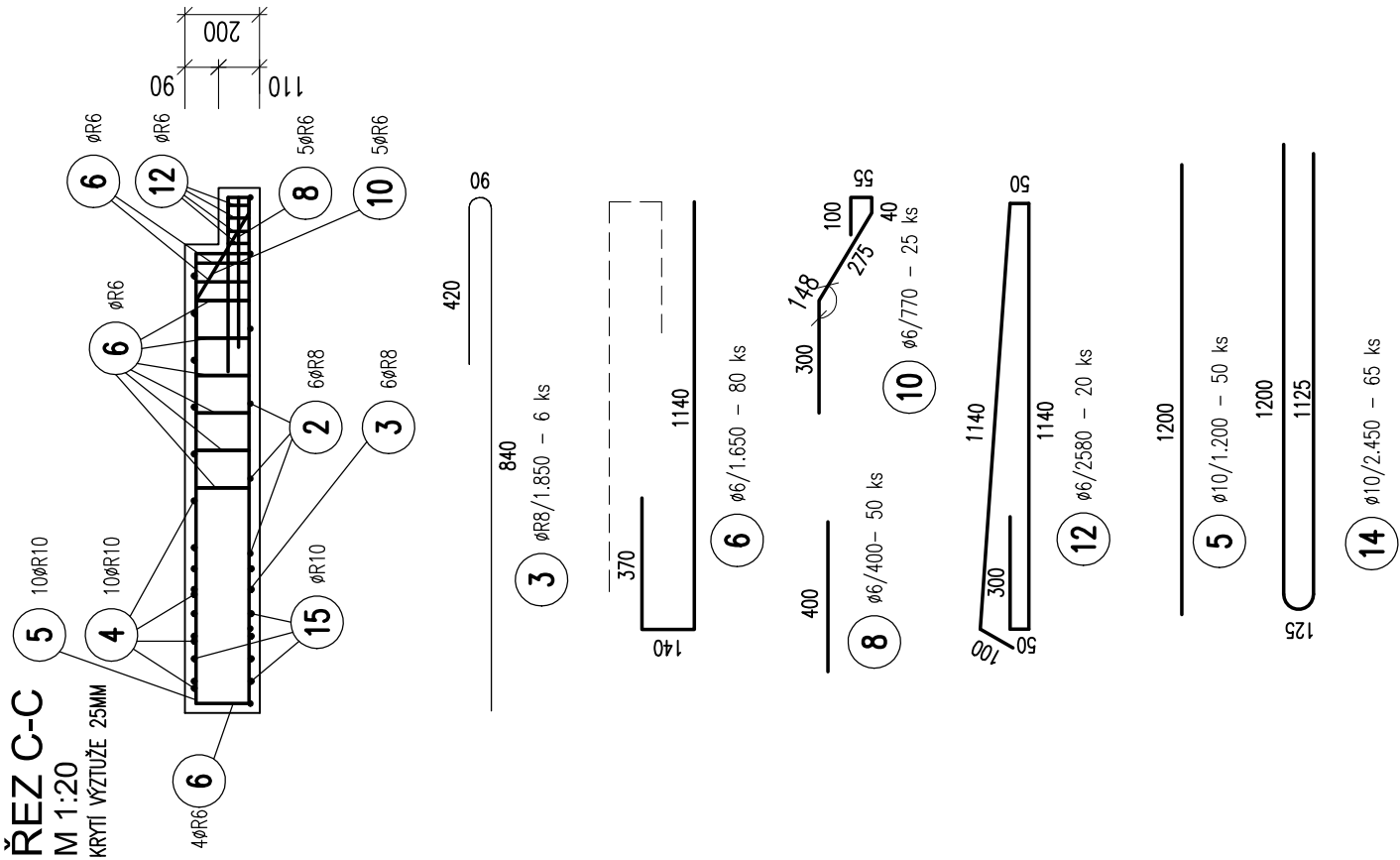
M 1:20



ŘEZ C-C

M 1:20

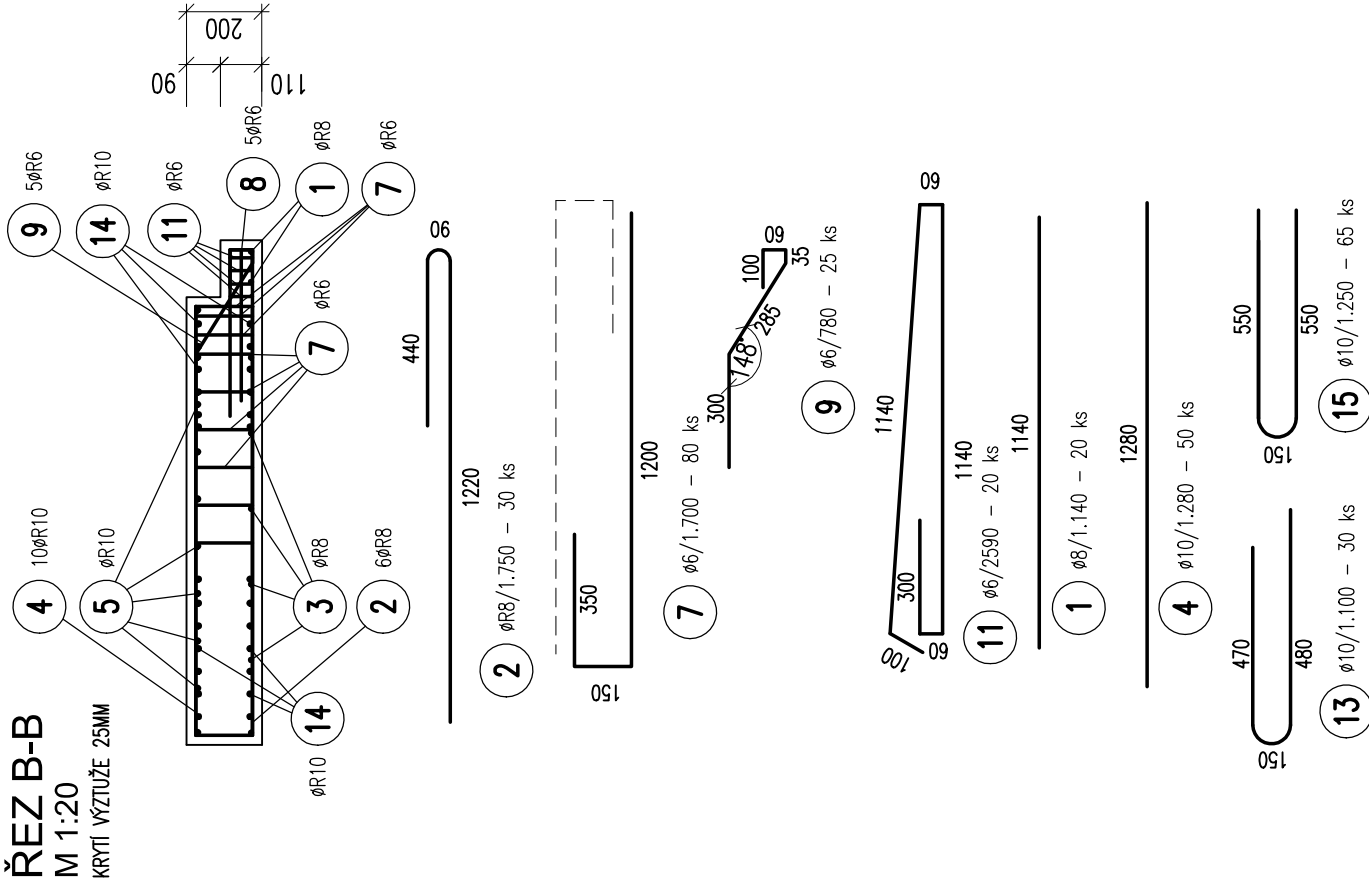
KRYTÍ VÝZTUŽE 25MM



ŘEZ B-B

M 1:20

KRYTÍ VÝZTUŽE 25MM

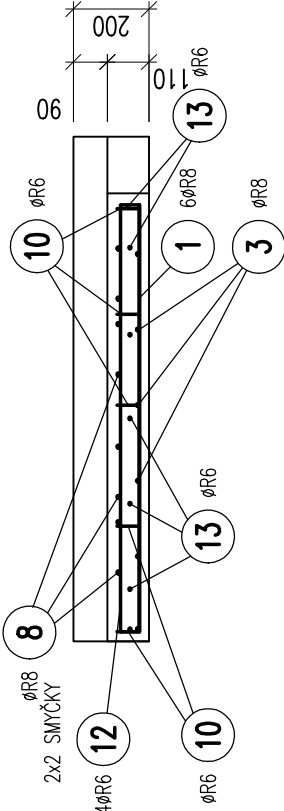


ŘEZ A-A

M 1:20

KRYTÍ VÝZTUŽE 25MM

88



VÝKAZ VÁZANÉ VÝZTUŽE

Č.P.	ø	Délka [mm]	Délka [m]	Počet	Délka [m]		
					R6	R8	R10
1	R8	1.140	20				10505
2	R8	1.750	30			22.8	
3	R8	1.850	30			52.5	
4	R10	1.280	50			55.5	
5	R10	1.200	50				64.00
6	R6	1.650	80				60.00
7	R6	1.700	80			132.00	
8	R6	0.400	50			20.00	
9	R6	0.780	25			19.50	
10	R6	0.770	25			19.25	
11	R6	2.590	20			51.80	
12	R6	2.580	20			51.60	
13	R10	1.100	30				33.00
14	R10	2.450	65				159.25
15	R10	1.250	65				81.25
Celková délka [m]					430.150	130.800	397.500
Specifická hmotnost [kg/m]					0.222	0.395	0.617
Celková hmotnost [kg]					95.493	51.666	245.258
Celková hmotnost [kg]							392.417

POZNÁMKY:

1/ NAVRŽENO DLE EN 1992-1-1 A ČSN EN 206-1

2/ ZPRACOVATELNOST BETONOVÉ SMĚSI S3

BETON C25/30-XC1
OCEL B500B
KRYTÍ 25 MM

DIPLOMOVÁ PRÁCE

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU

VÝKRES VÝZTUŽE SCHODIŠŤOVÉ
PODESTY PD

VEDOUcí PRÁCE:

Ing. Petr Šimunek, Ph.D.

VYPRACOVALA:

Bc. Klára Macourková

FORMÁT:

15

ČÍSLO VÝKRESU:

1:20

MĚŘÍTKO:

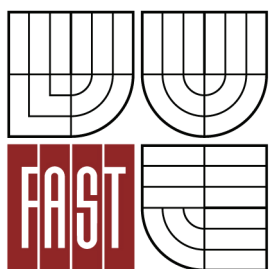
2014

DATUM:

2014



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF CONCRETE AND MASONRY STRUCTURES

NOSNÁ ŽB KONSTRUKCE OBJEKTU HOTELU LOAD BEARING RC STRUCTURE OF HOTEL BUILDING

P3 – STATICKÝ VÝPOČET

DIPLOMOVÁ PRÁCE
MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Bc. KLÁRA MACOURKOVÁ

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Ing. PETR ŠIMŮNEK, Ph.D.

BRNO 2014

OBSAH

1.	ÚVOD	4
1.1	Popis konstrukce.....	4
1.2	Použité materiály	5
2.	ROZBOR ZATÍŽENÍ.....	6
2.1	Zatížení stálé	6
2.2	Zatížení proměnná.....	10
2.3	Klimatická zatížení	11
3.	PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ROZMĚRŮ	21
3.1	Návrh tloušťky stropní desky.....	21
3.2	Návrh rozměrů sloupu	22
4.	GLOBÁLNÍ MODEL KONSTRUKCE	25
4.1	Kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti	25
4.2	Zatížení globálního modelu	26
5.	PRŮBĚHY OHYBOVÝCH MOMENTŮ	30
5.1	Průběh momentů – Izolinie	30
5.2	Průběh momentů – řezy pro návrh výztuže u spodního povrchu desky.....	32
5.3	Průběh momentů – pro návrh výztuže u horního povrchu desky.....	38
6.	OVĚŘENÍ VNITŘNÍCH SIL.....	40
6.1	Ověření ohybových momentů.....	40
6.2	Ověření reakce sloupu	47
7.	NÁVRH VÝZTUŽE STROPNÍ DESKY	54
7.1	Materiálové charakteristiky.....	54
7.2	Stanovení krytí.....	54
7.3	Návrh výztuže stropní desky.....	56
7.4	Kotevní a přesahová délka.....	65
7.5	Rekapitulace návrhu výztuže	70
8.	NÁVRH VÝZTUŽE PRO ZAJIŠTĚNÍ KONSTRUKCE PROTI ŘETĚZOVÉMU ZŘÍCENÍ	71
9.	NÁVRH DISTANČNÍCH ŽEBŘÍČKŮ	73

10.	VÝPOČET PROTlačENÍ	74
10.1	Výpočet protlačení vnitřního sloupu	74
10.2	Výpočet protlačení krajního sloupu	76
10.3	Výpočet protlačení rohového sloupu	79
11.	NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE SLOUPU	81
11.1	Materiálové charakteristiky	81
11.2	Stanovení krytí	81
11.3	Návrh výztuže a posouzení sloupu S1	83
11.4	Návrh výztuže sloupu S2	92
12.	MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI	102
12.1	Omezení průhybu	102
13.	ZALOŽENÍ OBJEKTU	103
13.1	Materiálové charakteristiky	103
13.2	Návrh krytí	104
13.3	Vnitřní síly pro návrh základových patek	105
13.4	Výpočet a návrh základové patky P1	106
13.5	Výpočet a posouzení základového pasu obvodových stěn 1. PP	115
14.	VÝPOČET SCHODIŠTĚ	123
14.1	Materiálové charakteristiky	124
14.2	Stanovení krytí	124
14.3	Výpočet schodišťového ramena	125
14.4	Výpočet ozubu schodišťového ramena	129
14.5	Návrh přepravních úchytů a úchytů pro vyndání prefabrikátu z bednění	131
14.6	Výpočet schodišťové podesty	134
14.7	Výpočet ozubu podesty a stropních desek	144
15.	ZÁVĚR	148
16.	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	149
16.1	Seznam použití literatury	149
16.2	Seznam internetových zdrojů	149
16.3	Seznam použitých programů	150

17.	POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY	151
18.	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ	153

1. ÚVOD

1.1 Popis konstrukce

1.1.1 Předmět diplomové práce

Předmětem diplomové práce je řešení nosné konstrukce hotelu. Objekt má jedno podzemní a pět nadzemních podlaží. Hlavní nosná konstrukce je tvořena trojlodním železobetonovým skeletem s lokálně podepřenou bezhřibovou křížem vyztuženou stropní deskou. Objekt je ztužen pomocí železobetonového jádra, které prochází celou konstrukcí. Hotel je zastřešen nepochozí jednoplášťovou plochou střešní konstrukcí, která je zakončena železobetonovou atikou.

1.1.2 Vodorovná nosná konstrukce

Stropní konstrukce je tvořena křížem vyztuženou monolitickou stropní deskou. Jedná se o lokálně podepřenou stropní desku sloupy o půdorysných rozměrech 300 x 300 mm. Tloušťka stropní desky je v celém objektu 240 mm.

Nosná konstrukce je namodelována v programu SCIA ENGINEER 2012 jako globální konstrukce. Z modelu pak vyplývají vnitřní síly pro návrh výztuže desky. Deska je navržena dle mezního stavu únosnosti.

Předmětem diplomové práce je návrh výztuže stropní desky nad 2.NP.

1.1.3 Svislé nosné konstrukce

Hlavní nosnou konstrukci tvoří sloupy o čtvercovém půdorysném rozměru 300 x 300mm, které jsou železobetonové monolitické. Jsou stejně jako desková konstrukce z betonu C 25/30 a vyztuženy výztuží B500B. Nosná konstrukce v podzemním podlaží je tvořena pomocí sloupů, ale také podzemními stěnami po obvodě. Ty jsou navrženy jako železobetonové monolitické z betonu C 25/30 a mají tloušťku 200 mm.

Ztužení celého objektu je zajištěno pomocí železobetonových monolitických stěn tloušťky 200mm z betonu C 25/30. Tyto konstrukce přenášejí zatížení větrem.

1.1.4 Základové konstrukce

Sloupy jsou založeny na železobetonových patkách. Patky mají čtvercový půdorys a jsou jednostupňové. Obvodové stěny a vnitřní jádro je založeno na železobetonových pasech. Základové patky a pasy jsou zhotovené z betonu C 20/25 a pro jejich vyztužení je navržena ocel B500B. Základové konstrukce jsou založené na podkladním betonu C16/20 tloušťky 100 mm.

1.2 Použité materiály

Beton C 25/30			
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	25	MPa
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	16,667	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	f_{ctm}	2,6	MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	31	GPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_c	1,5	

Beton C 20/25			
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	20	MPa
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	13,333	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	f_{ctm}	2,2	MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	30	GPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_c	1,5	

Výztuž B500B - 10505.0			
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa
Návrhová pevnost výztuže v tahu i tlaku	f_{yd}	434,783	MPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_s	1,15	

2. ROZBOR ZATÍŽENÍ

Jednotlivé konstrukce objektu hotelu jsou posouzeny na účinky zatížení vlastní tíhou, stálým zatížením, užitným zatížením a zatížením klimatickým. Charakteristické hodnoty zatížení jsou stanoveny dle ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí; ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb; ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem; ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem.

2.1 Zatížení stálé

Ve statickém výpočtu jsou za stálá zatížení považovány jednotlivé skladby podlah a skladba střešního pláště. V hotelu se nacházejí dva druhy tloušťek podlah. V podzemním podlaží je konstrukční výška podlahy 150 mm. V nadzemních podlažích je to 100 mm. Dále je počítáno s různými druhy skladeb, které se liší v závislosti na účelu jednotlivých místností.

Dále počítám s ostatním stálým zatížením a tím je zatížení omítkou, atikou, příčkami a obvodovým pláštěm. Příčky jsou zděné z cihelných tvárnic POROTHERM 24 P+D. Vzhledem k hmotnosti příček jsou uvažovány jako liniové zatížení. Hmotnost příčky 24 P+D je 275 kg/m^2 (včetně omítek). Pro opláštění budovy je použit fasádní systém VARIO. Systém tvoří nosná hliníková konstrukce, která je upevněna pomocí závrtných kotev do stropních desek. Obkladový materiál tvoří vláknocementové desky Cembonit FDA přichycené na nosnou hliníkovou konstrukci. Opláštění je dále doplněno o tepelnou izolaci ISOVER NF 333 10.

Jednotlivé hodnoty zatížení jsem stanovila, jak je uvedeno výše, dle ČSN EN 1991-1-1 Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb.

2.1.1 Zatížení skladbami podlah a střešním pláštěm

Skladby podlah v 1. PP.							
A1	Keramická dlažba	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Keramická dlažba protiskluzová spárovaná vodovzdornou spárovací hmotou	10	150	21	0,210	1,35	0,284
	Vodovzdorný lepicí tmel	3		15	0,045	1,35	0,061
	Hydroizolační stěrka	3		0,045	0,001	1,35	0,001
	Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	53		25	1,325	1,35	1,789
	Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020
	Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	80		0,2	0,016	1,35	0,022
	Σ				1,612		2,176

A2	Koberec	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Zátěžový koberec s kobercovou soklovou lištou	4	150	1,6	0,006	1,35	0,009
	Lepidlo	2		18	0,036	1,35	0,049
	Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	63		25	1,575	1,35	2,126
	Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020
	Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	80		0,2	0,016	1,35	0,022
	Σ				1,648		2,225

A3	Bezprašný nátěr	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	3x impregnace ast 100	0,2	150	16	0,003	1,35	0,004
	Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	65		25	1,625	1,35	2,194
	Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020
	Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	80		0,2	0,016	1,35	0,022
	Σ				1,659		2,240

Skladby podlah v nadzemních podlaží							
A4	Keramická dlažba	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Keramická dlažba protiskluzová spárovaná vodovzdornou spárovací hmotou	10	100	21	0,210	1,35	0,284
	Vodovzdorný lepicí tmel	3		15	0,045	1,35	0,061
	Hydroizolační stěrka	3		0,045	0,001	1,35	0,001
	Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075	1,35	1,451
	Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020
	Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	40		0,2	0,008	1,35	0,011
	Σ				1,354		1,827

A5	Koberec	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Zátěžový koberec s kobercovou soklovou lištou	4	100	1,6	0,006	1,35	0,009
	Lepidlo	2		18	0,036	1,35	0,049
	Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075	1,35	1,451
	Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020
	Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	50		0,2	0,010	1,35	0,014
	Σ				1,142		1,542
A6	Plovoucí podlaha	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Vrstvené dřevěné lamely	8	100	12	0,096	1,35	0,130
	Podkladní textilie	2		14	0,028	1,35	0,038
	Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	39		25	0,975	1,35	1,316
	Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020
	Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	50		0,2	0,010	1,35	0,014
	Σ				1,124		1,517
	Skladba střešního pláště						
A7	Střešní plášť	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Vodotěsná izolace dvouvrstvá	7	300	-	0,100	1,35	0,135
	Tepelná izolace z minerálních vláken	240		0,4	0,096	1,35	0,130
	Parotěsná zábrana	4		-	0,025	1,35	0,034
	Penetrační nátěr	1		-	0,025	1,35	0,034
	Spádová vrstva, Perlitbeton	48		5	0,240	1,35	0,324
	Σ				0,486		0,656
	Schodiště						
A8	Ramena schodišť	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Keramická dlažba protiskluzová spárovaná vodovzdornou spárovací hmotou	10	15	21	0,210	1,35	0,284
	Vodovzdorný lepící tmel	5		15	0,075	1,35	0,101
	Σ				0,285		0,385

A9	Mezipodesty	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Keramická dlažba protiskluzová spárovaná vodovzdornou spárovací hmotou	10	80	21	0,210	1,35	0,284
	Vodovzdorný lepicí tmel	3		15	0,045	1,35	0,061
	Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	46		25	1,150	1,35	1,553
	Separáční vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020
	Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	20		0,2	0,004	1,35	0,005
	Σ				1,424		1,922

2.1.2 Zatížení ostatním stálým zatížením

B1	Železobetonová deska	tl.		γ	g_k		γ_f	g_d
		[mm]		[kN/m ³]	[kN/m ²]			[kN/m ²]
	Železobetonová deska	240		25	6,000		1,35	8,1
	Σ				6,000			8,1
B2	Omítka	tl.		γ	g_k		γ_f	g_d
		[mm]		[kN/m ³]	[kN/m ²]			[kN/m ²]
	Omítka	10		20	0,200		1,35	0,27
	Σ				0,200			0,27
B3	Železobetonová atika	tl.	výška prvku	γ	g_k	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[kN/m]		[kN/m]
	Atika	300	800	25	20,000	6,000	1,35	8,1
	Σ				20,000	6,000		
B4	Příčky	výška			g_k	g_k	γ_f	g_d
					[kN/m ²]	[kN/m]		[kN/m]
	Příčky 24P+D	3			2,75	8,250	1,35	11,138
	Příčky 24P+D	3,8			2,75	10,450	1,35	14,108
B4	Fasádní systém				g_k	g_k	γ_f	g_d
		[mm]		[kN/m ³]	[kN/m ²]			[kN/m ²]
	Cembonit FDA				0,102		1,35	0,1377
	Nosná konstrukce				0,06		1,35	0,081
	Isover NF 333 10	100		0,88	0,088		1,35	0,1188
	Σ				0,250			0,338

2.2 Zatížení proměnná

	Účel místnosti	q_k [kN/m ²]	γ_f	q_d [kN/m ²]
C1	Kanceláře	3,0	1,5	4,5
C2	Ložnice hotelu	2,0	1,5	3
C3	Toalety, kuchyně,	2,0	1,5	3
C4	Chodby	5,0	1,5	7,5
C5	Schodiště	4,0	1,5	6
C6	Recepce	3,0	1,5	4,5

2.3 Klimatická zatížení

2.3.1 Zatížení sněhem

Výpočet zatížení sněhem byl proveden pomocí normy: ČSN EN 1991-1-3 Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem. Pro zjištění sněhové oblasti byla použita aktuální mapa sněhových oblastí.

Výpočet zatížení sněhem

$S = C_e \cdot C_t \cdot s_k \cdot \mu_i$		kN/m^2	<i>Pro trvalé a dočasné návrhové situace</i>
charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi	$s_k = 0,7$	kN/m^2	<i>Sněhová oblast 1 Lety, Středočeský kraj</i>
součinitel expozice	$C_e = 1$		<i>Normální typ krajiny</i>
tepelný součinitel	$C_t = 1$		<i>Nedochází k tání vlivem prostupu tepla</i>
tvarový součinitel	$\mu_1 = 0,8$		<i>Závislý na sklonu střechy</i>
hodnota zatížení sněhem	$S = 0,56$	kN/m^2	

2.3.2 Zatížení větrem

Výpočet zatížení větrem byl proveden pomocí normy: ČSN EN 1991-1-4 Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem. Pro zjištění větrné oblasti byla použita aktuální mapa větrných oblastí.

Základní hodnoty pro výpočet zatížení

Základní hodnoty

rychlost větru	$v_{b0} =$	25 m/s	II. větrná oblast
součinitel směru větru	$C_{dir} =$	1	
součinitel ročního období	$C_{season} =$	1	
základní rychlost větru	$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b0} =$	25 m/s	

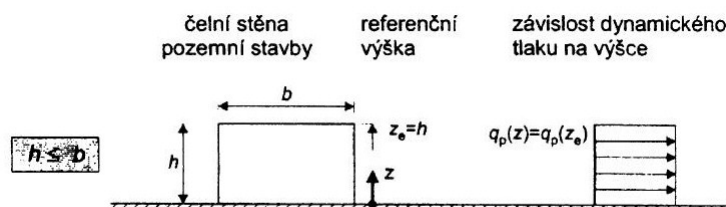
A) Výpočet zatížení větrem pro $h < b$

Střední rychlost větru $v_m(z)$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad v_m(10,45) = 19,119 \text{ m/s}$$

Změna v závislosti na výšce

$$\text{referenční výška} \quad z_e = h = 10,45 \text{ m} \quad \text{pro } h \leq b$$



$10,45 \leq 32,3 \text{ [m]}$
dynamický tlak
uvažují
konstantní
po celé výšce
objektu

Obr. 1 Změna tlaku větru v závislosti na výšce objektu [4]

Drsnost terénu

součinitel drsnosti	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$	
parametr drsnosti terénu	$z_0 =$	0,3 m
minimální výška	$z_{min} =$	5 m
maximální výška	$z_{max} =$	200 m
	$z_{0,II} =$	0,05
součinitel terénu	$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} =$	0,2154
	$c_r(10,450) =$	0,7648

pro:
 $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

Orografie

$$\text{součinitel orografie} \quad c_o(z) = 1$$

Maximální dynamický tlak

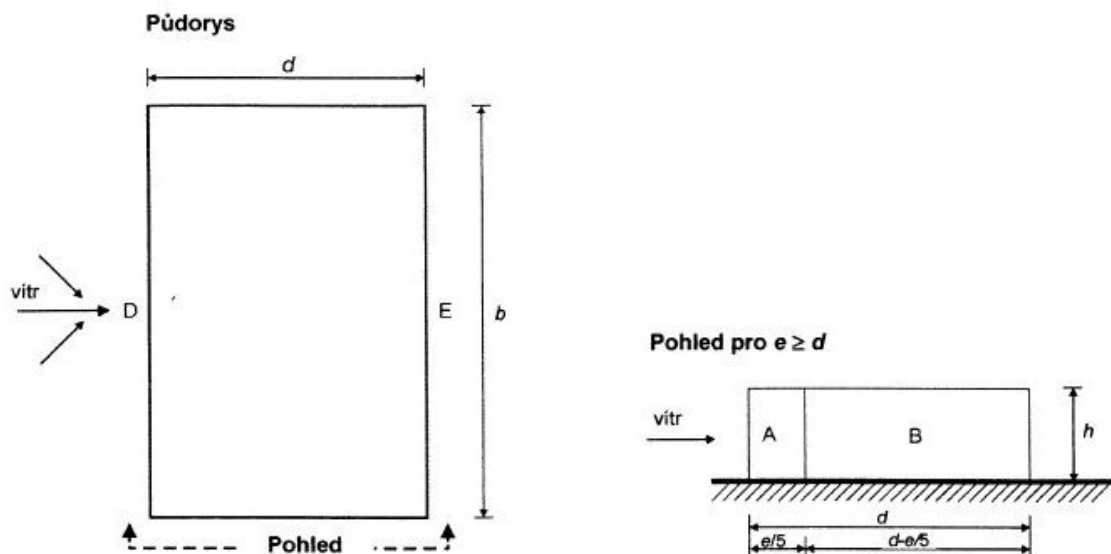
$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$	678,86 Pa
měrná hmotnost vzduchu $\rho =$	1,25 kg/m ³
součinitel expozice $c_e(z) = q_p(z) / q_b$	
základní dynamický tlak větru $q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 =$	390,63
intenzita turbulence ve výšce z $I_v = k_1 / c_0(z) \cdot \ln(z/z_0) =$	0,2816
součinitel turbulence $k_1 =$	1

pro:
 $z_{min} \leq z \leq z_{max}$

Výpočet tlaku větru pro svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

A1) Vítr kolmý k většímu půdorysnému rozměru

rozměr kolmý na směr větru $b =$	32,3 m
rozměr rovnoběžný se směrem větru $d =$	14,3 m
e	$\min \{ b; 2h \}$
$e \geq d$	
h/d	0,7308



Obr. 2 Půdorysné rozložení oblastí [4]

Součinitelé hodnot vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb $C_{pe,10}$

	A	B	C	D	E
h/d	sání	sání	sání	tlak	sání
0,731	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,329

A	e/5	4,18 m
B	d - e/5	10,12 m
D		32,3 m
E		32,3 m

Tlak na povrchy

Tlak větru působící na vnější konstrukce:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot C_{pe,10}$$

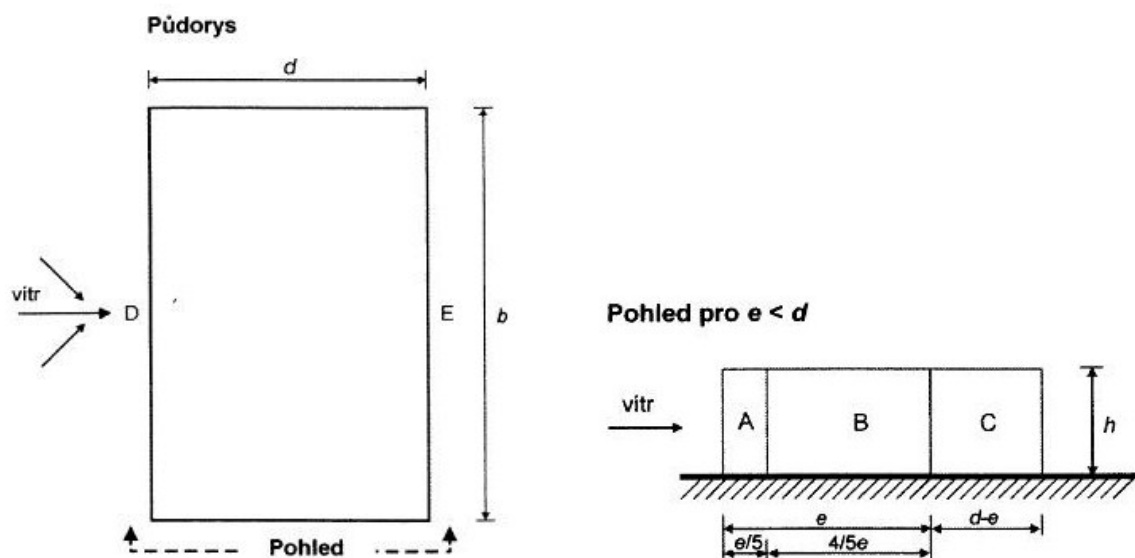
$$w_{e,A} = -0,815 \text{ kPa}$$

$$w_{e,B} = -0,543 \text{ kPa}$$

$$w_{e,D} = 0,543 \text{ kPa}$$

$$w_{e,E} = -0,224 \text{ kPa}$$

A2) Vítr kolmý k menšímu půdorysnému rozměru



Obr. 3 Půdorysné rozložení oblastí [4]

rozměr kolmý na směr větru	b =	14,3 m
rozměr rovnoběžný se směrem větru	d =	32,3 m
e	$\min \{ b; 2h \}$	14,3 m
$e \leq d$		
h/d		0,3235

Součinitelé hodnot vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb $C_{pe,10}$

	A	B	C	D	E
h/d	sání	sání	sání	tlak	sání
0,324	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,313

A	e/5	2,86 m
B	4/5 e	11,44 m
C	d - e	18 m
D		14,3 m
E		14,3 m

Tlak na povrchy

Tlak větru působící na vnější konstrukce:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot C_{pe,10}$$

$$w_{e,A} = -0,815 \text{ kPa}$$

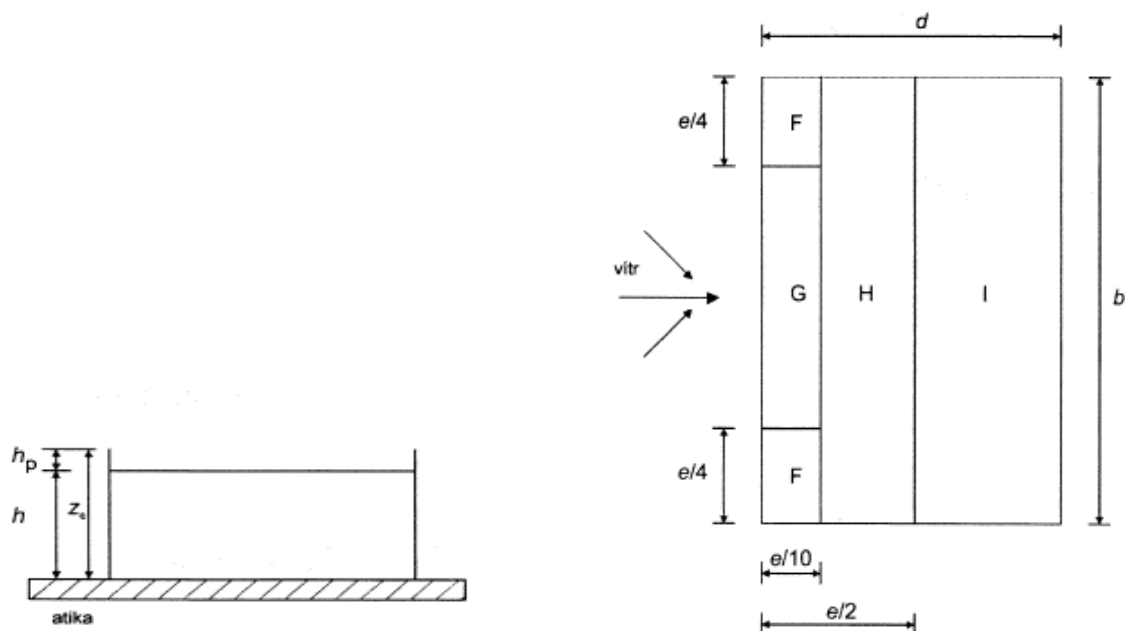
$$w_{e,B} = -0,543 \text{ kPa}$$

$$w_{e,C} = -0,339 \text{ kPa}$$

$$w_{e,D} = 0,543 \text{ kPa}$$

$$w_{e,E} = -0,212 \text{ kPa}$$

Výpočet tlaku větru pro ploché střechy



Obr. 4 Půdorysné rozložení oblastí [4]

A3) Vítr kolmý k většímu půdorysnému rozměru

Tlak větru na plochou střechu

Tlak větru působící na vnější
povrchy konstrukce

$$w_e = q_{p(ze)} \cdot c_{pe,10}$$

Vítr zepředu

rozměr kolmý na směr větru	b =	32,3 m
rozměr rovnoběžný se směrem větru	d =	14,3 m
e	$\min \{ b; 2h \}$	19,3 m
h_p		0,8 m
h_p / h		0,083

Součinitelé hodnot vnějšího tlaku pro ploché střechy

	F	G	H	I
h_p / h	sání	sání	sání	sání
0,731	-1,28	-0,84	-0,7	$\pm 0,2$

$$w_e = q_{p(ze)} \cdot c_{pe,10}$$

$$w_{e,F} = -0,869 \text{ kPa}$$

$$w_{e,G} = -0,570 \text{ kPa}$$

$$w_{e,H} = -0,475 \text{ kPa}$$

$$w_{e,I} = \pm 0,136 \text{ kPa}$$

A4) Vítr kolmý k menšímu půdorysnému rozměru

Tlak větru na plochou střechu

Tlak větru působící na vnější
povrchy konstrukce

$$w_e = q_{p(ze)} \cdot c_{pe,10}$$

rozměr kolmý na směr větru	b =	14,3 m
rozměr rovnoběžný se směrem větru	d =	32,3 m
e	$\min \{ b; 2h \}$	14,3 m
h_p		0,8 m
h_p / h		0,083

Součinitelé hodnot vnějšího tlaku pro ploché střechy

	F	G	H	I
h_p/h	sání	sání	sání	sání
0,731	-1,28	-0,84	-0,7	$\pm 0,2$

$$w_e = q_{p(z_e)} \cdot c_{pe,10}$$

$$w_{e,F} = -0,869 \text{ kPa}$$

$$w_{e,G} = -0,570 \text{ kPa}$$

$$w_{e,H} = -0,475 \text{ kPa}$$

$$w_{e,I} = \pm 0,136 \text{ kPa}$$

Výpočet tlaku větru pro svislé stěny pozemních staveb s pravoúhlým půdorysem

B) Výpočet zatížení větrem na vystupující části

Střední rychlost větru $v_m(z)$

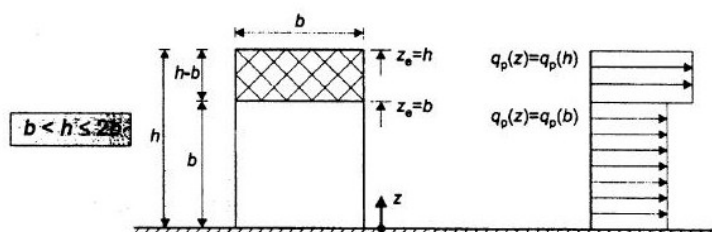
$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b \quad v_m(16,5) = 21,578 \text{ m/s}$$

Změna v závislosti na výšce

$$\text{výška budovy} \quad h = 16,5$$

$$\text{referenční výška} \quad z_e = b = 8,3 \text{ m} \quad \text{pro } b < h \leq 2b \\ 8,3 < 16,5 \leq 28,6 [m]$$

$$z_e = h = 16,5$$



dynamický tlak
uvažují proměnný
po výšce objektu

Obr. 5 Změna tlaku větru v závislosti na výšce objektu [4]

Drsnost terénu

součinitel drsnosti	$c_r(z) = k_r \cdot \ln(z/z_0)$		<i>pro:</i> $z_{min} \leq z \leq z_{max}$
parametr drsnosti terénu	$z_0 =$	0,3 m	
minimální výška	$z_{min} =$	5 m	
maximální výška	$z_{max} =$	200 m	
	$z_{0,II} =$	0,05	
součinitel terénu	$k_r = 0,19 \cdot (z_0/z_{0,II})^{0,07} =$	0,215	
	$c_r(16,5) =$	0,863	

Orografie

součinitel orografie	$c_0(z) =$	1
----------------------	------------	---

Maximální dynamický tlak

$q_p(z) = [1 + 7 \cdot I_v(z)] \cdot 1/2 \cdot \rho \cdot v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$		799,37 Pa	
měrná hmotnost vzduchu	$\rho =$	1,25 kg/m ³	
součinitel expozice	$c_e(z) = q_p(z) / q_b$		
základní dynamický tlak větru	$q_b = 1/2 \cdot \rho \cdot v_b^2 =$	390,63	
intenzita turbulence ve výšce z	$I_v = k_1 / c_0(z) \cdot \ln(z/z_0) =$	0,250	<i>pro:</i> $z_{min} \leq z \leq z_{max}$
součinitel turbulence	$k_1 =$	1	

B1) Vítr kolmý k většímu půdorysnému rozměru

Vítr zleva

rozměr kolmý na směr větru	$b =$	14,3 m
rozměr rovnoběžný se směrem větru	$d =$	8,3 m
e	$\min \{ b; 2h \}$	14,3 m
$e \geq d$		
h/d		1,988

Součinitelé hodnot vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb $C_{pe,10}$

	A	B	C	D	E
h/d	sání	sání	sání	tlak	sání
1,988	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,580

A	e/5	2,86 m
B	d - e/5	5,44 m
D		14,3 m
E		14,3 m

Tlak na povrchy

Tlak větru působící na vnější konstrukce:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe,10}$$

$$w_{e,A} = -0,959 \text{ kPa}$$

$$w_{e,B} = -0,639 \text{ kPa}$$

$$w_{e,D} = 0,639 \text{ kPa}$$

$$w_{e,E} = -0,463 \text{ kPa}$$

B2) Vítr kolmý k menšímu půdorysnému rozměru

Vítr zezadu

$$\text{rozměr kolmý na směr větru} \quad b = 8,3 \text{ m}$$

$$\text{rozměr rovnoběžný se směrem větru} \quad d = 14,3 \text{ m}$$

$$e = \min \{ b; 2h \} = 8,3 \text{ m}$$

$$e \leq d$$

$$h/d = 1,154$$

Součinitelé hodnot vnějšího tlaku pro svislé stěny pozemních staveb $C_{pe,10}$

	A	B	C	D	E
h/d	sání	sání	sání	tlak	sání
1,154	-1,2	-0,8	-0,5	0,8	-0,546

$$A = e/5 = 1,66 \text{ m}$$

$$B = 4/5 e = 6,64 \text{ m}$$

$$C = d - e = 6$$

$$D = 8,3 \text{ m}$$

$$E = 8,3 \text{ m}$$

Tlak na povrchy

Tlak větru působící na vnější konstrukce:

$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe,10}$$

$$w_{e,A} = -0,959 \text{ kPa}$$

$$w_{e,B} = -0,639 \text{ kPa}$$

$$w_{e,C} = -0,400 \text{ kPa}$$

$$w_{e,D} = 0,639 \text{ kPa}$$

$$w_{e,E} = -0,437 \text{ kPa}$$

Výpočet tlaku větru pro ploché střechy

B3) Vítř kolmý k většímu půdorysnému rozměru

rozměr kolmý na směr větru	b =	14,3 m
rozměr rovnoběžný	d =	
se směrem větru		8,3 m
e	min { b; 2h }	14,3 m
h_p		0,8 m
h_p / h		0,05

Součinitelé hodnot vnějšího tlaku pro ploché střechy

	F	G	H	I
h_p / h	sání	sání	sání	sání
0,05	-1,4	-0,9	-0,7	±0,2

$$w_e = q_{p(ze)} \cdot c_{pe,10}$$

$$w_{e,F} = -1,119 \text{ kPa}$$

$$w_{e,G} = -0,719 \text{ kPa}$$

$$w_{e,H} = -0,560 \text{ kPa}$$

$$w_{e,I} = \pm 0,160 \text{ kPa}$$

B4) Vítř kolmý k menšímu půdorysnému rozměru

rozměr kolmý na směr větru	b =	8,3 m
rozměr rovnoběžný	d =	
se směrem větru		14,3 m
e	min { b; 2h }	8,3 m
h_p		0,8 m
h_p / h		0,05 m

Součinitelé hodnot vnějšího tlaku pro ploché střechy

	F	G	H	I
h_p / h	sání	sání	sání	sání
0,05	-1,4	-0,9	-0,7	±0,2

$$w_e = q_{p(ze)} \cdot c_{pe,10}$$

$$w_{e,F} = -1,119 \text{ kPa}$$

$$w_{e,G} = -0,719 \text{ kPa}$$

$$w_{e,H} = -0,560 \text{ kPa}$$

$$w_{e,I} = \pm 0,160 \text{ kPa}$$

3. PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH ROZMĚRŮ

3.1 Návrh tloušťky stropní desky

3.1.1 Návrh tloušťky stropní desky s ohledem na II. mezní stav

$$h_{d,lim} = L_{n,max} \cdot (22,2 + f_{yk} / 51,4)$$

$$h_{d,lim} = 6,050 \cdot (22,2 + 500 / 51,4) = 193,162 \text{ mm}$$

$$L_{n,max} = 6,050 \text{ m} \quad \dots \text{maximální rozpětí stropní desky}$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad \dots \text{charakteristická hodnota pevnosti oceli}$$

$$h_d = 1,21 \cdot h_{d,lim} \quad \dots \text{tloušťka stropní desky}$$

$$h_d = 1,21 \cdot 193,162 = 233,726 \text{ mm}$$

3.1.2 Návrh tloušťky stropní desky na základě vymezení ohybové štíhlosti

$$\lambda = l_d / d \leq \lambda_d$$

$$\lambda_d = \kappa_{c1} \cdot \kappa_{c2} \cdot \kappa_{c3} \cdot \lambda_{d,tab} \quad \dots \text{ohybová štíhlost}$$

$$\kappa_{c1} = 1 \quad \dots \text{pro obdélníkový průřez}$$

$$\kappa_{c2} = 1 \quad \dots \text{pro rozpětí} < 7\text{m}$$

$$\kappa_{c3} = 1,3 \quad \dots \text{součinitel napětí tahové výztuže}$$

$$\lambda_{d,tab} = 22,2 \quad \dots \text{tabulková hodnota ohybové štíhlosti desky}$$

$$\lambda_d = 1 \cdot 1 \cdot 1,3 \cdot 22,2 = 28,86$$

$$d \geq l_d / \lambda_d = 6050 / 28,86 = 209,633 \text{ mm} \quad \dots \text{účinná výška}$$

$$h_d = d + 0,5\phi_{st} + c_d = 209,633 + 0,5 \cdot 12 + 25 = 240,633 \text{ mm}$$

NÁVRH TLOUŠŤKY STROPNÍ DESKY $h_d = 240 \text{ mm}$.

3.2 Návrh rozměrů sloupu

3.2.1 Výpočet zatížení pro předběžný návrh rozměrů sloupu

Zatěžovací plocha $A = 15,403 \text{ m}^2$

Odhad rozměrů $b = 0,3 \text{ m}$

$h = 0,3 \text{ m}$

Zatížení stálé:

Podlaha

Keramická dlažba - S4	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	zatěžovací plocha	celkem N
	[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m ²]	[kN]
Keramická dlažba	10	100	21	0,210	15,403	
Vodovzdorný lepicí tmel	3		15	0,045		
Hydroizolační stěrka	3		0,045	0,001		
Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075		
Separční vrstve PE folie	1		14,7	0,015		
Tepelní izolace	40		0,2	0,008		
Σ				1,354	15,403	20,851
Počet podlaží	5					
Σ						104,255

Střešní plášť

Střešní plášť - S7	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	zatěžovací plocha	celkem N
	[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m ²]	[kN]
Vodotěsná izolace dvouvrstvá	7	300	-	0,100	15,403	
Tepelná izolace	240		0,4	0,096		
Parotěsná zábrana	4		-	0,025		
Penetrační nátěr	1		-	0,025		
Spádová vrstva, Perlitbeton	48		5	0,240		
Σ				0,486	15,403	7,486
Počet podlaží	1					
Σ						7,486

Železobetonová deska

Železobetonová deska	tl.		γ	g_k	zatěžovací plocha	celkem N
	[mm]		[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m ²]	[kN]
Železobetonová deska	240		25	6,000	15,403	
Σ				6,000	15,403	92,418
Počet podlaží	6					
Σ						554,508

Omítka

Omítka	tl.		γ	g_k	zatěžovací plocha	celkem N
	[mm]		[kN/m ³]	[kN/m ²]	[m ²]	[kN]
Omítka	10		20	0,200	15,403	
Σ				0,200	15,403	3,081
Počet podlaží	6					
Σ						18,484

Vlastní tíha sloupu

Železobetonový sloup	Plocha		γ	délka	g_k	celkem N
	[m ²]		[kN/m ³]	m	[kN/m]	[kN]
Železobetonový sloup	0,09		25	18,57	2,25	
Σ					2,25	41,783

Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálé zatížení	Zat. Plocha				g_k	celkem N
	[m ²]				[kN/m ²]	[kN]
Příčky	15,4				1,5	23,105
Σ					1,5	23,105
Počet podlaží	5					
Σ						115,523

Zatížení proměnné

Účel místnosti	Zat. Plocha				q_k	celkem N
	[m ²]				[kN/m ²]	[kN]
Chodba	3,755				5	18,775
Toalety, ložnice hotelu	12,06				2	24,110
Σ	15,81					42,885
Počet podlaží	4					
Σ						171,540
Recepce	15,4				3	46,209
Počet podlaží	1					
Σ						46,209

Klimatické zatížení

Zatížení sněhem	Plocha				q_k	celkem N
	[m ²]				[kN/m ²]	[kN]
Zatížení sněhem	15,5				0,56	8,676
Σ					0,56	8,676

Celkové zatížení sloupu			ΣN_k	1068,463
Celkové zatížení sloupu			ΣN_d	1476,388

3.2.2 Výpočet předběžného rozměru sloupu

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

$$f_{cd} = 25 / 1,5 = 16,667 \text{ MPa} \quad \dots \text{ návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku}$$

$$A_s = 0,02 A_c \quad \dots \text{ plocha výztuže}$$

$$f_{yd} = \sigma_s = 434,783 \text{ Mpa} \quad \dots \text{ návrhová hodnota pevnosti oceli}$$

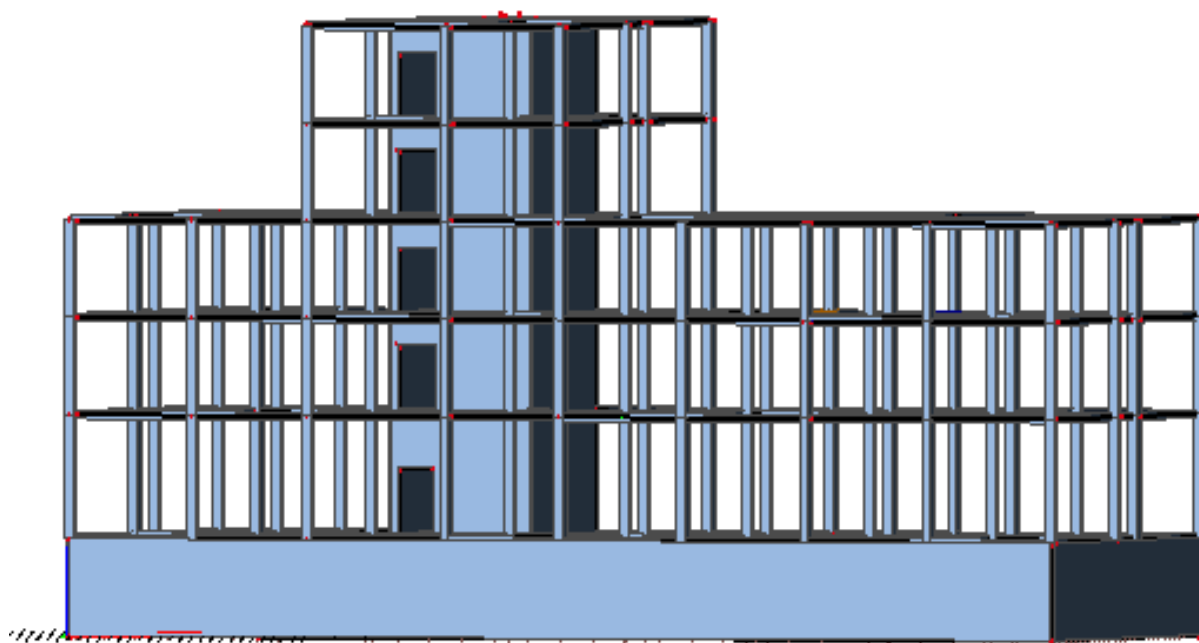
$$A_c = \frac{N_{Rd}}{0,8 f_{cd} + 0,02 \sigma_s} = \frac{1476,388 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 16,667 \cdot 10^6 + 0,02 \cdot 434,783 \cdot 10^6} = 0,067 \text{ m}^2$$

...plocha betonového průřezu

$$b = h = \sqrt{A_c} = \sqrt{0,067} = 0,259 \text{ m}$$

NÁVRH ROZMĚRŮ: b = 300mm, h= 300mm.

4. GLOBÁLNÍ MODEL KONSTRUKCE



Obr. 6 Model konstrukce hotelu [vlastní]

4.1 Kombinace zatížení pro mezní stav únosnosti

Kombinace pro mezní stav únosnosti byly stanoveny pro trvalou návrhovou situaci dle ČSN EN 1990 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí.

Pro návrhové zatížení byla stanovena kombinace dle příslušné normy pro mezní stav STR a GEO (6.10 a) a (6.10 b), kde bereme méně příznivou z těchto dvou kombinací.

Stanovení návrhového zatížení dle vztahu:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10 \text{ a})$$

$$\sum_{j \geq 1} \zeta \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10 \text{ b})$$

Součinitelé zatížení do kombinací dle ČSN EN 1990: Příloha A1, tabulka A1.2 (B) a součinitelé ψ dle tabulky A1.1

Stálé zatížení nepříznivé – hodnota 1,35

Stálé zatížení příznivé – hodnota 1,0

Proměnné zatížení hlavní, doprovodné – 1,5

Redukční součinitel ζ – 0,85

Součinitelé ψ_i – kategorie A, $\psi_0 = 0,7$, $\psi_1 = 0,5$, $\psi_2 = 0,3$

4.2 Zatížení globálního modelu

Pro zatížení modelu jsem zatížení rozdělila do 5 skupin a to:

- LG1 – zatížení stálé a ostatní stálé
- LG2 – zatížení užité, vztah výběrový, protože jsem udělala různé kombinace – plné, šachy a pásy
- LG3 – zatížení sněhem
- LG4 – zatížení větrem, vztah výběrový, protože uvažuji vítr z různých stran budovy
- LG5 – zatížení větrem na ploché střeše v půdorysné oblasti I, vztah výběrový, protože na této části může vítr způsobit jak sání, tak vztlak

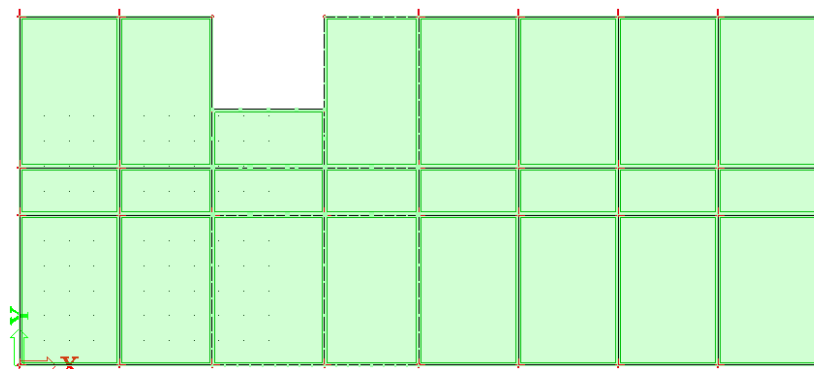
4.2.1 Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze* *Studentská verze*			
LC1	vlastní tíha	Stálé	LG1
LC2	ostatní stálé zatížení	Stálé	LG1
LC3	užitné plné	Nahodilé	LG2
LC4	užitné šach 1	Nahodilé	LG2
LC5	užitné šach 2	Nahodilé	LG2
LC6	užitné pás1	Nahodilé	LG2
LC7	užitné pás2	Nahodilé	LG2
LC8	užitné pás3	Nahodilé	LG2
LC9	užitné pás4	Nahodilé	LG2
LC10	sněh	Nahodilé	LG3
LC11	vítr zepředu	Nahodilé	LG4
LC12	vítr zezadu	Nahodilé	LG4
LC13	vítr zleva	Nahodilé	LG4
LC14	vítr zprava	Nahodilé	LG4
LC15	omítka	Stálé	LG1
LC16	vítr zepředu I -	Nahodilé	LG5
LC17	vítr zezadu I -	Nahodilé	LG5
LC18	vítr zleva I -	Nahodilé	LG5
LC19	vítr zprava I	Nahodilé	LG5
LC20	vítr zepředu I +	Nahodilé	LG5
LC21	vítr zezadu I +	Nahodilé	LG5
LC22	vítr zleva I +	Nahodilé	LG5
LC23	vítr zprava I +	Nahodilé	LG5
LC24	reakce od schodiště	Stálé	LG1

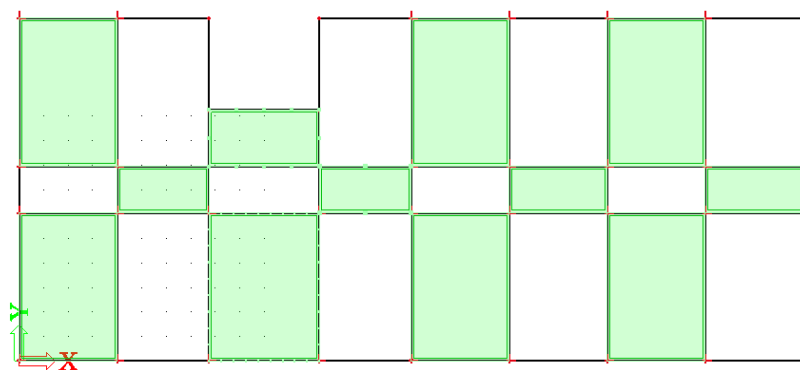
4.2.2 Skupiny zatížení

Jméno	Zatížení	Vztah
Studentská verze *Studentská verze* *Studentská verze*		
LG1	Stálé	
LG2	Nahodilé	Výběrová
LG3	Nahodilé	Standard
LG4	Nahodilé	Výběrová
LG5	Nahodilé	Výběrová

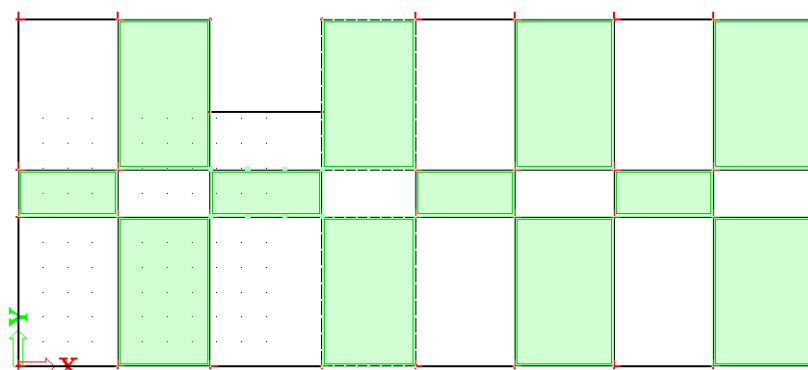
4.2.3 Proměnné zatížení na typickém podlaží



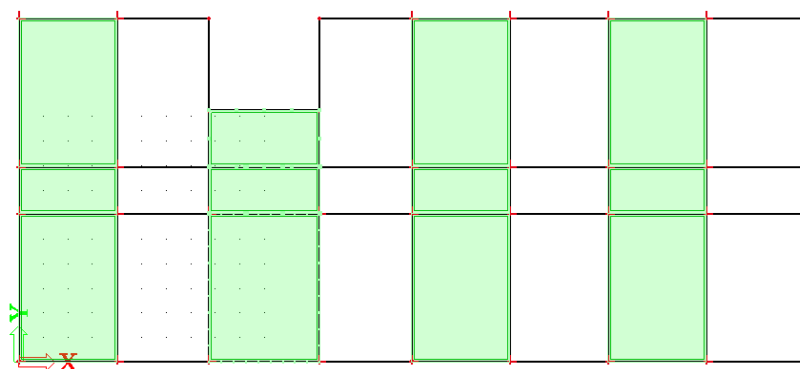
Obr. 7 Zatížení užité plné [vlastní]



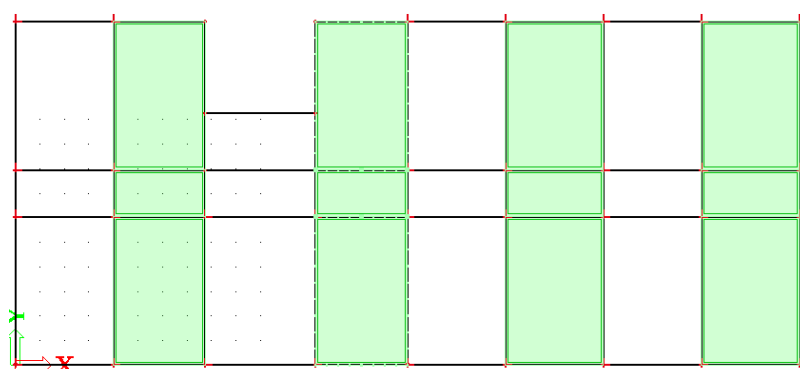
Obr. 8 Zatížení užité šach 1 [vlastní]



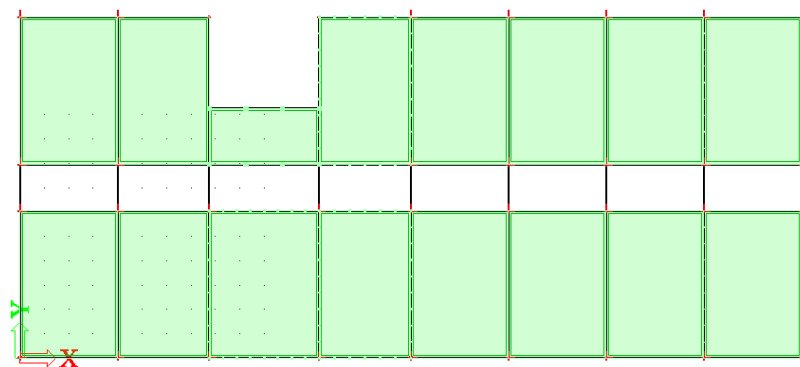
Obr. 9 Zatížení užité šach 2 [vlastní]



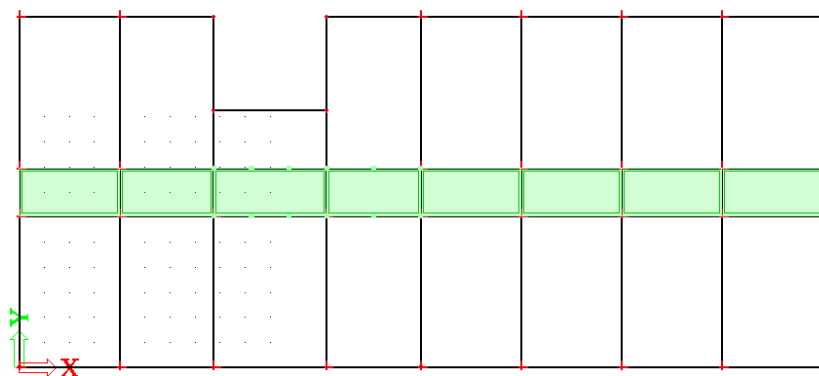
Obr. 10 Zatížení užiténé pás 1 [vlastní]



Obr. 11 Zatížení užiténé pás 2 [vlastní]



Obr. 12 Zatížení užiténé pás 3 [vlastní]

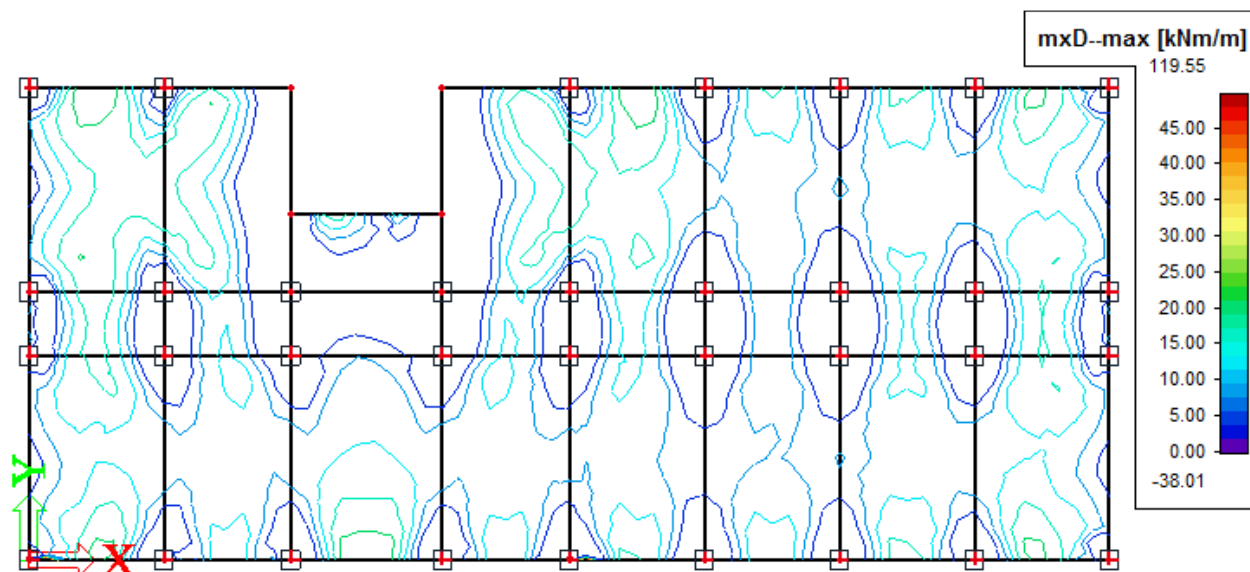


Obr. 13 Zatížení užitého pásu 4 [vlastní]

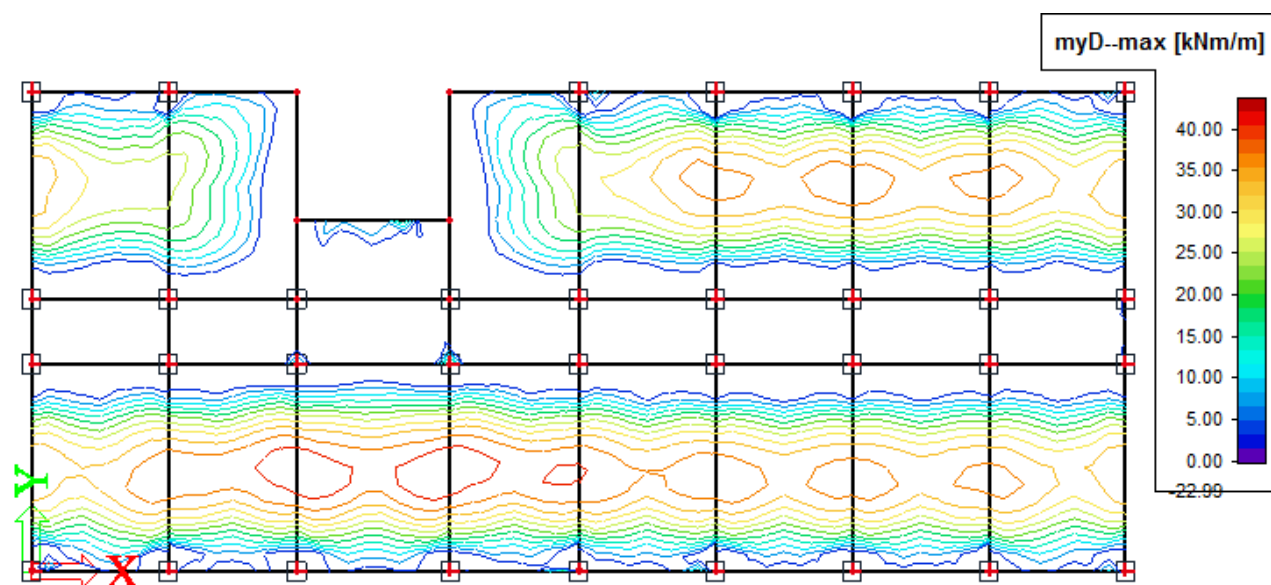
5. PRŮBĚHY OHYBOVÝCH MOMENTŮ

Průběhy ohybových momentů jsou vytažené pro dimenzovanou desku a to desku nad 2. NP. Je zde zobrazen průběh momentů v izoliniích, dále jednotlivé řezy pro návrh momentů u spodního povrchu desky a výtah momentů pro návrh výztuže při horním okraji.

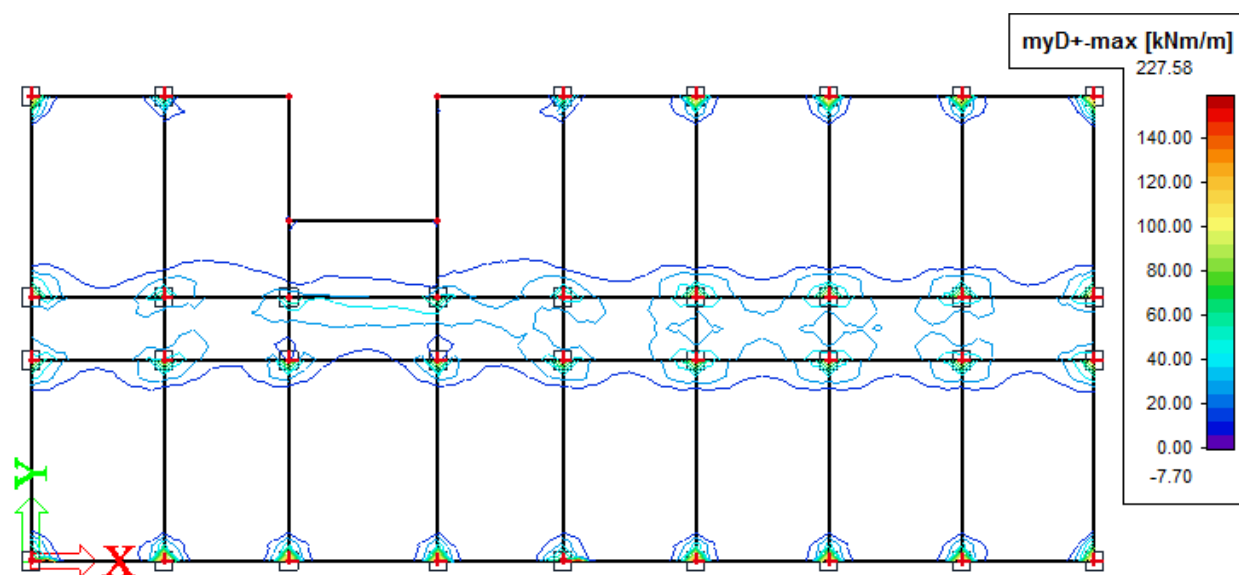
5.1 Průběh momentů – Izolinie



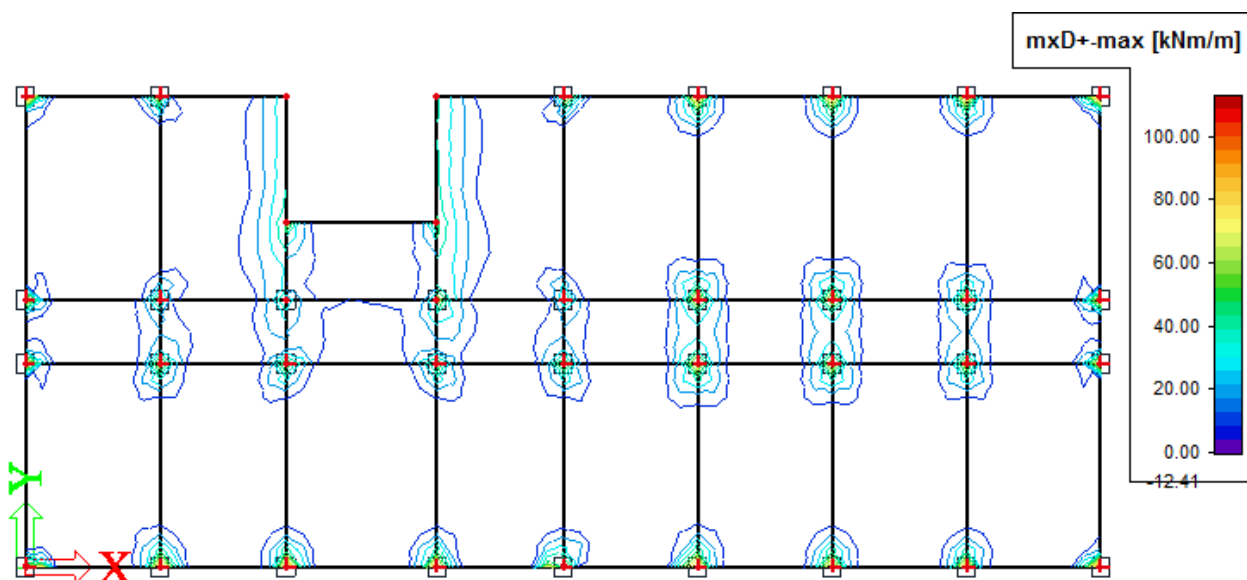
Obr. 14 Ohybové momenty $M_{x,d}$ desky nad 2.NP, izolinie [vlastní]



Obr. 15 Ohybové momenty $M_{y,d}$ desky nad 2.NP, izolinie [vlastní]



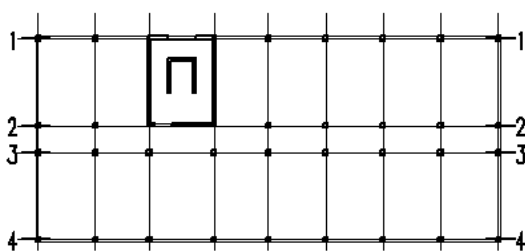
Obr. 16 Ohybové momenty $M_{y,d+}$ desky nad 2.NP, izolinie [vlastní]



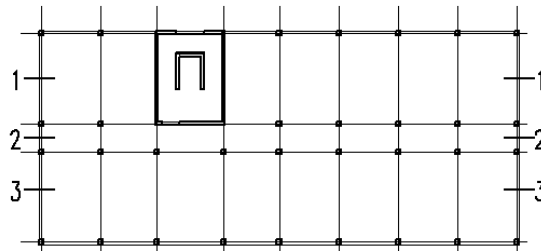
Obr. 17 Ohybové momenty $M_{x,d+}$ desky nad 2.NP, izolinie [vlastní]

5.2 Průběh momentů – řezy pro návrh výztuže u spodního povrchu desky

5.2.1 Výťah momentů pro návrh výztuže ve směru osy x



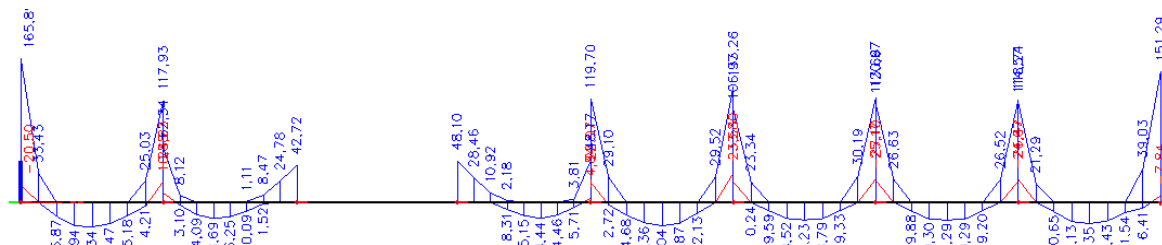
Obr. 18 Schéma řezů – sloupový pruh [vlastní]



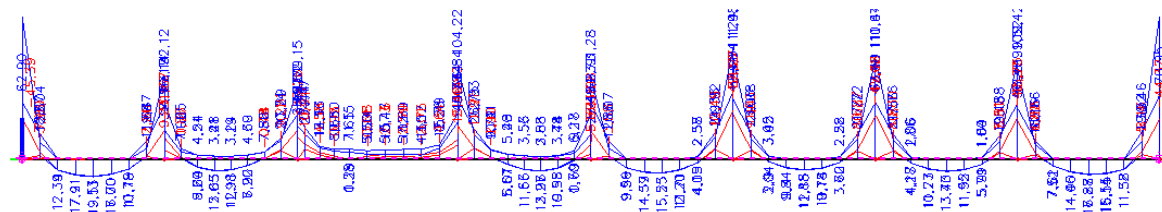
Obr. 19 Schéma řezů – střední pruh [vlastní]

Sloupový pruh

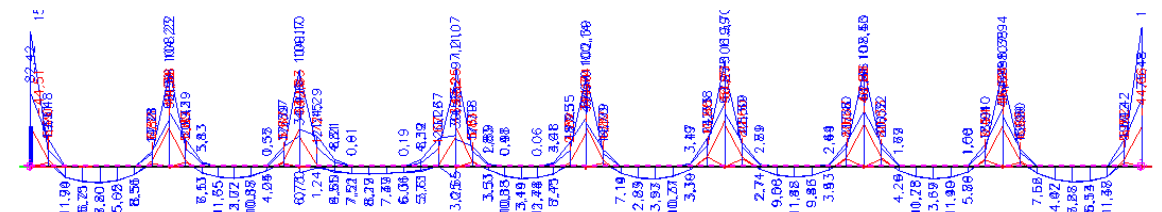
Řez 1 - 1



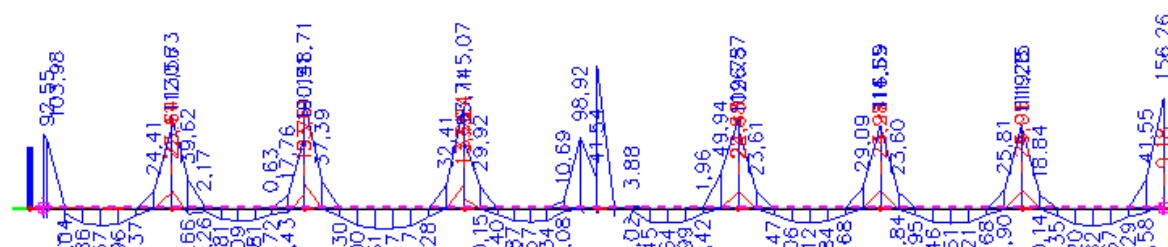
Řez 2 - 2



Řez 3 - 3

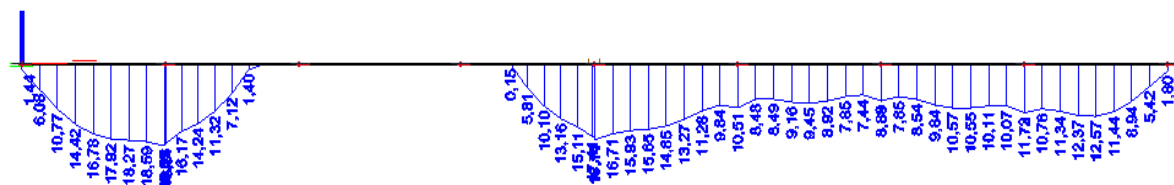


Řez 4 - 4

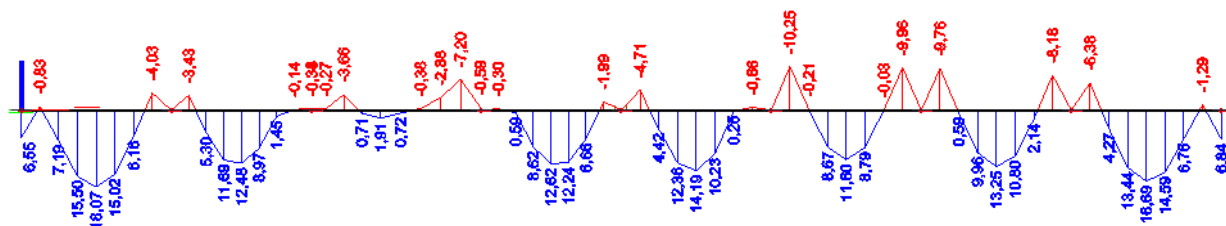


Střední

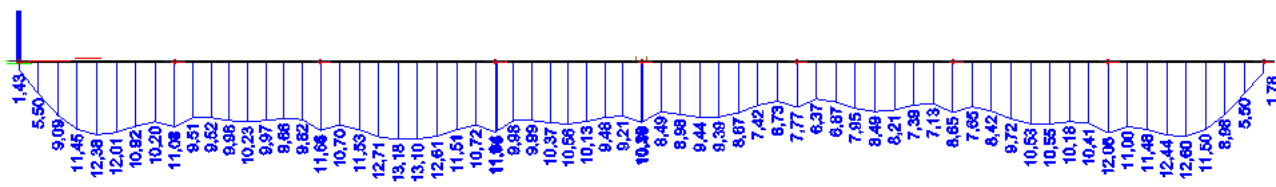
Řez 1 - 1



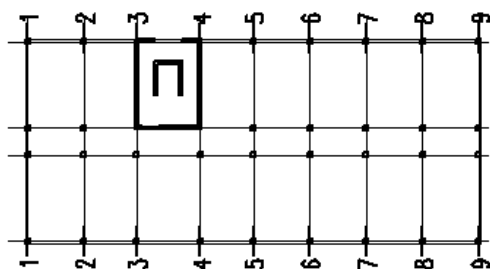
Řez 2 - 2



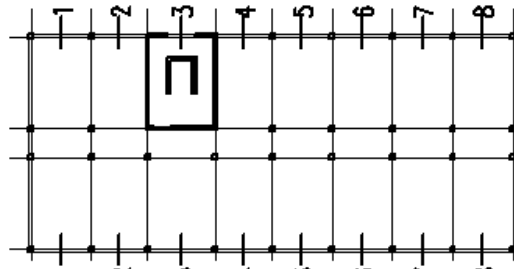
Řez 3 - 3



5.2.2 Výtah momentů pro návrh výztuže ve směru osy y



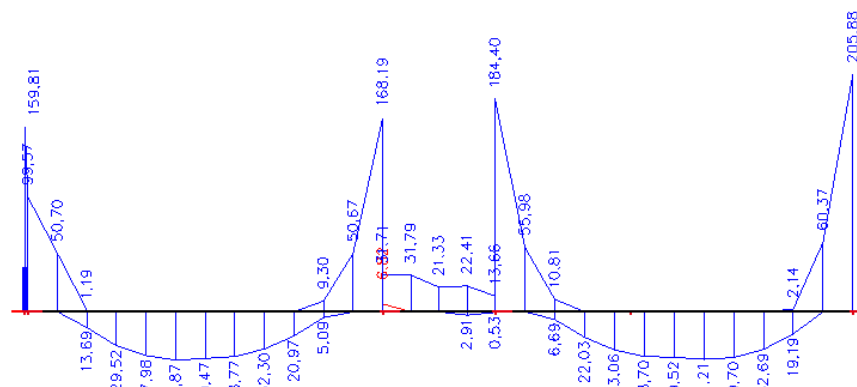
Obr. 20 Schéma řezů – sloupový pruh [vlastní]



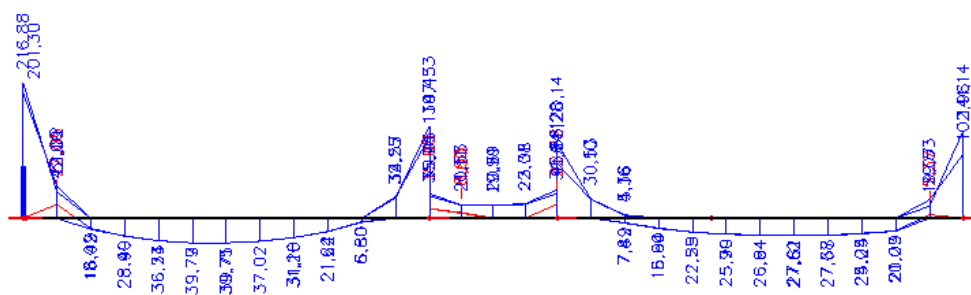
Obr. 21 Schéma řezů – střední pruh [vlastní]

Sloupový pruh

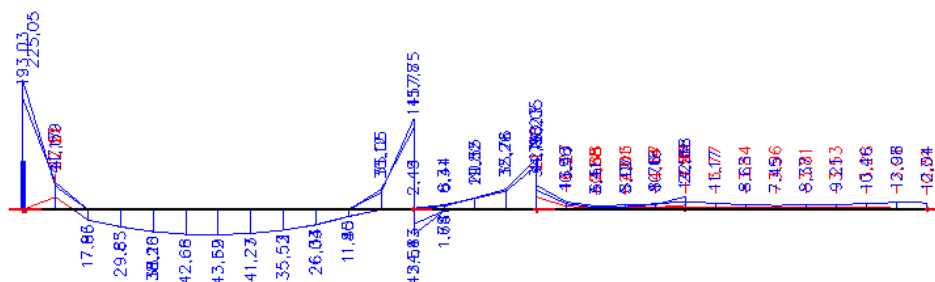
Řez 1 - 1



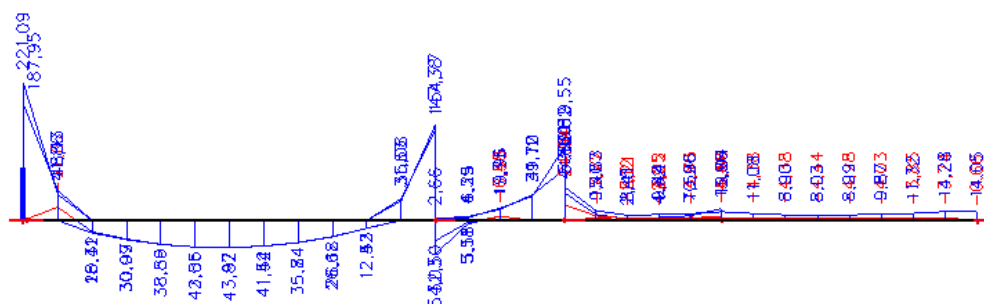
Řez 2 - 2



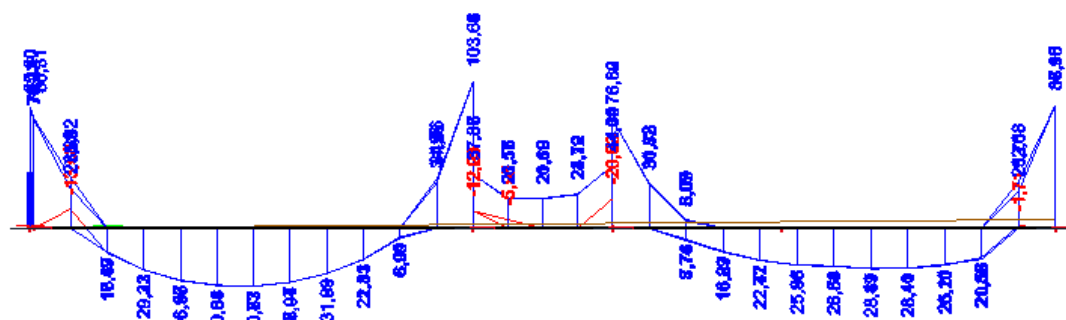
Řez 3 - 3



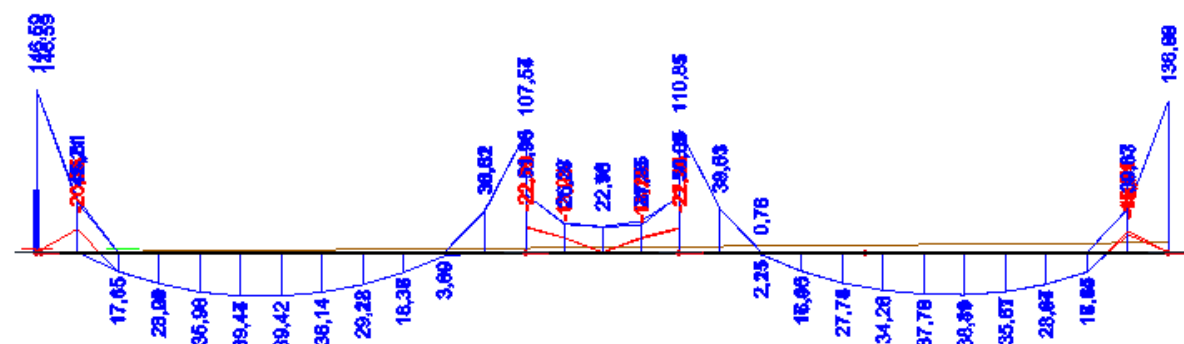
Řez 4 - 4



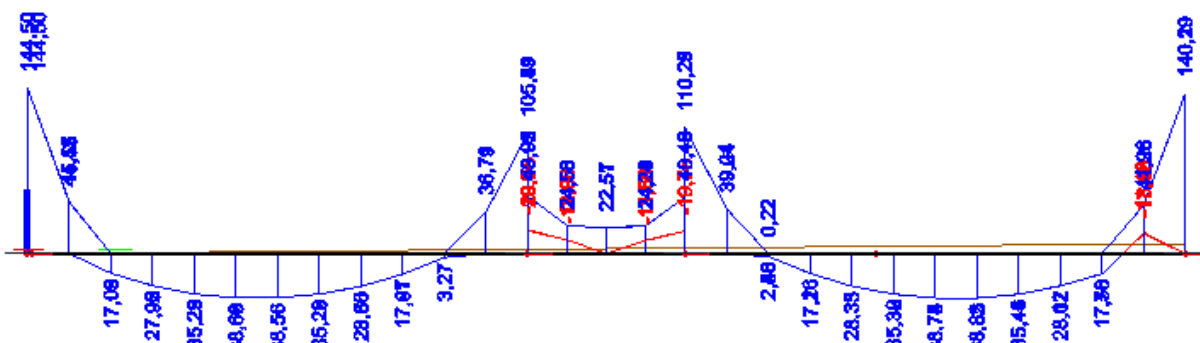
Řez 5 - 5



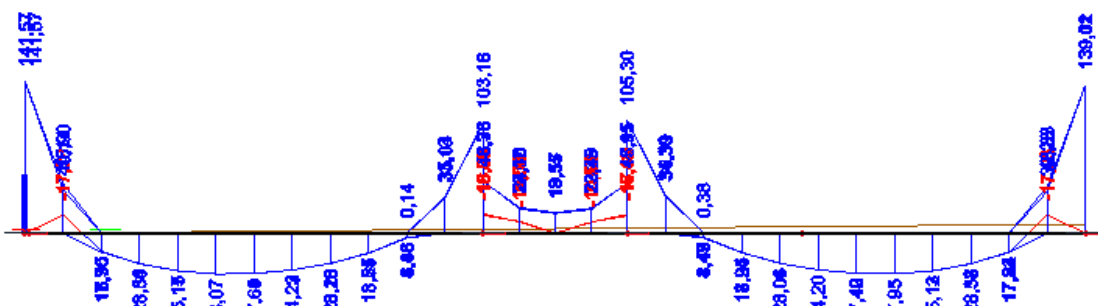
Řez 6 - 6



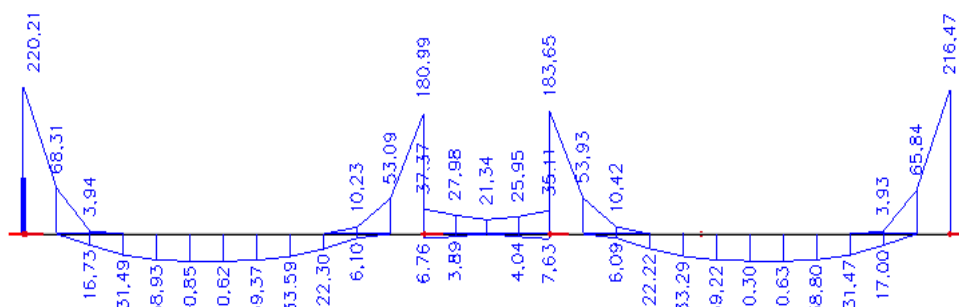
Řez 7-7



Řez 8-8

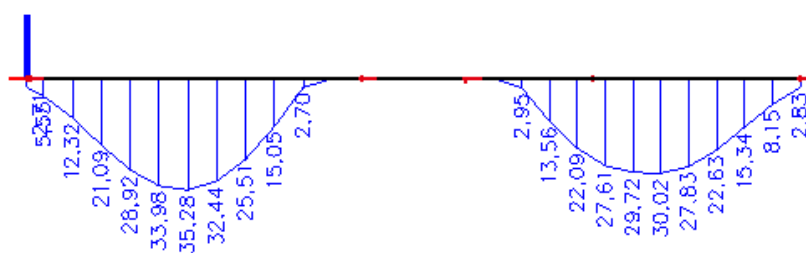


Řez 9- 9



Střední pruh

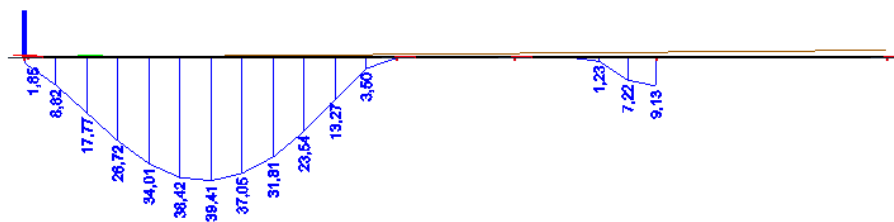
Řez 1- 1



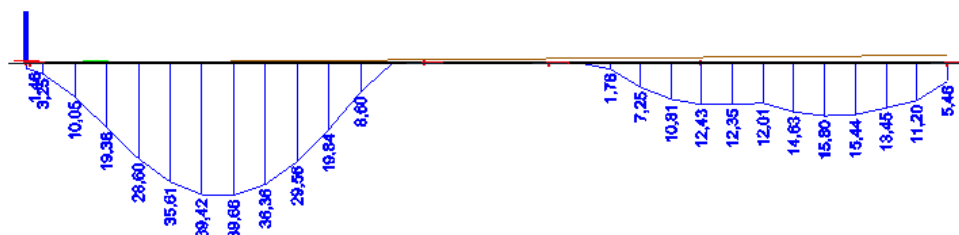
Řez 2- 2



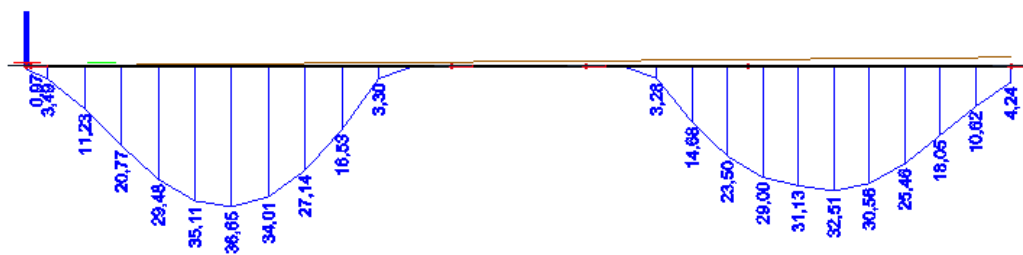
Řez 3- 3



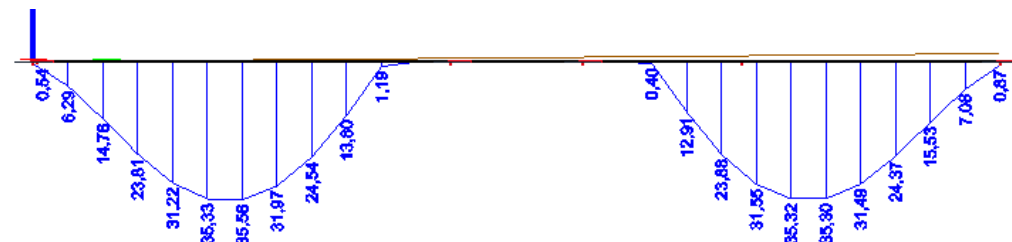
Řez 4- 4



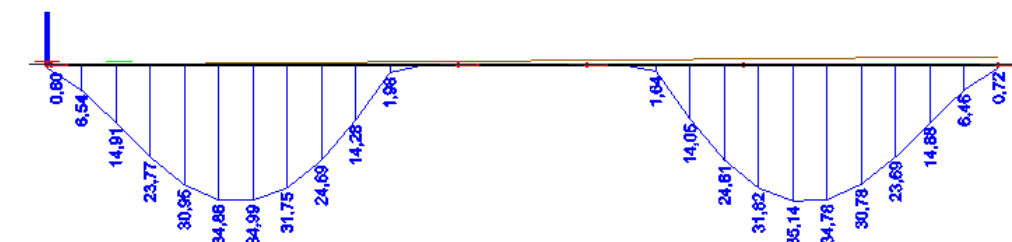
Řez 5 - 5



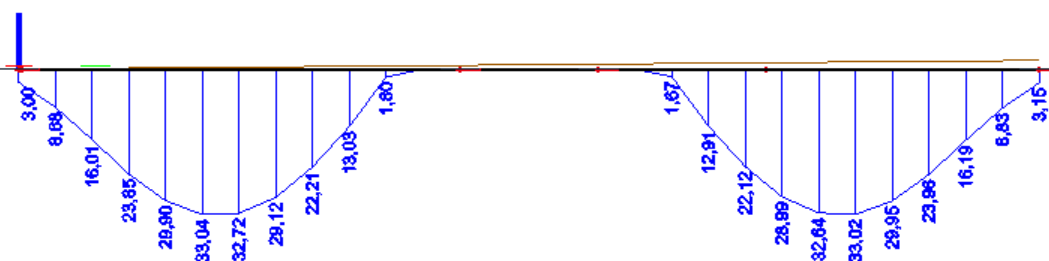
Řez 6 - 6



Řez 7 - 7

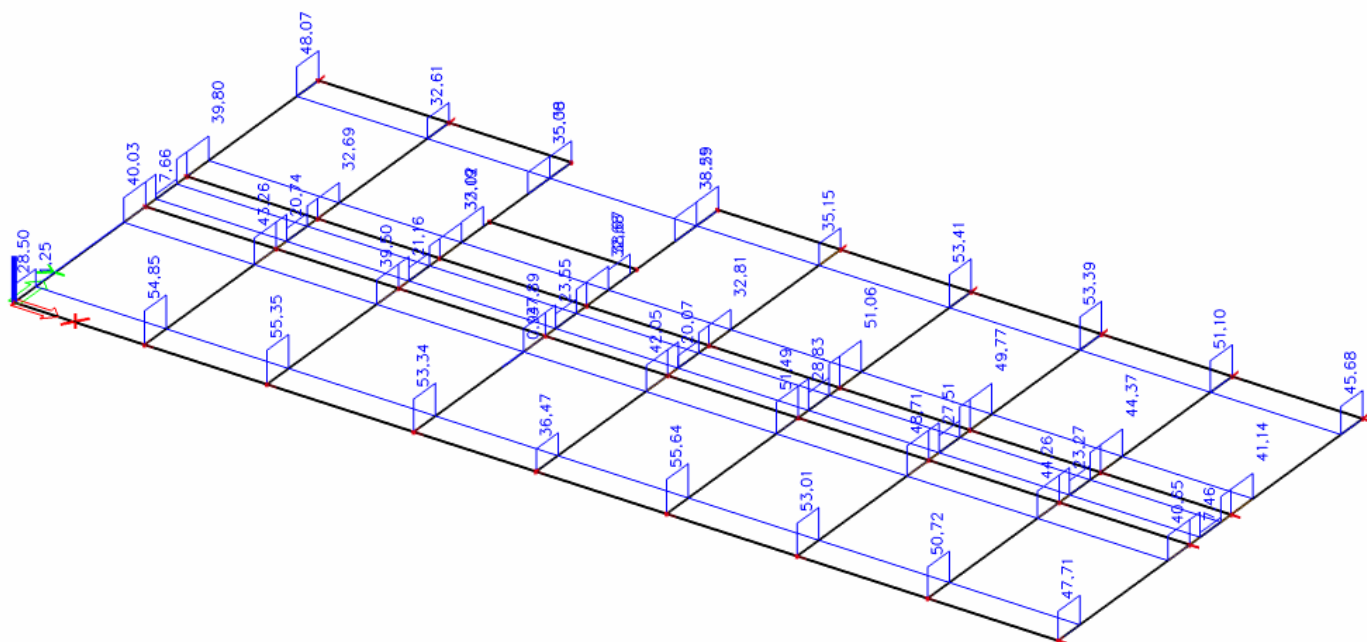


Řez 8 - 8

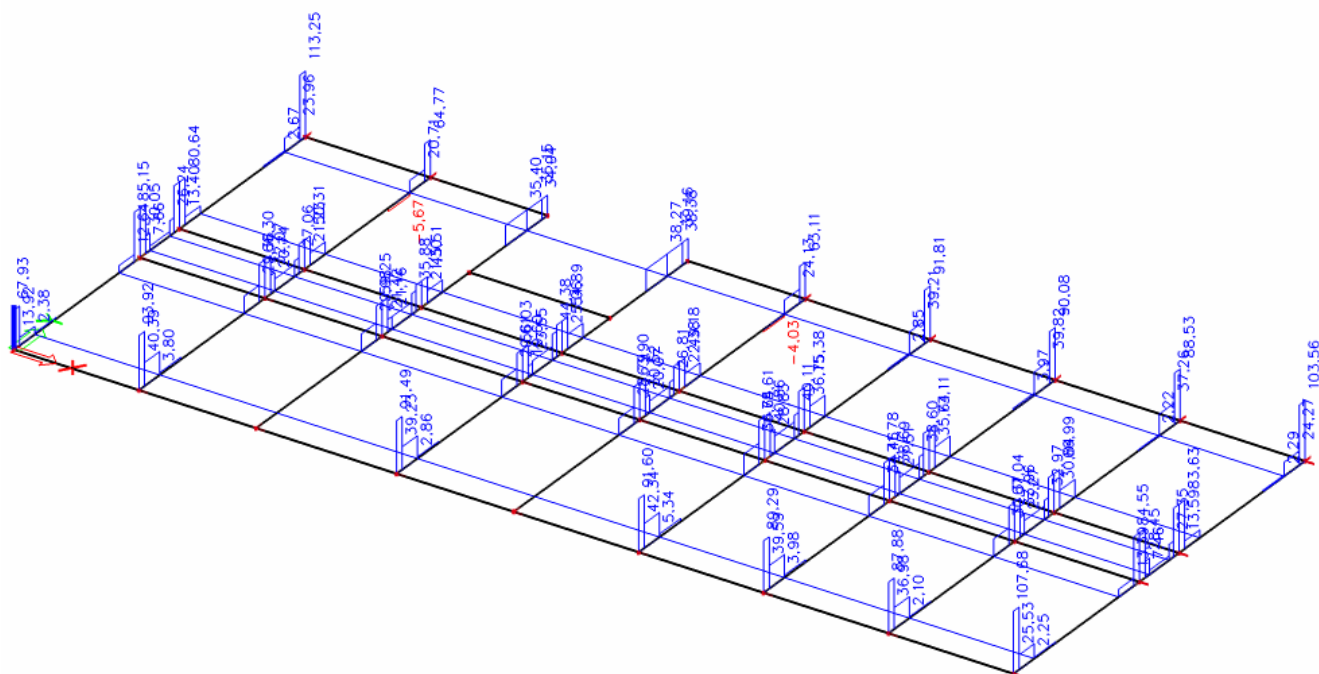


5.3 Průběh momentů – pro návrh výztuže u horního povrchu desky

5.3.1 Výtah momentů pro návrh výztuže ve směru osy x



Obr. 22 Výtah momentů pro návrh výztuže ve směru osy x, sloupový pruh [vlastní]



Obr. 23 Výtah momentů pro návrh výztuže ve směru osy x, pro sloupový pruh o šířce sloupu + tloušťka desky /2 na každou stranu [vlastní]

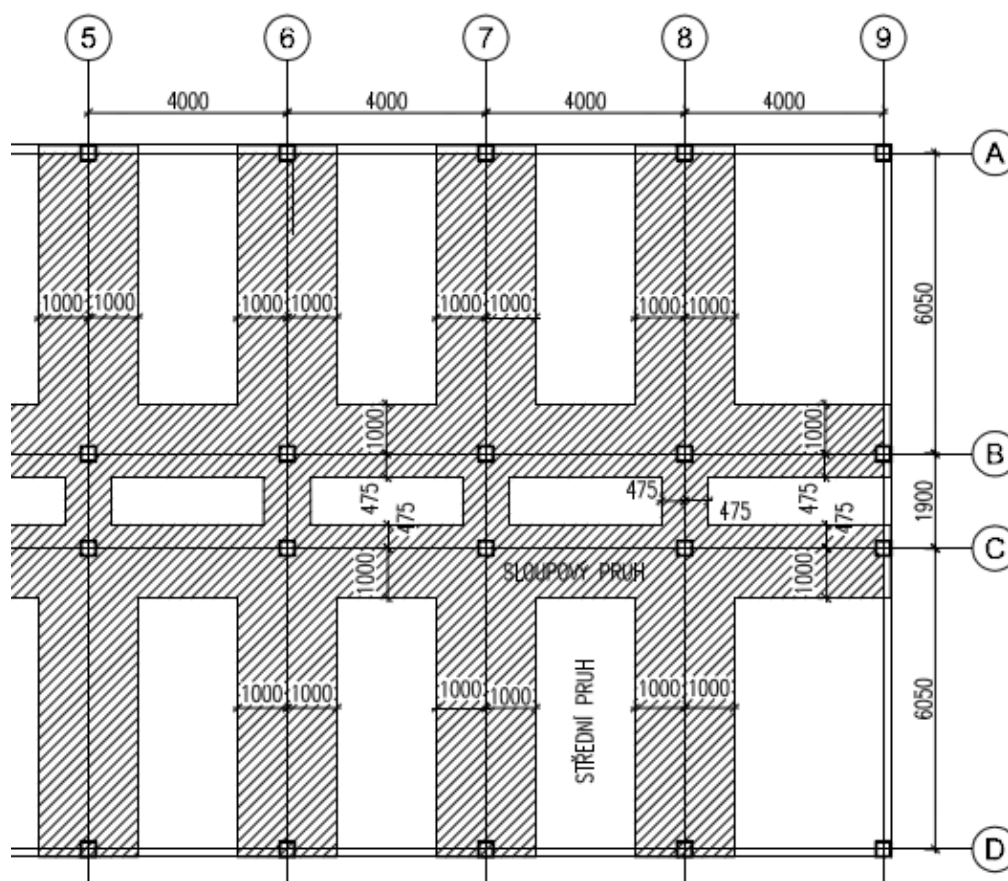
09/2013
strana 39

6. OVĚŘENÍ VNITŘNÍCH SIL

Vnitřní síly, tedy reakce od zatížení a ohybové momenty, které byly vypočítány pomocí programu SCIA ENGINEER, jsem ověřila ručním výpočtem.

6.1 Ověření ohybových momentů

Pro ověření ohybových momentů byla použita metoda náhradních rámtů. Konstrukce byla rozdělena na rámové výseky ve směru osy x a y. Rámový výsek pro směr x a y jsem spočítala v programu SCIA ENGINEER. Zjištěné momenty jsou pak přerozděleny do sloupových a středních pruhů a následně přepočítány na běžný metr desky a porovnány s hodnotami momentů zjištěných z globálního modelu. Pro zjednodušení výpočtu neuvažuji zatížení větrem.



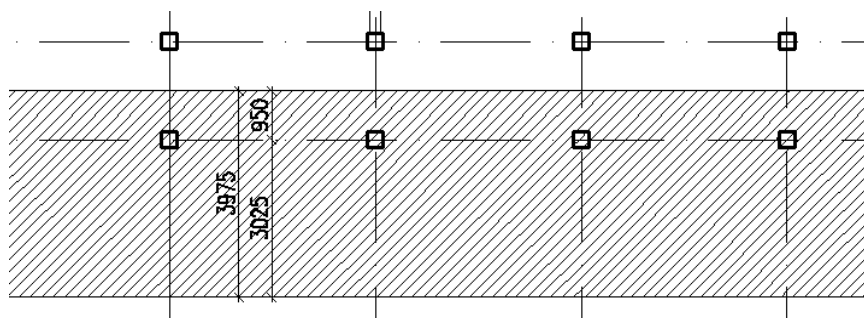
Obr. 26 Rozdělení desky na sloupové a střední pruhy [vlastní]

6.1.1 Výpočet metodou náhradních rámtů

1) Rozdělení konstrukce v příčném a podélném směru na jednotlivé sloupové pásy a vytvoření rámových výseků.

Rámový výsek směr x

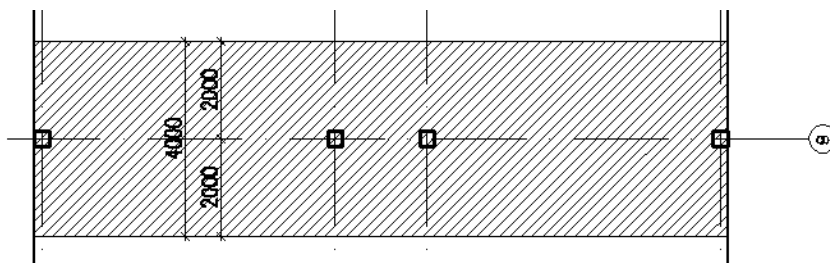
desková příčel $b = 3,975\text{m}$



Obr. 27 Rámový výsek ve směru osy x [vlastní]

Rámový výsek směr y

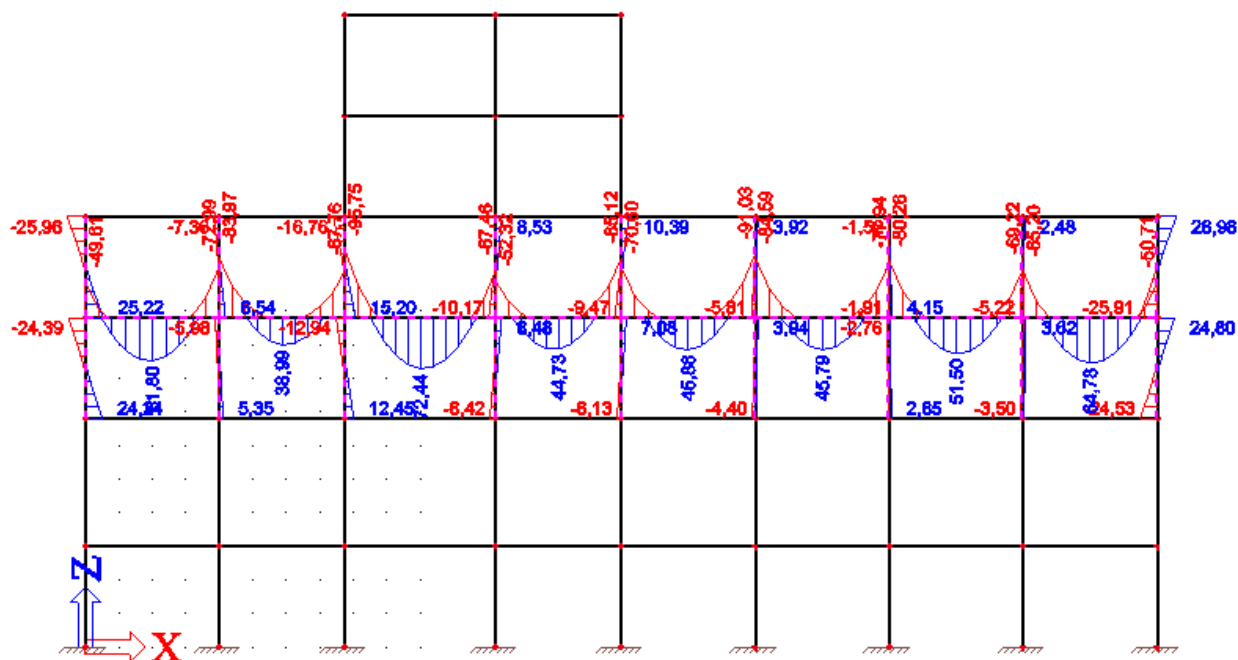
desková příčel $b = 3,875\text{m}$



Obr. 28 Rámový výsek ve směru osy y [vlastní]

6.1.2 Výpočet ohybových momentů na rámové konstrukci a jejich přerozdělení

Náhradní rám směr x

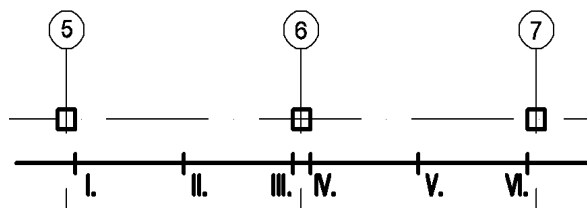


Obr. 29 Ohybové momenty náhradního rámu ve směru osy x kNm [vlastní]

Přerozdělení momentů do sloupových a středních pruhů

- Charakteristika spolupůsobení ztužujícího trámu s deskou je vyjádřena pomocí součinitele α . U desek bez ztužujícího trámu $\alpha = 1$.
- Součinitel zkroucení $\beta_t = 0$
- Rozdělení desky na sloupové a střední pruhů

Tabulka stanovených momentů pro sloupový střední pruh



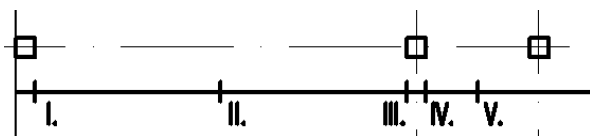
Označení	M_h	M_d	ω	rozpětí deskového pole			sloupový pruh	střední pruh
				l_1	l_2	l_2/l_1	$M_{sl} = \omega \cdot M_h$	$M_{stř} = (1 - \omega) \cdot M_d$
	[kNm]	[kNm]		[m]	[m]		[kNm]	[kNm]
I.	-69,090		0,75	4,000	3,975	0,99	-51,818	-17,273
II.		45,880	0,6	4,000	3,975	0,99	27,528	18,352
III.	-74,680		0,75	4,000	3,975	0,99	-56,010	-18,670
IV.	-68,680		0,75	4,000	3,975	0,99	-51,510	-17,170
V.		45,790	0,6	4,000	3,975	0,99	27,474	18,316
VI.	-64,160		0,75	4,000	3,975	0,99	-48,120	-16,040

Přepočet momentů na 1m šířky pruhu [kNm/m]

Označení	přepočet na běžný metr			
	b_{sl}	$b_{stř}$	$M_{y,sl}$	$M_{y,stř}$
	[m]	[m]	[kNm/m']	[kNm/m']
I.	1,475	2,5	-35,131	-6,909
II.	1,475	2,5	18,663	7,341
III.	1,475	2,5	-37,973	-7,468
IV.	1,475	2,5	-34,922	-6,868
V.	1,475	2,5	18,626	7,326
VI.	1,475	2,5	-32,624	-6,416

- Charakteristika spolupůsobení ztužujícího trámu s deskou je vyjádřena pomocí součinitele α . U desek bez ztužujícího trámu $\alpha = 1$.
- Součinitel zkroucení $\beta_t = 0$
- Rozdělení desky na sloupové a střední pruhy

Tabulka stanovených momentů pro sloupový střední pruh



Označení	M_h	M_d	ω	rozpětí deskového pole			sloupový pruh	střední pruh
				l_1	l_2	l_2/l_1	$M_{sl} = \omega \cdot M_h$	$M_{stř} = (1 - \omega) \cdot M_d$
	[kNm]	[kNm]		[m]	[m]		[kNm]	[kNm]
I.	-55,620		1	6,050	4	0,7	-55,620	0,000
II.		146,280	0,6	6,050	4	0,7	87,768	58,512
III.	-172,420		0,75	6,050	4	0,7	-129,315	-43,105
IV.	-120,360		0,75	6,050	4	0,7	-90,270	-30,090
V.		-101,480	0,6	1,900	4	2,1	-60,888	-40,592

Přepočet momentů na 1m šířky pruhu [kNm/m]

Označení	přepočet na běžný metr			
	b_{sl}	$b_{stř}$	$M_{y,sl}$	$M_{y,stř}$
	[m]	[m]	[kNm/m']	[kNm/m']
I.	2	2	-27,810	0,000
II.	2	2	43,884	29,256
III.	2	2	-64,658	-21,553
IV.	2	2	-45,135	-15,045
V.	0,95	3,05	-64,093	-13,309

6.1.3 Porovnání ohybových momentů: Metodou náhradních rámců a programu SCIA ENGINEER

Porovnání ohybových momentů ve směru osy x:

	M_I [kNm/m]	M_{II} [kNm/m]	M_{III} [kNm/m]	M_{IV} [kNm/m]	M_V [kNm/m]	M_{VI} [kNm/m]
SMĚR X	podpora	pole	podpora	podpora	pole	podpora
Momenty střední pruh						
Metoda náhradních rámců	-6,909	7,341	-7,468	-6,868	7,326	-6,416
Hodnoty ze SCIA ENGINEER	0,000	9,440	0,000	0,000	8,490	0,000
Momenty sloupový pruh						
Metoda náhradních rámců	-35,131	18,663	-37,973	-34,922	18,626	-32,624
Hodnoty ze SCIA ENGINEER	-42,050	13,970	-51,490	-51,490	11,880	-48,710

Porovnání ohybových momentů ve směru osy y:

	M_I [kNm/m]	M_{II} [kNm/m]	M_{III} [kNm/m]	M_{IV} [kNm/m]	M_V [kNm/m]
SMĚR Y	podpora	pole	podpora	podpora	pole
Momenty střední pruh					
Metoda náhradních rámců	0,000	29,256	-21,553	-15,045	-13,309
Hodnoty ze SCIA ENGINEER	0,000	34,990	-18,390	-18,390	-22,200
Momenty sloupový pruh					
Metoda náhradních rámců	-27,810	43,884	-64,658	-45,135	-64,093
Hodnoty ze SCIA ENGINEER	-50,720	38,070	-48,710	-48,710	-27,510

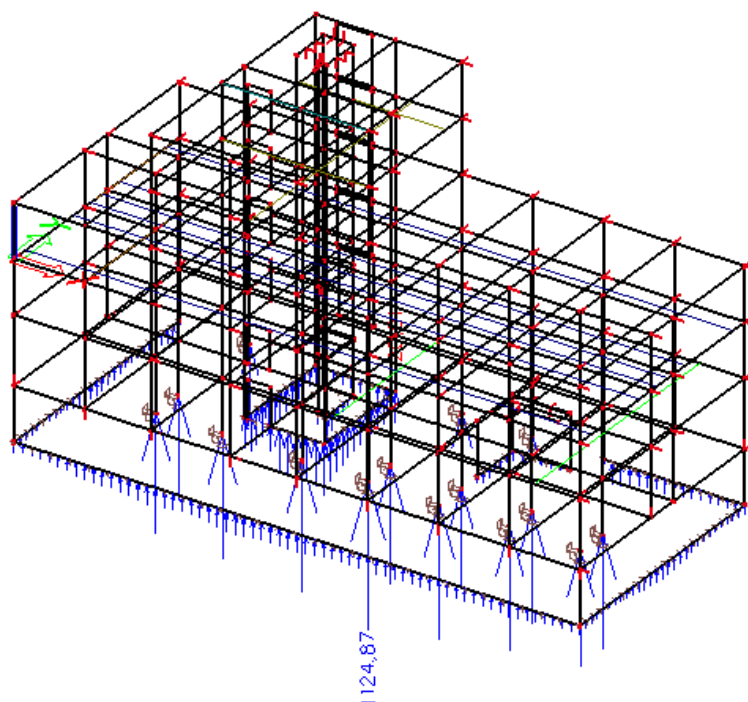
6.2 Ověření reakce sloupu

Ověřila jsem místo s extrémní reakcí. Sloup, ve kterém se nachází největší reakce, odpovídá mému předpokladu. Jedná se o sloup s největší zatěžovací plochou a také o místo, kde je největší součet zatížení.

Pro výpočet jsem použila následující kombinaci zatížení:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} \psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10 a)$$

$$\sum_{j \geq 1} \zeta \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_p P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \quad (6.10 b)$$



obr. 31 Maximální reakce R_z [vlastní]

Výstup z programu SCIA ENGINEER:

Maximální hodnota reakcí:

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Vše
Třída : Všechny MSU

Podpora	Stav	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
Sle5/S6	CO1/1	0,000	-50,21	55,26	397,03	10,10	11,25	-0,08
Sle8/S132	CO1/1	1,450	43,21	-0,93	195,96	0,51	-12,89	-0,13
Sle5/S6	CO1/2	6,050	-11,45	-51,75	238,14	-4,94	7,48	0,42
Sle5/S6	CO1/3	0,000	-47,46	58,96	398,37	9,78	11,44	-0,16
Sle5/S6	CO1/4	6,050	-2,92	4,01	-20,01	0,10	-1,10	-0,11
Sn6/N21	CO1/1		0,59	-5,27	1124,87	4,97	0,58	0,00
Sle2/S2	CO1/1	10,000	4,65	11,39	117,65	-11,28	-0,03	0,00
Sle7/S5	CO1/5	0,000	16,94	37,36	235,60	10,53	0,07	-0,25
Sle5/S6	CO1/6	0,000	-47,46	58,94	398,37	9,78	11,44	-0,16
Sle4/S4	CO1/7	8,000	12,30	0,31	84,82	1,41	-6,09	-0,37
Sle1/S1	CO1/8	14,000	0,40	-9,35	70,77	-5,10	2,19	0,57

6.2.1 Výpočet zatížení posuzovaného sloupu

Stálé zatížení

Strop nad 1.PP

Keramická dlažba	tl. [mm]	celková tl. [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]	zatěž. plocha m ²
Keramická dlažba protiskluzová spárovaná	10	100	21	0,210	1,35	0,284	15,403
vodovzdornou spárovací hmotou							
Vodovzdorný lepicí tmel	3		15	0,045	1,35	0,061	
Hydroizolační stěrka	3		0,045	0,001	1,35	0,001	
Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075	1,35	1,451	
Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020	
Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	40		0,2	0,008	1,35	0,011	
Σ				1,354		1,827	28,149 kN

Síla od stropu nad 1.PP	$g_d =$	28,149 kN
Síla od stropu nad 1.PP	$g_k =$	20,851 kN

Strop nad 1.NP - 2.NP

Koberec	tl. [mm]	celková tl. podlahy [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]	zatěž. plocha m ²
Zátěžový koberec s kobercovou soklovou lištou	4	100	1,6	0,006	1,35	0,009	11,722
Lepidlo	2		18	0,036	1,35	0,049	
Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075	1,35	1,451	
Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020	
Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	50		0,2	0,010	1,35	0,014	
Σ				1,142		1,542	18,073 kN

Keramická dlažba	tl. [mm]	celková tl. podlahy [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]	zatěž. plocha m ²
Keramická dlažba protiskluzová spárovaná vodovzdornou spárovací hmotou	10	100	21	0,210	1,35	0,284	3,681
Vodovzdorný lepící tmel	3		15	0,045	1,35	0,061	
Hydroizolační stěrka	3		0,045	0,001	1,35	0,001	
Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075	1,35	1,451	
Separční vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020	
Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	40		0,2	0,008	1,35	0,011	
Σ				1,354		1,827	6,727 kN

Počet pater 2 36,147 kN
13,454 kN

Síla od stropu nad 1. NP a 2. NP	$g_d =$	49,601 kN
Síla od stropu nad 1. NP a 2. NP	$g_k =$	36,741 kN

Strop nad 3.NP

Koberec	tl. [mm]	celková tl. podlahy [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]	zatěž. plocha m ²
Zátěžový koberec s kobercovou soklovou lištou	4	100	1,6	0,006	1,35	0,009	5,672
Lepidlo	2		18	0,036	1,35	0,049	
Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075	1,35	1,451	
Separční vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020	
Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	50		0,2	0,010	1,35	0,014	
Σ				1,142		1,542	8,745 kN

Keramická dlažba	tl. [mm]	celková tl. podlahy [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]	zatěž. plocha m ²
Keramická dlažba protiskluzová spárovaná vodovzdornou spárovací hmotou	10	100	21	0,210	1,35	0,284	1,781
Vodovzdorný lepící tmel	3		15	0,045	1,35	0,061	
Hydroizolační stěrka	3		0,045	0,001	1,35	0,001	
Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075	1,35	1,451	
Separční vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020	
Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	40		0,2	0,008	1,35	0,011	
Σ				1,354		1,827	3,255 kN

Střešní plášť	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d	zatěž. plocha
	[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	m ²
Vodotěsná izolace dvouvrstvá	7	300	-	0,100	1,35	0,135	7,950
Tepelná izolace z minerálních vláken	240		0,4	0,096	1,35	0,130	
Parotěsná zábrana	4		-	0,025	1,35	0,034	
Penetrační nátěr	1		-	0,025	1,35	0,034	
Spádová vrstva, Perlitbeton	48		5	0,240	1,35	0,324	
Σ				0,486		0,656	5,216 kN

Síla od stropu nad 3.NP	$g_d =$	17,216 kN
Síla od stropu nad 3.NP	$g_k =$	12,753 kN

Strop nad 4.NP

Keramická dlažba	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d	zatěž. plocha
	[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	m ²
Keramická dlažba protiskluzová spárovaná	10	100	21	0,210	1,35	0,284	1,781
vodovzdornou spárovací hmotou							
Vodovzdorný lepicí tmel	3		15	0,045	1,35	0,061	
Hydroizolační stěrka	3		0,045	0,001	1,35	0,001	
Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	43		25	1,075	1,35	1,451	
Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020	
Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	40		0,2	0,008	1,35	0,011	
Σ				1,354		1,827	3,255 kN

Plovoucí podlaha	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d	zatěž. plocha
	[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	m ²
Vrstvené dřevěné lamely	8	100	12	0,096	1,35	0,130	5,672
Podkladní textilie	2		14	0,028	1,35	0,038	
Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	39		25	0,975	1,35	1,316	
Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020	
Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	50		0,2	0,010	1,35	0,014	
Σ				1,124		1,517	8,604 kN

Síla od stropu nad 4.NP	$g_d =$	11,859 kN
Síla od stropu nad 4.NP	$g_k =$	8,785 kN

Strop nad 5.NP

Střešní plášť	tl. [mm]	celková tl. podlahy [mm]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]	zatěž. plocha m ²
Vodotěsná izolace dvouvrstvá	7	300	-	0,100	1,35	0,135	7,453
Tepelná izolace z minerálních vláken	240		0,4	0,096	1,35	0,130	
Parotěsná zábrana	4		-	0,025	1,35	0,034	
Penetrační nátěr	1		-	0,025	1,35	0,034	
Spádová vrstva, Perlitbeton	48		5	0,240	1,35	0,324	
Σ				0,486		0,656	4,890 kN

Síla od stropu nad 5.NP	$g_d =$	4,890 kN
Síla od stropu nad 5.NP	$g_k =$	3,622 kN

Ostatní stálé zatížení						
Omítka	tl. [mm]		γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]
Omítka	10		20	0,200	1,35	0,27
Σ				0,200		0,27

Omítka stropu nad 1.PP, 1.NP, 2.NP, 3.NP 16,635 kN
Omítka stropu nad 4.NP, 5.NP 4,025 kN

Celkem	$g_d =$	20,660 kN
Celkem	$g_k =$	15,304 kN

Železobetonová deska	tl. [mm]		γ [kN/m ³]	g_k [kN/m ²]	γ_f	g_d [kN/m ²]
Železobetonová deska	240		25	6,000	1,35	8,1
Σ				6,000		8,1

Deska nad 1.PP, 1.NP, 2.NP, 3.NP 499,057 kN
Deska nad 4.NP, 5.NP 120,739 kN

Celkem	$g_d =$	619,796 kN
Celkem	$g_k =$	459,108 kN

Příčky			g_k [kN/m ²]	g_k [kN/m]	γ_f	g_d [kN/m]
Příčky 24P+D				8,250	1,35	11,138

Celkem	$g_d =$	101,073 kN
Celkem	$g_k =$	74,869 kN

Proměnné zatížení			
Účel místnosti	q_k [kN/m ²]	γ_f	q_d [kN/m ²]
Kanceláře	3,0	1,5	4,5
Ložnice hotelu	2,0	1,5	3
Chodby	5,0	1,5	7,5
Recepce	3,0	1,5	4,5
Střechy	1	1,5	1,5

Síla od proměnného zatížení	[kN]
Chodba nad 1.PP-2.NP	82,823
Chodba nad 3.NP-4.NP	26,715
Recepce nad 1.PP	52,749
Pokoje nad 1.NP, 2.NP	70,332
Pokoje nad 3.NP, 4.NP	34,032
Střecha nad 3.NP,5.NP	23,105
Celkem $q_d =$	289,755 kN
Celkem $q_k =$	193,170 kN

Zatížení sněhem			
	g_k		g_d
hodnota zatížení sněhem $S =$	0,56 kN/m ²	1,35	0,756 kN/m ²
Celkem $g_d =$			11,645 kN
Celkem $g_k =$			8,626 kN

Zatížení od vlastní tíhy sloupu					
Železobetonový sloup	Plocha [m ²]	γ [kN/m ³]	g_k [kN/m]	γ_f	g_d [kN/m]
Železobetonový sloup	0,09	25	2,25	1,35	3,038

délka sloupu 18,56m

Celkem $g_d =$	56,376 kN
Celkem $g_k =$	41,760 kN

6.2.2 Výpočet reakce a ověření

Součet zatížení		
Stálé zatížení	$g_k =$	682,418 kN
Stálé zatížení	$g_d =$	921,264 kN
Proměnné zatížení	$q_k =$	193,170 kN
Proměnné zatížení	$q_d =$	289,755 kN

Výsledná normálová síla v patě sloupu z programu SCIA ENGINEER	1124,87 kN
Výsledná normálová síla v patě sloupu z ověřovacího ručního výpoč 6.10 a	1124,09 kN
Výsledná normálová síla v patě sloupu z ověřovacího ručního výpoč 6.10 b	1072,83 kN
Procentuální odchylka	0,069 %

Reakce vypočítaná ručním výpočtem se od reakce vypočtené programem liší o 0,069 %, výsledná reakce je tedy v pořádku.

7. NÁVRH VÝZTUŽE STROPNÍ DESKY

7.1 Materiálové charakteristiky

Beton C 25/30			
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	25	MPa
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	16,667	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	f_{ctm}	2,6	MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	31	GPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_c	1,5	

Výztuž B500B - 10505.0			
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa
Návrhová pevnost výztuže v tahu i tlaku	f_{yd}	434,783	MPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_s	1,15	

7.2 Stanovení krytí

TLoušťka stropní konstrukce $h_d = 240$ mm

Vstupní parametry

profil výztuže $\emptyset$	10	mm
stupeň vlivu prostředí	XC1	beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu
třída konstrukce	S4	návrhová životnost 50 let

Nominální krycí vrstva

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

c_{min} minimální krycí vrstva

Δc_{dev} návrhová odchylka

Minimální krycí vrstva

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b} ; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} ; 10 \}$$

$c_{min,b} = 10$ minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti

$c_{min,dur} = 15$ minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí

$\Delta c_{dur,\gamma} = 0$ přídavná bezpečnostní složka

$\Delta c_{dur,st} = 0$ redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli

$\Delta c_{dur,add} = 0$ redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany

$$c_{min} = \max \{ 10 ; 15 + 0 - 0 - 0 ; 10 \}$$

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10$$

$$c_{nom} = 15 + 10$$

$$c_{nom} = 25 \text{ mm}$$

Navržené krytí betonářské výztuže je minimálně **25mm**.

7.3 Návrh výztuže stropní desky

Návrh nutné plochy výztuže pro M_{Ed} :

- Nutná plocha výztuže $A_{s1,req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$

Dimenzování železobetonové desky:

- Poloha neutrální osy $x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}}$

- Rameno vnitřních sil $z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x$

- Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c \geq M_{Ed}$

Kontrola míry vyztužení:

- Minimální nutná plocha výztuže $A_{s,min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} > 0,0013 \cdot b \cdot d$

- Maximální možná plocha výztuže $A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c$

- Podmínka míry vyztužení $A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$

Kontrola vzdálenosti výztuže:

- Osová vzdálenost výztuže

nosná výztuž: $s \leq s_{max,slabs} = \min \{2 \cdot h; 300 \text{ mm}\}$

rozdělovací výztuž: $s \leq s_{max,slabs} = \min \{3 \cdot h; 400 \text{ mm}\}$

- Mezera mezi vložkami

$$s_u = s - \emptyset / 2, s_u > \max \{1,2 \cdot \emptyset, d_g + 5\text{mm}; 20\text{mm}\}$$

7.3.1 Návrh výztuže $M_{y,d}$ (spodní povrch desky)

$$M_{Ed, y-} = 43,950 \text{ kNm/m}$$

$$b_{dim} = 1 \text{ m} \Rightarrow M_{Ed, y-} = \mathbf{43,950 \text{ kNm}}$$

Návrh výztuže

$$d = h - c - \emptyset / 2 = 240 - 25 - 10 / 2 = 210 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_{s1, req} &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) \\ &= 1 \cdot 0,21 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 43,950}{1 \cdot 0,21^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = 4,97 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\mathbf{\text{Navrženo } 7 \emptyset 10, A_s = 5,498 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2}$$

Posouzení

$$h = 0,240 \quad \text{m}$$

$$b = 1 \quad \text{m}$$

$$d = 0,210 \quad \text{m}$$

$$A_s = 5,498 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{5,498 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,667} = 0,0032 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,0032}{0,210} = 0,015 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,210 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0032 = 0,209 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 5,498 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,209 = 49,892 \text{ kNm}$$

$$\mathbf{M_{Ed,y-} = 43,950 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 49,892 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}}$$

Kontrola míry vyztužení

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1 \cdot 0,21 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 2,839 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,21 \\ &= 2,73 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

$$A_s = 5,498 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,min} = 2,839 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,24 = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 5,498 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola osové vzdálenosti výztuže

$$s \leq s_{\max, \text{slabs}} = \min \{2 \cdot h; 300 \text{ mm}\} = \min \{480; 300\} \Rightarrow 140 \leq 300 \quad \text{vyhovuje}$$

Tabulka návrhu výztuže $M_{y,d}$

Momenty $M_{y,d}$ spodní okraj desky

směr	označení řezů	M_{ed} [kNm/m]	profil ϕ [m ²]	a_ϕ [m ²]	$a_{s1, req}$ [m ²]	návrh	A_s [m ²]	$A_s \geq a_{s1, req}$	d [m]	x [m]	$\xi = x/d < \xi_{bal,1}$	M_{rd} [kNm/m]	$M_{rd} \geq M_{ed}$
Střední pruh	1 - 1	33,980	10	7,854E-05	3,81E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	1 - 1	28,300	10	7,854E-05	3,16E-04	5 / ϕ 10	3,927E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,011 < 0,617	35,700	vyhovuje
	2 - 2	39,040	10	7,854E-05	4,40E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	2 - 2	15,950	10	7,854E-05	1,77E-04	4 / ϕ 10	3,142E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,009 < 0,617	28,585	vyhovuje
	3 - 3	39,410	10	7,854E-05	4,44E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	3 - 3	9,130	8	5,027E-05	1,01E-04	4 / ϕ 10	2,011E-04	vyhovuje	0,211	0,001	0,006 < 0,617	18,404	vyhovuje
	4 - 4	39,690	10	7,854E-05	4,47E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	4 - 4	15,800	10	7,854E-05	1,75E-04	4 / ϕ 10	3,142E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,009 < 0,617	28,585	vyhovuje
	5 - 5	36,650	10	7,854E-05	4,12E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	5 - 5	32,510	10	7,854E-05	3,64E-04	5 / ϕ 10	3,927E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,011 < 0,617	35,700	vyhovuje
	6 - 6	35,580	10	7,854E-05	4,00E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	6 - 6	35,140	10	7,854E-05	3,95E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	7 - 7	34,990	10	7,854E-05	3,93E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	7 - 7	34,780	10	7,854E-05	3,90E-04	5 / ϕ 10	3,927E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,011 < 0,617	35,700	vyhovuje
	8 - 8	33,040	10	7,854E-05	3,70E-04	5 / ϕ 10	3,927E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,011 < 0,617	35,700	vyhovuje
	8 - 8	33,020	10	7,854E-05	3,70E-04	5 / ϕ 10	3,927E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,011 < 0,617	35,700	vyhovuje
Sloupový pruh	1 - 1	41,870	10	7,854E-05	4,72E-04	7 / ϕ 10	5,498E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,015 < 0,617	49,892	vyhovuje
	1 - 1	41,210	10	7,854E-05	4,65E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	2 - 2	39,730	10	7,854E-05	4,48E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	2 - 2	27,620	10	7,854E-05	3,08E-04	4 / ϕ 10	3,142E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,009 < 0,617	28,585	vyhovuje
	3 - 3	43,590	10	7,854E-05	4,92E-04	7 / ϕ 10	5,498E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,015 < 0,617	49,892	vyhovuje
	4 - 4	43,950	10	7,854E-05	4,97E-04	7 / ϕ 10	5,498E-04	vyhovuje	0,210	0,0032	0,015 < 0,617	49,892	vyhovuje
	5 - 5	43,920	10	7,854E-05	4,96E-04	7 / ϕ 10	5,498E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,015 < 0,617	49,892	vyhovuje
	5 - 5	28,590	10	7,854E-05	3,19E-04	5 / ϕ 10	3,927E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,011 < 0,617	35,700	vyhovuje
	6 - 6	39,420	10	7,854E-05	4,44E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	6 - 6	38,390	10	7,854E-05	4,32E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	7 - 7	38,690	10	7,854E-05	4,36E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	7 - 7	38,820	10	7,854E-05	4,37E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	8 - 8	37,600	10	7,854E-05	4,23E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	8 - 8	37,950	10	7,854E-05	4,27E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	9 - 9	40,850	10	7,854E-05	4,61E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje
	9 - 9	40,630	10	7,854E-05	4,58E-04	6 / ϕ 10	4,712E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802	vyhovuje

7.3.2 Návrh výztuže $M_{x,d}$ (spodní povrch desky)

$$M_{Ed, x-} = 24,630 \text{ kNm/m}$$

$$b_{dim} = 1 \text{ m} \Rightarrow M_{Ed, x-} = 24,630 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

$$d = h - c - \emptyset - \emptyset / 2 = 240 - 25 - 10 - 8 / 2 = 201 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_{s1, req} &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) \\ &= 1 \cdot 0,21 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 24,630}{1 \cdot 0,201^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = 2,73 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Navrženo } 6 \emptyset 8, A_s = 3,016 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení

$$h = 0,240 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$d = 0,201 \text{ m}$$

$$A_s = 3,016 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,016 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,667} = 0,0017 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,0017}{0,201} = 0,009 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,201 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0017 = 0,200 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 3,016 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,200 = 26,265 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed,y-} = 24,630 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 26,265 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola míry vyztužení

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1 \cdot 0,201 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 2,718 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d \\ &= 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,201 = 2,613 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

$$A_s = 3,016 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,min} = 2,718 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,24 = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 3,016 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola osové vzdálenosti výztuže

$$s \leq s_{\max, \text{slabs}} = \min \{2 \cdot h; 300 \text{ mm}\} = \min \{480; 300\} \Rightarrow 160 \leq 300 \quad \text{vyhovuje}$$

Tabulka návrhu výztuže $M_{x,d}$

Momenty $M_{x,d}$ spodní okraj desky													
směr	označení řezu	M_{ed}	profil $\emptyset$	$a_{\emptyset}$	$a_{s1, req}$	návrh	A_s	$A_s \geq a_{s1, req}$	d	x	$\xi = x/d < \xi_{bal,1}$	M_{rd}	$M_{rd} \geq M_{ed}$
		[kNm/m]	[m ²]	[m ²]	[m ²]								
Střední pruh	1 - 1	28,340	8	5,027E-05	3,15E-04	7 / $\emptyset$ 8	3,519E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,010 < 0,617	30,625	vyhovuje
	1 - 1	18,690	8	5,027E-05	2,06E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	1 - 1	27,030	8	5,027E-05	3,00E-04	7 / $\emptyset$ 8	3,519E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,010 < 0,617	30,625	vyhovuje
	1 - 1	24,350	8	5,027E-05	2,70E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	2 - 2	19,530	8	5,027E-05	2,16E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	2 - 2	15,330	8	5,027E-05	1,69E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	3 - 3	18,920	8	5,027E-05	2,09E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	4 - 4	27,610	8	5,027E-05	3,07E-04	7 / $\emptyset$ 8	3,519E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,010 < 1,617	30,625	vyhovuje
Střední pruh	4 - 4	23,820	8	5,027E-05	2,64E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	1 - 1	19,520	8	5,027E-05	2,16E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	1 - 1	12,570	8	5,027E-05	1,38E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	2 - 2	18,070	8	5,027E-05	1,99E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje
	3 - 3	13,180	8	5,027E-05	1,45E-04	6 / $\emptyset$ 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265	vyhovuje

7.3.3 Návrh výztuže $M_{y,d+}$ (horní povrch desky)

$$M_{Ed, y+} = 63,600 \text{ kNm/m}$$

$$b_{dim} = 1 \text{ m} \Rightarrow M_{Ed, y+} = 63,600 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

$$d = h - c - \emptyset / 2 = 240 - 25 - 14 / 2 = 208 \text{ mm}$$

$$A_{s1, req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$= 1 \cdot 0,208 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 63,600}{1 \cdot 0,208^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = 7,37 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Navrženo } 5 \emptyset 14, A_s = 7,697 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení

$$h = 0,240 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$d = 0,208 \text{ m}$$

$$A_s = 7,697 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{7,697 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,667} = 0,0045 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,005}{0,208} = 0,021 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,208 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0045 = 0,206 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 7,697 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,206 = 69,009 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed, y+} = 63,600 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 69,009 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s, min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1 \cdot 0,208 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 2,812 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1 \cdot$$

$$0,208 = 2,704 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_s = 7,697 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s, min} = 2,812 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s, max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,24 = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 7,697 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s, max} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola osové vzdálenosti výztuže

$$s \leq s_{\max, \text{slabs}} = \min \{2 \cdot h; 300 \text{ mm}\} = \min \{480; 300\} \Rightarrow 200 \leq 300 \quad \text{vyhovuje}$$

Tabulka návrhu výztuže $M_{y,d+}$

Momenty $M_{y,x}$, horní okraj desky												
směr	M_{ed} [kNm/m]	profil $\varnothing$ [m ²]	$a_\varnothing$ [m ²]	$a_{s1, req}$ [m ²]	návrh	A_s [m ²]	$A_s \geq a_{s1, req}$	d [m]	x [m]	$\xi = x/d < \xi_{bal,1}$	M_{rd} [kNm/m]	$M_{rd} \geq M_{ed}$
Krajní pole	Hlavní síť											
	63,600	14	1,539E-04	7,37E-04	5 / $\varnothing$ 14	7,697E-04	vyhovuje	0,208	0,0045	0,021 < 0,617	69,009	vyhovuje
	97,230	16	2,011E-04	1,16E-03	6 / $\varnothing$ 16	1,206E-03	vyhovuje	0,207	0,007	0,034 < 0,617	107,106	vyhovuje
	57,960	14	1,539E-04	6,69E-04	5 / $\varnothing$ 14	7,697E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,021 < 0,617	69,009	vyhovuje
	34,850	14	1,539E-04	3,95E-04	4 / $\varnothing$ 14	6,158E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,017 < 0,617	55,303	vyhovuje
	Doplnění výztuže											
	92,110	16	2,011E-04	1,09E-03	6 / $\varnothing$ 16	1,206E-03	vyhovuje	0,207	0,007	0,034 < 0,617	107,106	vyhovuje
	53,360	14	1,539E-04	6,14E-04	4 / $\varnothing$ 14	6,158E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,017 < 0,617	55,303	vyhovuje
Střední pole	Hlavní síť											
	54,690	14	1,539E-04	6,30E-04	5 / $\varnothing$ 14	7,697E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,021 < 0,617	69,009	vyhovuje
	40,080	14	1,539E-04	4,56E-04	4 / $\varnothing$ 14	6,158E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,017 < 0,617	55,303	vyhovuje
	56,700	14	1,539E-04	6,54E-04	5 / $\varnothing$ 14	7,697E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,021 < 0,617	69,009	vyhovuje
	Doplnění výztuže											
	24,880	14	1,539E-04	2,80E-04	4 / $\varnothing$ 14	6,158E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,017 < 0,617	55,303	vyhovuje

7.3.4 Návrh výztuže $M_{x,d+}$ (horní povrch desky)

$$M_{Ed, x-} = 51,900 \text{ kNm/m}$$

$$b_{dim} = 1 \text{ m} \Rightarrow M_{Ed, x-} = 51,900 \text{ kNm}$$

Návrh výztuže

$$d = h - c - \emptyset - \emptyset / 2 = 240 - 25 - 14 - 14 / 2 = 194 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} A_{s1, req} &= b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right) \\ &= 1 \cdot 0,194 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 51,900}{1 \cdot 0,194^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = 6,14 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Navrženo } 5 \emptyset 14, A_s = 7,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení

$$h = 0,240 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$d = 0,194 \text{ m}$$

$$A_s = 7,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{7,69 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,667} = 0,004 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,004}{0,194} = 0,023 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,194 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,004 = 0,192 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 3,016 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,192 = 64,324 \text{ kNm}$$

$$M_{Ed, X-} = 51,900 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 64,324 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s, min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1 \cdot 0,194 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 2,623 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d$$

$$= 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,194 = 2,522 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_s = 7,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s, min} = 2,623 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s, max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,24 = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 7,69 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s, max} = 9,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola osové vzdálenosti výztuže

$$s \leq s_{\max, \text{slabs}} = \min \{2 \cdot h; 300 \text{ mm}\} = \min \{480; 300\} \Rightarrow 200 \leq 300 \quad \text{vyhovuje}$$

Tabulka návrhu výztuže $M_{x,d+}$

Momenty $M_{x_{c-}}$,spodní okraj desky													
směr	označení řezu	M_{ed} [kNm/m]	profil $\emptyset$ [m ²]	$a_{\emptyset}$ [m ²]	$a_{s1,req}$ [m ²]	návrh	A_s [m ²]	$A_s \geq a_{s1,req}$	d [m]	x [m]	$\xi = x/d < \xi_{bal,1}$	M_{rd}	$M_{rd} \geq M_{ed}$
Krajní pole	Hlavní síť												
		48,070	14	1,539E-04	5,51E-04	4 / Ø 14	6,158E-04	vyhovuje	0,194	0,004	0,018 < 0,617	51,555	vyhovuje
		38,390	14	1,539E-04	4,36E-04	4 / Ø 14	6,158E-04	vyhovuje	0,194	0,004	0,018 < 0,617	51,555	vyhovuje
		53,410	14	1,539E-04	6,14E-04	5 / Ø 14	7,697E-04	vyhovuje	0,194	0,004	0,023 < 0,617	64,324	vyhovuje
	Doplnění výztuže												
		65,180	14	1,539E-04	7,57E-04	6 / Ø 14	9,236E-04	vyhovuje	0,194	0,005	0,028 < 0,617	77,046	vyhovuje
Střední pole		38,400	12	1,131E-04	4,37E-04	5 / Ø 12	5,655E-04	vyhovuje	0,195	0,003	0,017 < 0,617	47,621	vyhovuje
	Hlavní síť												
		43,260	14	1,539E-04	4,94E-04	4 / Ø 14	6,158E-04	vyhovuje	0,194	0,004	0,018 < 0,617	51,555	vyhovuje
		51,900	14	1,539E-04	5,96E-04	5 / Ø 14	7,697E-04	vyhovuje	0,194	0,004	0,023 < 0,617	64,324	vyhovuje
	Doplnění výztuže												
		23,040	10	7,854E-05	2,59E-04	4 / Ø 10	3,142E-04	vyhovuje	0,196	0,002	0,009 < 0,617	26,672	vyhovuje
	26,710	12	1,131E-04	3,01E-04	4 / Ø 12	4,524E-04	vyhovuje	0,195	0,003	0,013 < 0,617	38,148	vyhovuje	

7.4 Kotevní a přesahová délka

7.4.1 Kotevní a přesahová délka pro spodní vrstvy výztuže

Výpočet kotevní a přesahové délky pro $\varnothing 10\text{mm}$:

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = (\varnothing / 4) \cdot (f_{yd} / f_{bd}) = (10 / 4) \cdot (434,783 / 2,7) = 402,577 \text{ mm}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 \cdot 1,8 / 1,5 = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1 \quad \text{doporučená hodnota}$$

$$\eta_1 = 1 \quad \text{pro dobré podmínky soudržnosti}$$

$$\eta_2 = 1 \quad \text{pro } \varnothing \leq 32\text{mm}$$

Kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 402,577 = 311,997 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 320 \text{ mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$320 \geq 120,772 \text{ mm vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \varnothing, 100\text{mm}\} = \max \{120,772; 100; 100\} = 120,772 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = 1 \quad \text{vliv tvaru prutu za předpokladu odpovídající krycí vrstvy betonu, pro přímý prut}$$

$$\alpha_2 = \quad \text{vliv minimální betonové krycí vrstvy}$$

$$c_d = \min (a/2, c_1, c) = \min (132,8/2, 25; 25) = (66,4; 25; 25) = 25 \text{ mm}$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot (c_d - \varnothing) / \varnothing = 1 - 0,15 \cdot (25 - 10) / 10 = 0,775 \geq 0,7 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\leq 1 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\alpha_3 = 1 \quad \text{vliv ovinutí příčnou výztuží, výztuž není ovinuta}$$

$$\alpha_4 = 1 \quad \text{bez přivařené výztuže}$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0,7$$

$$0,775 \cdot 1 \cdot 1 = 0,775 \geq 0,7 \quad \text{splněno}$$

Návrh délky přesahu

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad \text{návrhová přesahová délka}$$

$$l_0 = 1 \cdot 0,775 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,414 \cdot 346,793 = 380 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 380 \text{ mm}$$

$$380 \geq 200 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}, 15 \varnothing, 200\text{mm}\} \quad \text{minimální přesahová délka}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot 1,414 \cdot 363,915; 150; 200\} = \max \{154,373; 150; 200\} = 200 \text{ mm}$$

$$\alpha_6 = 1,414 \quad \alpha_6 = (\rho_1 / 25)^{0,5} = (50 / 25)^{0,5} = 1,414 \geq 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\leq 1,5 \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (10 / 4) \cdot (393,029 / 2,7) = 363,915 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{4,97 \cdot 10^{-4}}{5,498 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 393,029 \text{ MPa}$$

$$A_{s,rqd} = 4,97 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = A_s = 5,498 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Výpočet kotevní a přesahové délky pro $\varnothing 8\text{mm}$:

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = (\varnothing / 4) \cdot (f_{yd} / f_{bd}) = (8 / 4) \cdot (434,783 / 2,7) = 322,061 \text{ mm}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 \cdot 1,8 / 1,5 = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1 \quad \text{doporučená hodnota}$$

$$\eta_1 = 1 \quad \text{pro dobré podmínky soudržnosti}$$

$$\eta_2 = 1 \quad \text{pro } \varnothing \leq 32\text{mm}$$

Kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 322,061 = 225,443 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 250 \text{ mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$250 \geq 100 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \varnothing, 100\text{mm}\} = \max \{96,618; 100; 100\} = 100 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = 1 \quad \text{vliv tvaru prutu za předpokladu odpovídající krycí vrstvy betonu, pro přímý prut}$$

$$\alpha_2 = \quad \text{vliv minimální betonové krycí vrstvy}$$

$$c_d = \min (a/2, c_1, c) = \min (160/2, 25; 25) = (80; 25; 25) = 25 \text{ mm}$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot (c_d - \emptyset) / \emptyset = 1 - 0,15 \cdot (25 - 8) / 8 = 0,681 \geq 0,7 \Rightarrow 0,7 \text{ vyhovuje}$$

$$\leq 1 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\alpha_3 = 1 \quad \text{vliv ovinutí příčnou výztuží, výztuž není ovinuta}$$

$$\alpha_4 = 1 \quad \text{bez přivařené výztuže}$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0,7$$

$$0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7 \geq 0,7 \quad \text{splněno}$$

Návrh délky přesahu

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad \text{návrhová přesahová délka}$$

$$l_0 = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,414 \cdot 291,521 = 288,547 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 300 \text{ mm}$$

$$300 \geq 200 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}, 15 \emptyset, 200\text{mm}\} \quad \text{minimální přesahová délka}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot 1,414 \cdot 291,521; 150; 200\} = \max \{123,663; 150; 200\} = 200 \text{ mm}$$

$$\alpha_6 = 1,414 \quad \alpha_6 = (\rho_1 / 25)^{0,5} = (50 / 25)^{0,5} = 1,414 \geq 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\leq 1,5 \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (8 / 4) \cdot (393,553 / 2,7) = 291,521 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{2,73 \cdot 10^{-4}}{3,016 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 393,554 \text{ MPa}$$

$$A_{s,rqd} = 2,73 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = A_s = 3,016 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

7.4.2 Kotevní a přesahová délka pro horní vrstvy výztuže

Výpočet kotevní a přesahové délky pro $\emptyset 14\text{mm}$:

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = (\emptyset / 4) \cdot (f_{yd} / f_{bd}) = (14 / 4) \cdot (434,783 / 2,7) = 563,607 \text{ mm}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 \cdot 1,8 / 1,5 = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1 \quad \text{doporučená hodnota}$$

$$\eta_1 = 1 \quad \text{pro dobré podmínky soudržnosti}$$

$$\eta_1 = 1 \quad \text{pro } \emptyset \leq 32 \text{ mm}$$

Kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 563,607 = 563,607 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 570 \text{ mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$570 \geq 169,082 \text{ mm vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \emptyset, 100 \text{ mm}\} = \max \{169,082; 140; 100\} = 169,082 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = 1 \quad \text{vliv tvaru prutu za předpokladu odpovídající krycí vrstvy betonu, pro přímý prut}$$

$$\alpha_2 = 1 \quad \text{vliv minimální betonové krycí vrstvy}$$

$$\alpha_3 = 1 \quad \text{vliv ovinutí příčnou výztuží, výztuž není ovinuta}$$

$$\alpha_4 = 1 \quad \text{bez přivařené výztuže}$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0,7$$

$$1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \geq 0,7$$

Návrh délky přesahu

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad \text{návrhová přesahová délka}$$

$$l_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,414 \cdot 463,083 = 654,799 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 660 \text{ mm}$$

$$550 \geq 228,925 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}, 15 \emptyset, 200 \text{ mm}\} \quad \text{minimální přesahová délka}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot 1,414 \cdot 539,663; 150; 200\} = \max \{228,925; 150; 200\} = 228,925 \text{ mm}$$

$$\alpha_6 = 1,414 \quad \alpha_6 = (\rho_1 / 25)^{0,5} = (50 / 25)^{0,5} = 1,414 \geq 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\leq 1,5 \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (14 / 4) \cdot (416,312 / 2,7) = 539,663 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{7,37 \cdot 10^{-4}}{7,697 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 416,312 \text{ MPa}$$

$$A_{s,rqd} = 7,37 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = A_s = 7,697 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Výpočet kotevní a přesahové délky pro $\varnothing$ 16mm:

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = (\varnothing / 4) \cdot (f_{yd} / f_{bd}) = (16 / 4) \cdot (434,783 / 2,7) = 644,123 \text{ mm}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 \cdot 1,8 / 1,5 = 1,2 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1 \quad \text{doporučená hodnota}$$

$$\eta_1 = 1 \quad \text{pro dobré podmínky soudržnosti}$$

$$\eta_2 = 1 \quad \text{pro } \varnothing \leq 32 \text{ mm}$$

Kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 644,123 = 644,123 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 650 \text{ mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$650 \geq 193,237 \text{ mm vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \varnothing, 100 \text{ mm}\} = \max \{193,237; 160; 100\} = 193,237 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = 1 \quad \text{vliv tvaru prutu za předpokladu odpovídající krycí vrstvy betonu, pro přímý prut}$$

$$\alpha_2 = 1 \quad \text{vliv minimální betonové krycí vrstvy}$$

$$\alpha_3 = 1 \quad \text{vliv ovinutí příčnou výztuží, výztuž není ovinuta}$$

$$\alpha_4 = 1 \quad \text{bez přivařené výztuže}$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0,7$$

$$1 \cdot 1 \cdot 1 = 1 \geq 0,7$$

Návrh délky přesahu

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad \text{návrhová přesahová délka}$$

$$l_0 = 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,414 \cdot 619,554 = 613,235 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 620 \text{ mm}$$

$$620 \geq 262,815 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}, 15 \varnothing, 200 \text{ mm}\} \quad \text{minimální přesahová délka}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot 1,414 \cdot 619,554; 150; 200\} = \max \{262,815; 240; 200\} = 262,815 \text{ mm}$$

$$\alpha_6 = 1,414 \quad \alpha_6 = (\rho_1 / 25)^{0,5} = (50 / 25)^{0,5} = 1,414 \geq 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\leq 1,5 \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{b,rqd} = (\varnothing / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (16 / 4) \cdot (418,199 / 2,7) = 619,554 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{1,16 \cdot 10^{-3}}{1,206 \cdot 10^{-3}} \cdot 434,783 = 418,199 \text{ MPa}$$

$$A_{s,rqd} = 1,16 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = A_s = 1,206 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

7.5 Rekapitulace návrhu výztuže

Spodní výztuž směr y

návrh	A_s	$A_s \geq a_{s1,req}$	d	x	$\xi = x/d < \xi_{bal,1}$	M_{rd}
	[m ²]		[m]	[m]		[kNm/m]
4 / Ø 10	3,14E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,009 < 0,617	28,585
5 / Ø 10	3,93E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,011 < 0,617	35,700
6 / Ø 10	4,71E-04	vyhovuje	0,210	0,003	0,013 < 0,617	42,802
7 / Ø 10	5,50E-04	vyhovuje	0,21	0,003	0,015 < 0,617	49,892

Spodní výztuž směr x

návrh	A_s	$A_s \geq a_{s1,req}$	d	x	$\xi = x/d < \xi_{bal,1}$	M_{rd}
	[m ²]		[m]	[m]		[kNm/m]
7 / Ø 8	3,519E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,010 < 0,617	30,625
6 / Ø 8	3,016E-04	vyhovuje	0,201	0,002	0,009 < 0,617	26,265

Horní výztuž směr y

návrh	A_s	$A_s \geq a_{s1,req}$	d	x	$\xi = x/d < \xi_{bal,1}$	M_{rd}
	[m ²]		[m]	[m]		[kNm/m]
4 / Ø 14	6,158E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,017 < 0,617	55,303
5 / Ø 14	7,697E-04	vyhovuje	0,208	0,004	0,021 < 0,617	69,009
6 / Ø 16	1,206E-03	vyhovuje	0,207	0,007	0,034 < 0,617	107,106
4 / Ø 10	3,142E-04	vyhovuje	0,210	0,002	0,009 < 0,617	28,585

Horní výztuž směr x

návrh	A_s	$A_s \geq a_{s1,req}$	d	x	$\xi = x/d < \xi_{bal,1}$	M_{rd}
	[m ²]		[m]	[m]		[kNm/m]
4 / Ø 10	3,14E-04	vyhovuje	0,196	0,002	0,009 < 0,617	26,672
4 / Ø 12	4,52E-04	vyhovuje	0,195	0,003	0,013 < 0,617	38,148
5 / Ø 12	5,65E-04	vyhovuje	0,195	0,003	0,017 < 0,617	47,621
4 / Ø 14	6,16E-04	vyhovuje	0,194	0,004	0,018 < 0,617	51,555
5 / Ø 14	7,70E-04	vyhovuje	0,194	0,004	0,023 < 0,617	64,324
6 / Ø 14	9,24E-04	vyhovuje	0,194	0,005	0,028 < 0,617	77,046

8. NÁVRH VÝZTUŽE PRO ZAJIŠTĚNÍ KONSTRUKCE PROTI ŘETĚZOVÉMU ZŘÍCENÍ

Výztuž pro zajištění konstrukce proti řetězovému zřícení je navržena:

- dolní výztuž v obou směrech je ve sloupovém pruhu spojitá
- v oblasti sloupu + 0,5 tloušťky desky je výztuž nadimenzována na větší z hodnot:

A) Dle ČSN EN 1992-1-1:

Vnitřní ztužení:

$$\begin{aligned}F_{tie} &= (l_1 + l_2) \cdot q_3 / 2 \leq q_4 \\&= (6,050 + 4) \cdot 20 / 2 \leq 70 \\&= 100,5 \text{ kN} \leq 70 \text{ kN} \Rightarrow F_{tie} = 70 \text{ kN}\end{aligned}$$

l_1, l_2 ...rozpětí po obou stranách nosníku

q_3 = 20 kN/m

q_4 = 70 kN

Obvodové ztužení:

$$\begin{aligned}F_{tie,per} &= l_1 \cdot q_1 \leq q_2 \\&= 6,050 \cdot 10 \leq 70 \\&= 60,5 \text{ kN} \leq 70 \text{ kN} \Rightarrow F_{tie,per} = 60,5 \text{ kN}\end{aligned}$$

l_1 ...délka krajního pole

q_1 = 10 kN/m

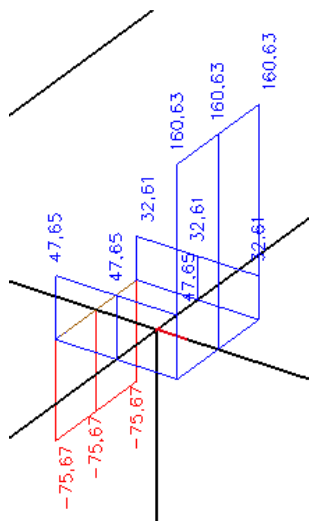
q_2 = 70 kN

B) Síla v protlačení sloupu rozdělená do příslušných směrů:

Odečtení hodnot z programu SCIA ENGINEER:

$$V_1 = 160,63 \cdot 0,3 = 48,189 \text{ kN}$$

$$V_2 = 47,65 \cdot 0,3 = 14,295 \text{ kN}$$



Obr. 32 Odečtení síly pro výpočet [vlastní]

Pro výpočet výztuže proti řetězovému zřícení je méně příznivá hodnota z výpočtu A).

Výpočet výztuže pro vnitřní ztužení:

$$A_{s,req} = F_{ed} / f_{yd} = 70 \cdot 10^3 / 434,783 = 160,999 \text{ mm}^2$$

Návrh 2 Ø 12, $A_s = 226,195 \text{ mm}^2$

$$\text{Posouzení } 226,195 \cdot 434,783 \cdot 10^{-3} = 98,346 \text{ kN} \geq 70 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

Výpočet výztuže obvodového ztužení:

$$A_{s,req} = F_{ed} / f_{yd} = 60,5 \cdot 10^3 / 434,783 = 139,150 \text{ mm}^2$$

Návrh 2 Ø 12, $A_s = 226,195 \text{ mm}^2$

$$\text{Posouzení } 226,195 \cdot 434,783 \cdot 10^{-3} = 98,346 \text{ kN} \geq 60,5 \text{ kN} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

Návrh délky přesahu

$$l_0 = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd} \geq l_{0,min} \quad \text{návrhová přesahová délka}$$

$$l_0 = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,414 \cdot 324,839 = 321,526 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh 350 mm}$$

$$350 \text{ mm} \geq 200 \text{ mm} \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot \alpha_6 \cdot l_{b,rqd}, 15 \phi, 200 \text{ mm}\} \quad \text{minimální přesahová délka}$$

$$l_{0,min} > \max \{0,3 \cdot 1,414 \cdot 360,931; 180; 200\} = \max \{153,107; 180; 200\} = 200 \text{ mm}$$

$$\alpha_6 = 1,414 \quad \alpha_6 = (\rho_1 / 25)^{0,5} = (50 / 25)^{0,5} = 1,414 \geq 1,0 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\leq 1,5 \quad \text{vyhovuje}$$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (12 / 4) \cdot (324,839 / 2,7) = 360,931 \text{ mm}$$

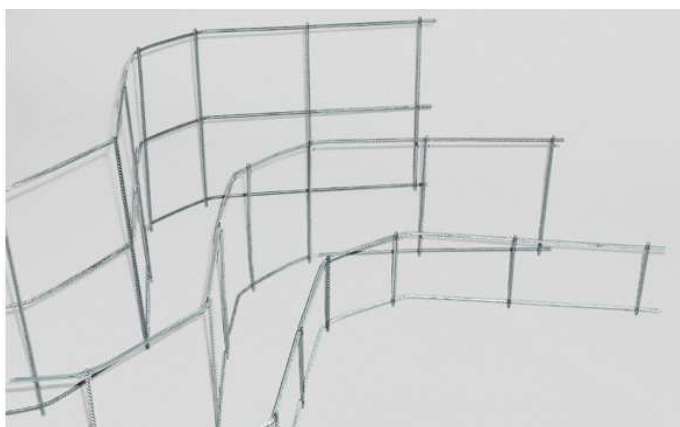
$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{1,69 \cdot 10^{-4}}{2,262 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 324,839 \text{ MPa}$$

$$A_{s,rqd} = 1,61 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = A_s = 2,262 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

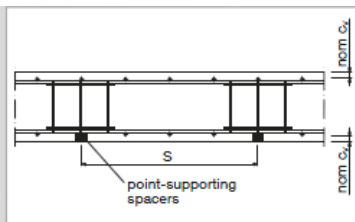
9. NÁVRH DISTANČNÍCH ŽEBŘÍČKŮ

Pro správné uložení výztuže jsem navrhla distanční žebříčky U-Korb. Potřebné množství, jak vyplývá z tabulky je pro výztuž $\emptyset \geq 6,5 \text{ mm}$ 0,84 ks/m². Výška distančního žebříčku je 140 mm.



Obr. 33 Distanční žebříčky [16]

Structural element: slabs					
Spacer fixing distances S					
Supporting bar diameter d_s	max. S	Single spacer	Required quantity m ²		
			L = 0.18 m	L = 0.33 m	L = 1.00 m
≤ 6.5 mm	0.50 m	4	3.0	2.5	1.33
> 6.5 mm	0.70 m	2	1.6	1.4	0.84



Obr. 34 Tabulka prvků [16]

Návrh distanční žebříček UKS14 – 390 ks.

Počet žebříčků je pro desku D3 – deska nad 2. NP.

10. VÝPOČET PROTLAČENÍ

Hodnoty pro posouzení protlačení byly odečteny z programu SCIA ENGINEER.

10.1 Výpočet protlačení vnitřního sloupu

Stanovení kontrolovaného obvodu u_1 ve vzdálenosti $2d$ od líce sloupu:

krytí	$c = 25 \text{ mm}$
tloušťka desky	$h_d = 240 \text{ mm}$
výztuž směr x	$A_{sx} = 1,078 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
výztuž směr y	$A_{sy} = 1,078 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
kontrolovaný obvod	$u_0 = 4 \cdot c = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ m}$
	$u_1 = 4 \cdot c + 2 \cdot \pi \cdot r = 4 \cdot 0,3 + 2 \cdot \pi \cdot 0,402 = 3,726 \text{ m}$
účinná výška y	$d_y = 208 \text{ mm}$
účinná výška x	$d_x = 194 \text{ mm}$
průměrná účinná výška	$d = \frac{208+194}{2} = 201 \text{ mm}$

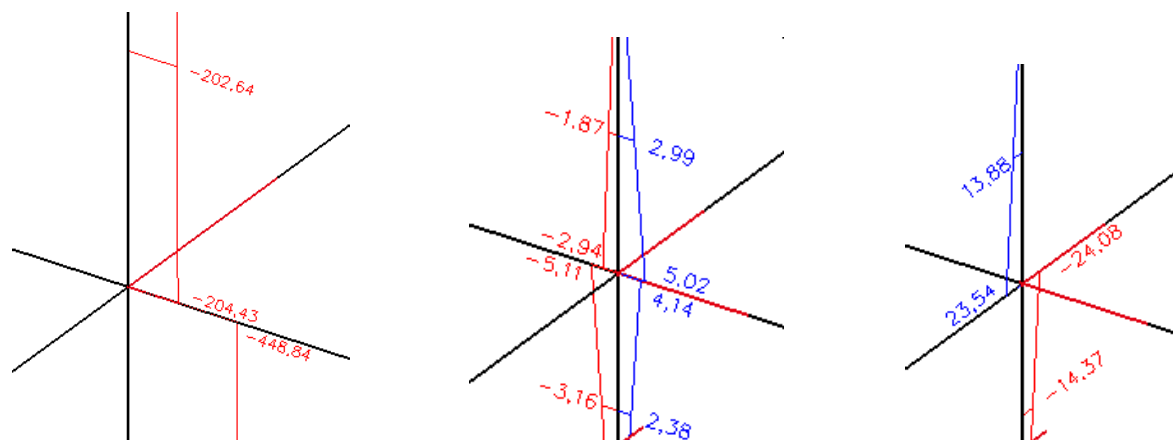
Odečtení hodnot z programu pro výpočet:

Nejvíce namáhané místo uzel N108.

$$V_{ed} = 244,41 \text{ kN}$$

$$M_{ed,y} = 0,54 \text{ kNm}$$

$$M_{ed,x} = 2,17 \text{ kNm}$$



Obr. 35 Průběh normálových sil na sloupu, momentů M_y , momentů M_x [vlastní]

Výpočet součinitele β :

$$\begin{aligned}\beta &= 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1} \\ &= 1 + 0,6 \cdot \frac{2,17}{244,41} \cdot \frac{3,726}{1,401} = 1,014\end{aligned}\quad \dots \text{počítám s vyšší hodnotou } \beta$$

$$\begin{aligned}\beta &= 1 + k \cdot \frac{M_{Ed}}{V_{Ed}} \cdot \frac{u_1}{W_1} \\ &= 1 + 0,6 \cdot \frac{0,54}{244,41} \cdot \frac{3,726}{1,401} = 1,004\end{aligned}$$

$$k = 0,6 \quad \dots \text{součinitel závisející na poměru } c_1/c_2$$

$$W_1 = \frac{c_1^2}{2} + c_1 \cdot c_2 + 4 \cdot c_2 \cdot d + 16 d^2 + 2 \cdot \pi \cdot d \cdot c_1$$

$$W_1 = 0,3^2 / 2 + 0,3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,3 \cdot 0,201 + 16 \cdot 0,201^2 + 2 \cdot \pi \cdot 0,201 \cdot 0,3$$

$$W_1 = 1,401 \text{ m}^2$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu:

$$v_{ed,0} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = 1,014 \cdot \frac{244,41}{1,2 \cdot 0,201} = 1027,495 \text{ kPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 16,667 \cdot 10^3 = 4500,09 \text{ kPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{ed,0} = 1027,495 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 4500,09 \text{ kPa} \dots \text{vyhovuje}$$

Posouzení 1. kontrolovaného obvodu u_1 :

$$v_{ed,1} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 1,014 \cdot \frac{244,41}{3,726 \cdot 0,201} = 330,916 \text{ kPa}$$

Únosnost ve smyku při protlačení desky bez smykové výztuže:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \leq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,997 \cdot (100 \cdot 0,00356 \cdot 25)^{1/3} = 0,496 \text{ MPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$$

$$= 1 + \sqrt{\frac{200}{201}} = 1,997 \leq 2,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} = \sqrt{3,561 \cdot 10^{-3} \cdot 3,561 \cdot 10^{-3}} = 3,561 \cdot 10^{-3} \leq 0,02 \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_{ly} = \rho_{lx} = \frac{A_{sy}}{b \cdot d} = 1,078 \cdot 10^{-3} / (1,506 \cdot 0,201) = 3,561 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{šířka desky } b = \text{tloušťka sloupu} + (3 \cdot d) \cdot 2 = 0,3 + (3 \cdot 0,201) \cdot 2 = 1,506 \text{ m}$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$v_{\min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,997^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,493 \text{ MPa}$$

Podmínky posouzení:

$$V_{ed,1} \leq V_{Rd,c}$$

$$330,916 \text{ kPa} \leq 496,618 \text{ kPa} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$V_{Rd,c} \geq v_{\min}$$

$$496,618 \text{ kPa} \geq 493 \text{ kPa} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

=> Není nutný návrh výztuže na protlačení.

10.2 Výpočet protlačení krajního sloupu

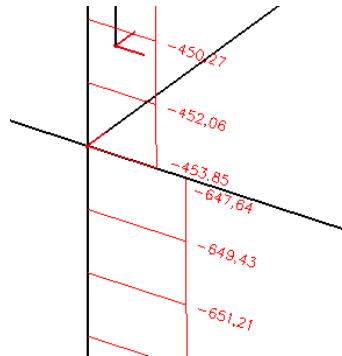
Stanovení kontrolovaného obvodu

krytí	$c = 25 \text{ mm}$
tloušťka desky	$h_d = 240 \text{ mm}$
výztuž směr x	$A_{sx} = 1,539 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
výztuž směr y	$A_{sy} = 2,001 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
kontrolovaný obvod	$u_1 = 2,162 \text{ m}$ $u_1^* = 1,862 \text{ m}$
účinná výška y	$d_y = 208 \text{ mm}$
účinná výška x	$d_x = 194 \text{ mm}$
průměrná účinná výška	$d = \frac{208+194}{2} = 201 \text{ mm}$

Odečtení hodnot z programu pro výpočet:

Nejvíce namáhané místo uzel N324.

$$V_{ed} = 193,79 \text{ kN}$$



Obr. 36 Průběh normálových sil na sloupu [vlastní]

Výpočet součinitele β :

$$\beta = \frac{u_1}{u_{1*}} + k \cdot \frac{u_1}{W_1} \cdot e_{par}$$

$$\beta = \frac{2,162}{1,862} + 0,6 \cdot \frac{2,162}{0,866} \cdot 0,005 = 1,167$$

$$e_{par} = 0,9 / 193,79 = 0,005$$

$$W_1 = \frac{c_2^2}{4} + c_1 c_2 + 4 c_1 d + 8 d^2 + \pi d c_2 = \frac{0,3^2}{4} + 0,3 \cdot 0,3 + 4 \cdot 0,3 \cdot 0,201 + 8 \cdot 0,201^2 + \pi \cdot 0,201 \cdot 0,3$$

$$= 0,866 \text{ m}^2$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu:

$$v_{ed,0} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = 1,167 \cdot \frac{193,79}{1,2 \cdot 0,201} = 937,616 \text{ kPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 16,667 \cdot 10^3 = 4500,09 \text{ kPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{ed,0} = 937,616 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 4500,09 \text{ kPa} \dots \text{vyhovuje}$$

Posouzení 1. kontrolovaného obvodu u_1 :

$$v_{ed,1} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 1,167 \cdot \frac{193,79}{2,162 \cdot 0,201} = 520,416 \text{ kPa}$$

Únosnost ve smyku při protlačení desky bez smykové výztuže:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \leq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,997 \cdot (100 \cdot 0,0058 \cdot 25)^{1/3} = 0,584 \text{ MPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$$

$$= 1 + \sqrt{\frac{200}{201}} = 1,997 \leq 2,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} = \sqrt{5,084 \cdot 10^{-3} \cdot 6,610 \cdot 10^{-3}} = 5,797 \cdot 10^{-3} \leq 0,02 \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx}}{b \cdot d} = 1,539 \cdot 10^{-3} / (1,506 \cdot 0,201) = 5,084 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = \frac{A_{sy}}{b \cdot d} = 2,001 \cdot 10^{-3} / (1,506 \cdot 0,201) = 6,610 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{šířka desky } b = \text{tloušťka sloupu} + (3 \cdot d) \cdot 2 = 0,3 + (3 \cdot 0,201) \cdot 2 = 1,506 \text{ m}$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,997^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,493 \text{ MPa}$$

Podmínky posouzení:

$$v_{ed,1} \leq v_{Rd,c}$$

$$520,416 \text{ kPa} \leq 584,362 \text{ kPa} \quad \dots \text{vyhovuje} \quad \Rightarrow \text{není nutný návrh výztuže na protlačení}$$

$$v_{Rd,c} \geq v_{min}$$

$$584,362 \text{ kPa} \geq 493,861 \text{ kPa} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

10.3 Výpočet protlačení rohového sloupu

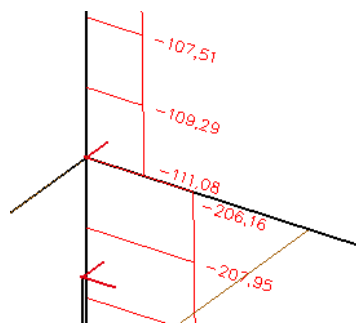
Stanovení kontrolovaného obvodu

krytí	$c = 25 \text{ mm}$
tloušťka desky	$h_d = 240 \text{ mm}$
výztuž směr x	$A_{sx} = 1,693 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
výztuž směr y	$A_{sy} = 2,001 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$
kontrolovaný obvod	$u_1 = 1,231 \text{ m}$
	$u_1^* = 1,031 \text{ m}$
účinná výška y	$d_y = 208 \text{ mm}$
účinná výška x	$d_x = 194 \text{ mm}$
průměrná účinná výška	$d = \frac{208+194}{2} = 201 \text{ mm}$

Odečtení hodnot z programu pro výpočet:

Nejvíce namáhané místo uzel N105.

$$V_{ed} = 95,05 \text{ kN}$$



Obr. 37 Průběh normálových sil [vlastní]

Výpočet součinitele β

$$\beta = \frac{u_1}{u_1^*} = \frac{1,231}{1,031} = 1,19$$

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{ed,0} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = 1,19 \cdot \frac{95,08}{1,2 \cdot 0,201} = 469,093 \text{ kPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,54 \cdot 16,667 \cdot 10^3 = 4500,09 \text{ kPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{25}{250}\right) = 0,54$$

$$v_{ed,0} = 469,093 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 4500,09 \text{ kPa} \dots \text{vyhovuje}$$

Posouzení 1. kontrolovaného obvodu u_1 :

$$v_{ed,1} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_1 \cdot d} = 1,19 \cdot \frac{95,08}{1,231 \cdot 0,201} = 457,279 \text{ kPa}$$

Únosnost ve smyku při protlačení desky bez smykové výztuže:

$$v_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \leq (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp})$$

$$v_{Rd,c} = 0,12 \cdot 1,997 \cdot (100 \cdot 0,0061 \cdot 25)^{1/3} = 0,594 \text{ MPa}$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$$

$$= 1 + \sqrt{\frac{200}{201}} = 1,997 \leq 2,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} = \sqrt{5,593 \cdot 10^{-3} \cdot 6,610 \cdot 10^{-3}} = 6,080 \cdot 10^{-3} \leq 0,02 \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx}}{b \cdot d} = 1,693 \cdot 10^{-3} / (1,506 \cdot 0,201) = 5,593 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = \frac{A_{sy}}{b \cdot d} = 2,001 \cdot 10^{-3} / (1,506 \cdot 0,201) = 6,610 \cdot 10^{-3}$$

$$\text{šířka desky } b = \text{tloušťka sloupu} + (3 \cdot d) \cdot 2 = 0,3 + (3 \cdot 0,201) \cdot 2 = 1,506 \text{ m}$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,997^{3/2} \cdot 25^{1/2} = 0,493 \text{ MPa}$$

Podmínky posouzení:

$$v_{ed,1} \leq v_{Rd,c}$$

$$457,279 \text{ kPa} \leq 594,268 \text{ kPa} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$v_{Rd,c} \geq v_{min}$$

$$594,268 \text{ kPa} \geq 493,861 \text{ kPa} \quad \dots \text{vyhovuje} \quad \Rightarrow \text{není nutný návrh výztuže na protlačení}$$

11. NÁVRH A POSOUZENÍ VÝZTUŽE SLOUPU

Hlavní nosnou konstrukci tvoří sloupy o půdorysném rozměru 300 x 300 mm. Níže se nachází výpočet posuzovaného sloupu S1 a S2. V prvním podzemním podlaží je délka sloupu 3 m, v 1. NP je délka sloupu 3,8m. V dalších podlažích je délka 3m. Výztuž těchto sloupů bude uvažována stejná jako u sloupu S1.

11.1 Materiálové charakteristiky

Beton C 25/30			
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	25	MPa
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	16,667	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	f_{ctm}	2,6	MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	31	GPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_c	1,5	

Výztuž B500B - 10505.0			
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa
Návrhová pevnost výztuže v tahu i tlaku	f_{yd}	434,783	MPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_s	1,15	

11.2 Stanovení krytí

Vstupní parametry

profil výztuže $\emptyset$	12	mm
stupeň vlivu prostředí	XC1	beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu
třída konstrukce	S4	návrhová životnost 50 let

Nominální krycí vrstva

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

c_{min} minimální krycí vrstva

Δc_{dev} návrhová odchylka

Minimální krycí vrstva

$$c_{\min} = \max \{ c_{\min,b} ; c_{\min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} ; 10 \}$$

$$c_{\min,b} = 12 \quad \text{minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti}$$

$$c_{\min,dur} = 15 \quad \text{minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí}$$

$$\Delta c_{dur,\gamma} = 0 \quad \text{přídavná bezpečnostní složka}$$

$$\Delta c_{dur,st} = 0 \quad \text{redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli}$$

$$\Delta c_{dur,add} = 0 \quad \text{redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany}$$

$$c_{\min} = \max \{ 12 ; 15 + 0 - 0 - 0 ; 10 \}$$

$$c_{\min} = 15 \quad \text{mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10$$

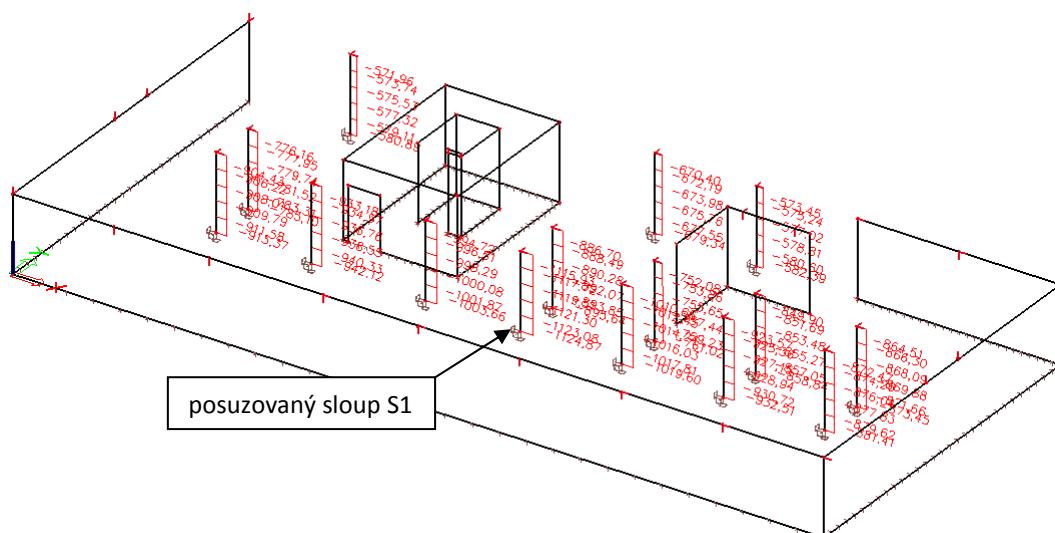
$$c_{nom} = 15 + 10$$

$$c_{nom} = 25 \quad \text{mm}$$

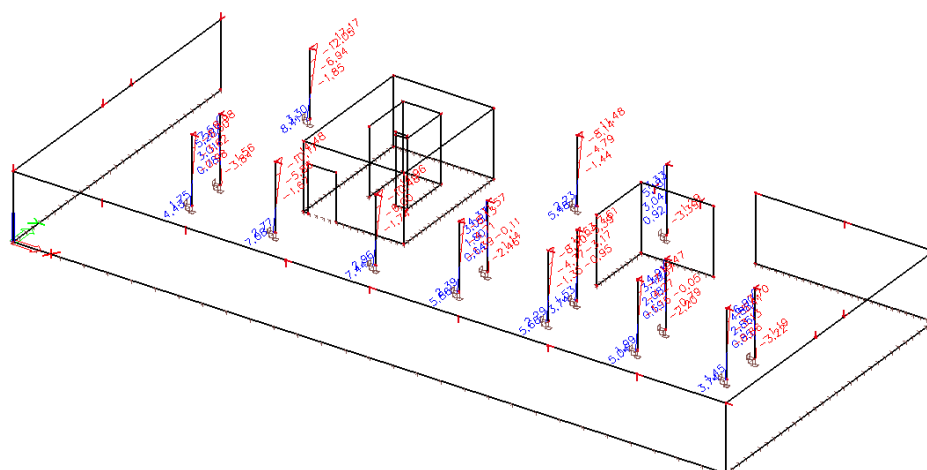
Navržené krytí betonářské výztuže je minimálně **25mm**.

11.3 Návrh výztuže a posouzení sloupu S1

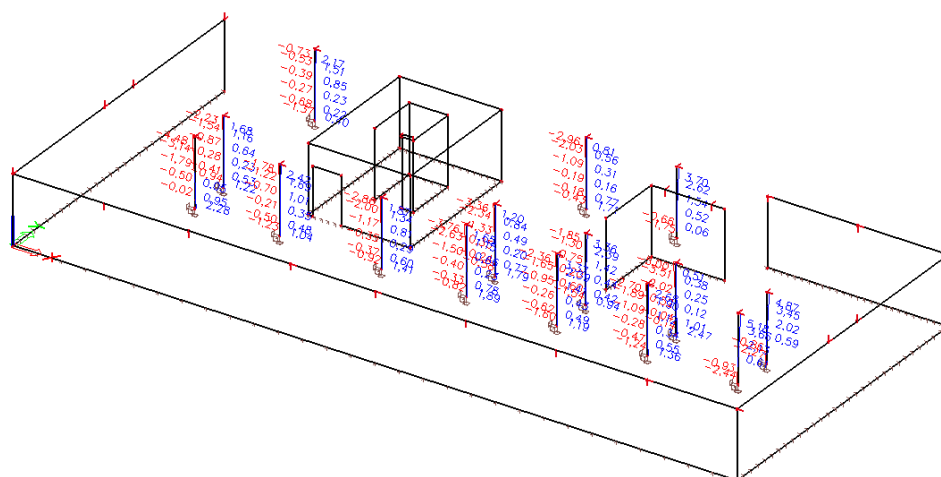
11.3.1 Vnitřní síly sloupu



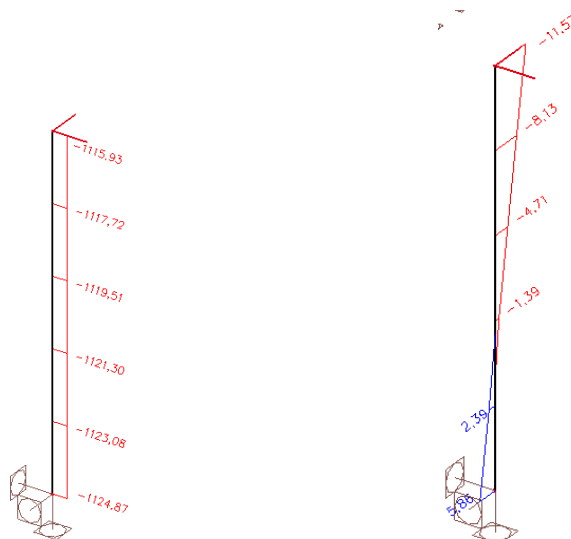
Obr. 38 Průběh normálových sil po výšce sloupu [vlastní]



Obr. 39 Průběh momentů M_x po výšce sloupu [vlastní]



Obr. 40 Průběh momentů M_y po výšce sloupu [vlastní]



Obr.41 Průběh ohybového momentu a normálové síly pro posouzení průřezu sloupu [vlastní]

Horní část sloupu	Ned,0 = 1115,93 kN	Med,0 = 11,57 kNm
Dolní část sloupu	Ned,1 = 1124,87 kN	Med,1 = 5,85 kNm

11.3.2 Geometrické imperfekce

Odchyšky v geometrii konstrukce, které způsobují přídavná namáhání, zohledním formou geometrické imperfekce.

$$\begin{aligned}
 e_i &= \theta_i \cdot l_0 / 2 \\
 &= 3,955 \cdot 10^{-3} \cdot 2,1/2 = 0,0042 \text{ m} \\
 \theta_i &= \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m \\
 &= 1/200 \cdot 1,0 \cdot 0,791 = 3,955 \cdot 10^{-3} \\
 \theta_0 &= 1 / 200 \\
 \alpha_h &= 2 / \sqrt{h} = 2 / \sqrt{3} = 1,15 \\
 &2/3 \leq \alpha_h \leq 1 \Rightarrow \alpha_h = 1,0 \\
 \alpha_m &= \sqrt{0,5 \cdot (1 + \frac{1}{m})} = \sqrt{0,5 \cdot (1 + \frac{1}{4})} = 0,791 \\
 m &= 4 \\
 l_0 &= 0,7 \cdot l = 0,7 \cdot 3 = 2,1
 \end{aligned}$$

$$\text{spodní část sloupu } M_{i0} = N_{ed,0} \cdot e_i = 1124,87 \cdot 0,0042 = 4,724 \text{ kNm}$$

$$\text{horní část sloupu } M_{i1} = N_{ed,1} \cdot e_i = 1115,93 \cdot 0,0042 = 4,687 \text{ kNm}$$

Ohybové momenty zahrnující účinek imperfekcí:

$$\text{spodní část sloupu: } M_{0,Ed} = 5,86 + 4,724 = 10,584 \text{ kNm}$$

$$\text{horní část sloupu: } M_{1,Ed} = 11,58 + 4,687 = 16,267 \text{ kNm}$$

11.3.3 Účinky druhého řádu

Účinky druhého řádu je možné zanedbat, pokud je splněna podmínka $\lambda < \lambda_{lim}$.

λ_{lim} z vypočítaných hodnot:

$$\begin{aligned}\lambda_{lim} &= 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} = 20 \cdot 0,751 \cdot 1,305 \cdot 1,194 / \sqrt{0,75} = 27,024 \\ &= 27,024 \leq 75 \Rightarrow \lambda_{lim} = 27,024\end{aligned}$$

$$A = 1 / (1 + 0,2 \cdot \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \cdot 1,655) = 0,751$$

$$\varphi_{ef} = \varphi_{(nek,t0)} \cdot M_{0Eq} / M_{0Ed} = 2,1 \cdot 9,12 / 11,57 = 1,655$$

$$M_{0Eq} = 9,12 \text{ kNm}$$

moment od kvazistálé kombinace

$$M_{0Ed} = 11,57 \text{ kNm}$$

moment od návrhové kombinace

$$\varphi_{(nek,t0)} = 2,1$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,352} = 1,305$$

$$\omega = A_s \cdot f_{yd} / A_c \cdot f_{cd} = 1,213 \cdot 10^{-3} \cdot 434,783 / 0,09 \cdot 16,667 = 0,352$$

$$C = 1,7 - r_m = 1,7 - 5,86 / 11,58 = 1,194$$

$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 1124,87 / (0,09 \cdot 16,667 \cdot 10^3) = 0,75 \quad \text{poměrná normálová síla}$$

Výpočet štíhlostního poměru λ :

$$\lambda = l_0 / i = 2,1 / 0,0866 = 24,249$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 0,7 \cdot 3 = 2,1$$

$$i = \sqrt{I/A} = \sqrt{6,75 \cdot 10^{-4} / 0,09} = 0,0866 \quad \begin{array}{l} \text{poloměr setrvačnosti betonového} \\ \text{průřezu bez trhlin} \end{array}$$

$$I_y = 1/12 \cdot 0,3 \cdot 0,3^3 = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

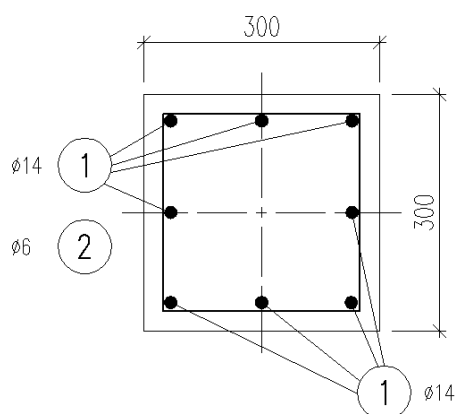
Posouzení:

$$\lambda < \lambda_{lim}$$

$$24,249 < 27,024$$

... vyhovuje => Účinky druhého řádu mohou být zanedbány.

11.3.4 Návrh výztuže sloupu



Obr. 42 Schéma vyztužení průřezu sloupu [vlastní]

Návrh podélné výztuže

Výztuž $\varnothing 14$ mm, $A_s = 1,232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Návrh smykové výztuže

$V_{ed} = 8,65 \text{ kN}$

Návrh 2 střížný třmínek $\varnothing 6$, $s = 280 \text{ mm}$, $A_{s,prov} = 5,654 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot \frac{z \cdot \cot \theta}{s} = 5,654 \cdot 10^{-5} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,234 \cdot \cot 30}{0,300} = 33,211 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,261 = 0,234 \text{ m}$$

$$s = 0,3 \text{ m}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$A_{sw} = 5,654 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$f_{ywd} = 434,783 \text{ MPa}$$

$V_{ed} = 8,65 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 33,211 \text{ kN}$...vyhovuje

$s = 300 \text{ mm} \leq s_{cl,max} = 280 \text{ mm}$... nevyhovuje $\Rightarrow s = 280 \text{ mm}$

vzdálenost třmíneků v blízkosti styčnicku $= 0,6 \cdot s = 0,6 \cdot 280 = 160 \text{ mm}$

Konstrukční zásady – podélné pruty

Podélné pruty

Navržen $\varnothing 14$ mm, $A_s = 1,232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$

Posouzení průměru výztuže $\varnothing_t = 14 \text{ mm} \geq \varnothing_{min} = 8 \text{ mm}$... *vyhovuje*

Minimální plocha výztuže

$$A_{s,min} = \frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0,002 \cdot A_c$$

$$= 0,1 \cdot 1124,87 / 434,783 = 2,557 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$2,557 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \geq 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Průřezová plocha sloupu

$$A_c = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ m}^2$$

Maximální plocha výztuže

$$A_{s,max} \leq 0,04 A_c = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Posouzení

$$A_{s,min} \geq 0,002 \cdot A_c \leq 0,04 A_c$$

$$2,557 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \geq 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 1,232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \geq A_{s,min} = 2,557 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_s = 1,232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \leq A_{s,max} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \dots \text{vyhovuje}$$

Konstrukční zásady – příčné pruty (třmínky)

Posouzení průměru výztuže

$$\varnothing_t \geq \varnothing_{min} = 6 \text{ mm}$$

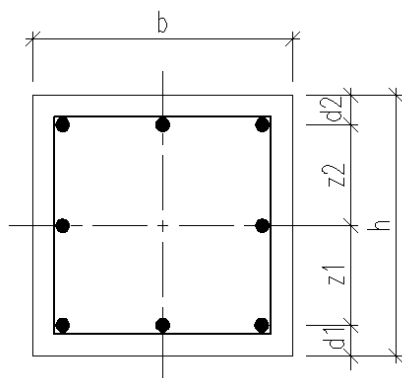
Osová vzdálenost výztuže

$$s_{cl,max} = \min \{20 \cdot \varnothing_t, \text{menší z rozměru sloupu}, 400\text{mm}\}$$

$$= \min \{280, 300, 400\} = 280 \text{ mm}$$

Vzdálenost třmínků v oblasti desky $s = 0,6 \cdot 280 = 168 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } s = 160 \text{ mm}$

11.3.5 Výpočet bodů interakčního diagramu



Obr. 43 Schéma označení vzdáleností [vlastní]

plocha výztuže 3 $\varnothing 14$

2 $\varnothing 14$

$$3 \varnothing 14 \Rightarrow A_{s,celk} = 1,231 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$d = 300 - 25 - 6 - 14 / 2 = 262 \text{ mm}$$

$$d_1 = 25 + 6 + 14 / 2 = 38 \text{ mm}$$

$$d_2 = 25 + 8 + 14 / 2 = 38 \text{ mm}$$

$$z_1 = 300 / 2 - 38 = 112 \text{ mm}$$

$$z_2 = 300 / 2 - 38 = 112 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 4,618 \cdot 434,783 \cdot 10^3 = 200,79 \text{ kN}$$

$$F_{s2} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 4,618 \cdot 434,783 \cdot 10^3 = 200,79 \text{ kN}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,783}{200} = 2,174 \text{ ‰}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{3,5}{3,5 + 2,174} = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}} = \frac{3,5}{3,5 - 2,174} = 2,639$$

$$x_{bal1} = \xi_{bal,1} \cdot d = 0,617 \cdot 0,262 = 0,162 \text{ m}$$

$$x_{bal2} = \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 2,639 \cdot 0,038 = 0,100 \text{ m}$$

Bod 0

Tlakové porušení při rovnoměrném rozdělení přetvoření v tlačeném betonu po celé výšce průřezu.

$$\begin{aligned} N_{Rd0} &= - (b \cdot h \cdot \eta \cdot f_{cd} + \sum A_s \cdot \sigma_s) \\ &= - (0,3 \cdot 0,3 \cdot 1,0 \cdot 16,667 \cdot 10^3 + 9,236 \cdot 10^{-4} \cdot 400 \cdot 10^3) \\ &= - 1869,451 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd0} &= (A_{s2} \cdot z_2 - A_{s1} \cdot z_1) \cdot \sigma_s \\ &= (4,618 \cdot 10^{-4} \cdot 0,112 - 4,618 \cdot 10^{-4} \cdot 0,112) \cdot 400 \cdot 10^3 \\ &= 0 \end{aligned}$$

$$\sigma_s = \varepsilon_{c2} \cdot E_s = 0,02 \cdot 200 \cdot 10^3 = 400 \text{ MPa} \leq f_{yd} = 500 / 1,15 = 434,783 \text{ MPa}$$

Bod 1

Neutrální osa prochází těžištěm výztuže A_{s1} .

$$\varepsilon_{s1} = 0$$

$$F_{s1} = 0$$

$$x = d = 0,262 \text{ m} > \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 0,100 \Rightarrow \sigma_{s2} = f_{yd} = 434,783 \text{ MPa}$$

$$N_{Rd1} = - (\lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} + F_{s2})$$

$$\begin{aligned}
 &= - (0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,263 \cdot 1,0 \cdot 16,667 \cdot 10^3 + 200,79) \\
 &= -1248,789 \text{ kN} \\
 M_{Rd1} &= \lambda \cdot b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot (h - \lambda \cdot d) / 2 + F_{s2} \cdot z_2 \\
 &= 0,8 \cdot 0,3 \cdot 0,262 \cdot 1 \cdot 16,667 \cdot 10^3 \cdot (0,3 - 0,8 \cdot 0,260) / 2 + 200,79 \cdot 0,112 \\
 &= 69,858 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Bod 2

Neutrální osa leží ve vzdálenosti $x_{bal,1}$ od tlačného okraje průřezu (rozhraní mezi tlakovým a tahovým porušením).

$$\begin{aligned}
 x &= \xi_{bal,1} \cdot d = 0,617 \cdot 0,262 = 0,162 \geq x = \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 0,100 \dots \text{vyhovuje} \\
 \Rightarrow \sigma_{s1} &= \sigma_{s2} = f_{yd} = 434,783 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 N_{Rd2} &= - (\lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} + \Delta F_s) \\
 &= - (0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,262 \cdot 0,3 \cdot 16,667 \cdot 10^3 + 0) \\
 &= -646,616 \text{ kN} \\
 M_{Rd2} &= \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot (0,3 - \lambda \cdot \xi_{bal,1} \cdot d) + F_{s1} \cdot z + F_{s2} \cdot z \\
 &= 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,262 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 16,667 \cdot 10^3 \cdot (0,3 - 0,8 \cdot 0,617 \cdot 0,262) / 2 + 200,79 \cdot 0,112 + \\
 &\quad 200,79 \cdot 0,112 \\
 &= 100,158 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

Bod 3

Případ namáhání prostým ohybem.

Poloha x vyplývá z řešení kvadratické rovnice:

$$\begin{aligned}
 b \cdot \lambda \cdot x^2 \cdot \eta \cdot f_{cd} + A_{s2} \cdot \varepsilon_{cu,3} \cdot E_s \cdot x - A_{s2} \cdot \varepsilon_{cu,3} \cdot E_s \cdot d_2 - A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot x &= 0 \\
 0,3 \cdot 0,8 \cdot x^2 \cdot 1 \cdot 16,667 \cdot 10^3 + 4,618 \cdot 10^{-4} \cdot 3,5 \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot x - 4,618 \cdot 10^{-4} \cdot 3,5 \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot 0,038 - \\
 4,618 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot x &= 0 \\
 4000 x^2 + 3,23 \cdot 10^5 x - 12284,255 - 200,789 x &= 0 \Rightarrow x = 0,038 \text{ m}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{s2} &= \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (x - d_2) = \frac{3,5}{0,038} \cdot (0,038006 - 0,038) = 0,528 < \varepsilon_{yd} = \frac{434,783}{200} = 2,174 \text{ ‰} \\
 \varepsilon_{s1} &= \frac{\varepsilon_{cu3}}{x} \cdot (d_2 - x) = \frac{3,5}{0,038} \cdot (0,263 - 0,038) = 24,124 > \varepsilon_{yd} = \frac{434,783}{200} = 2,174 \text{ ‰}
 \end{aligned}$$

$$N_{Rd3} = 0 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd3} &= \lambda \cdot x \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot (h - \lambda \cdot x) / 2 + A_{s2} \cdot \varepsilon_{s2} \cdot E_s \cdot z_2 + A_{s1} \cdot f_{yd} \cdot z_1 \\ &= 0,8 \cdot 0,040 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 16,667 \cdot 10^3 \cdot (0,3 - 0,8 \cdot 0,038) / 2 + 4,618 \cdot 10^{-4} \cdot 0,528 \cdot 200 \cdot 10^6 \cdot \\ &\quad 0,112 + 4,618 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,112 \\ &= 48,422 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Bod 4

Působíště tahové síly na mezi porušení leží v těžišti výztuže A_{s2} .

$$\begin{aligned} N_{Rd4} &= F_{s1} \\ &= 200,79 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd4} &= F_{s1} \cdot z_1 \\ &= 200,79 \cdot 0,112 \\ &= 22,49 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Bod 5

Působíště tahové síly leží v těžišti A_{s1} a A_{s2} .

$$\begin{aligned} N_{Rd5} &= F_{s1} + F_{s1} \\ &= 200,79 + 200,79 \\ &= 401,58 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{Rd5} &= F_{s1} \cdot z_1 - F_{s2} \cdot z_2 \\ &= 200,79 \cdot 0,112 - 200,79 \cdot 0,112 \\ &= 0 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Bod Z

Značí plné využití tláčené výztuže A_{s2} .

$$x = x_{bal,2}$$

$$\begin{aligned} N_{RdZ} &= -(\lambda \cdot \xi_{bal,2} \cdot d_2 \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} + \Delta F_s) \\ &= -(0,8 \cdot 2,639 \cdot 0,038 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 16,667 \cdot 10^3 + 0) \\ &= -401,280 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$M_{RdZ} = \lambda \cdot \xi_{bal,2} \cdot d_2 \cdot b \cdot \eta \cdot f_{cd} \cdot (h - \lambda \cdot \xi_{bal,2} \cdot d_2) / 2 + F_{s1} \cdot z_1 + F_{s2} \cdot z_2$$

$$\begin{aligned} &= 0,8 \cdot 2,639 \cdot 0,038 \cdot 0,3 \cdot 1 \cdot 16,667 \cdot 10^3 \cdot (0,3 - 0,8 \cdot 2,639 \cdot 0,038) / 2 + 200,79 \cdot 0,112 + \\ &200,79 \cdot 0,112 \\ &= 89,066 \text{ kNm} \end{aligned}$$

Body počítané níže vznikají při namáhání průřezu momentem opačného znaménka. V absolutní hodnotě jsou tedy stejné jako v předchozí části.

Bod 1'

$$N_{Rd1'} = - 1248,788 \text{ kN}$$

$$M_{Rd1'} = - 69,858 \text{ kNm}$$

Bod 2'

$$N_{Rd2'} = - 646,616 \text{ kN}$$

$$M_{Rd2'} = - 100,158 \text{ kNm}$$

Bod 3'

$$N_{Rd3'} = 0 \text{ kN}$$

$$M_{Rd3'} = - 48,442 \text{ kNm}$$

Bod 4'

$$N_{Rd4'} = 200,79 \text{ kN}$$

$$M_{Rd4'} = - 22,488 \text{ kNm}$$

Bod 5'

$$N_{Rd5'} = - 401,58 \text{ kN}$$

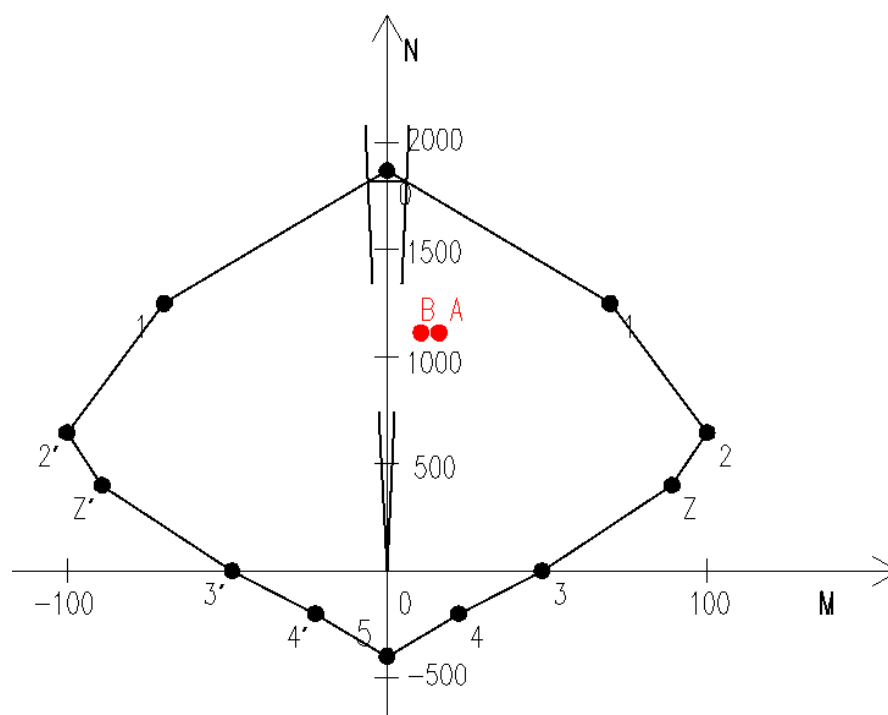
$$M_{Rd5'} = 0 \text{ kNm}$$

Bod Z'

$$N_{RdZ'} = -401,280 \text{ kN}$$

$$M_{RdZ'} = 89,066 \text{ kNm}$$

Interakční diagram sloupu S1:



M [kN/m], N [kN]

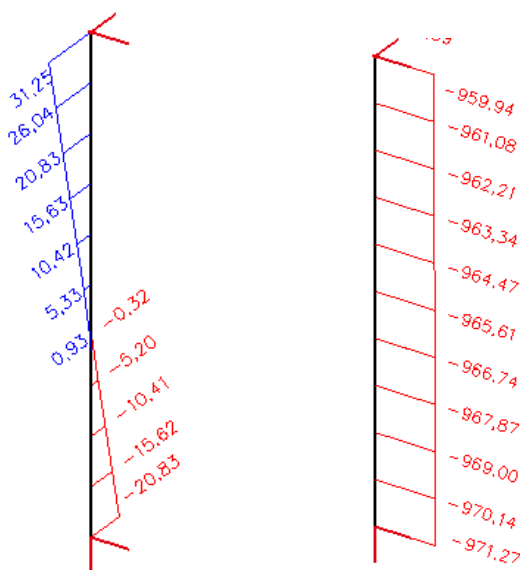
Posuzovaný bod A [16,267; 1115,93]

B [10,584; 1124,87]

Obr. 44 Interakční diagram posuzovaného sloupu S1 [vlastní]

11.4 Návrh výztuže sloupu S2

Vnitřní síly sloupu pro posouzení



Obr. 45 Průběh vnitřních sil po délce sloupu [vlastní]

Horní část sloupu	$N_{ed,0} = 959,94 \text{ kN}$	$M_{ed,0} = 31,25 \text{ kNm}$
Dolní část sloupu	$N_{ed,1} = 971,27 \text{ kN}$	$M_{ed,1} = 20,83 \text{ kNm}$

11.4.1 Geometrické imperfekce

Odchytky v geometrii konstrukce, které způsobují přidavná namáhání, zohledním formou geometrické imperfekce.

$$\begin{aligned}e_i &= \theta_i \cdot l_0 / 2 \\&= 3,955 \cdot 10^{-3} \cdot 2,66 / 2 = 0,0053 \text{ m} \\ \theta_i &= \theta_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m \\&= 1/200 \cdot 1,0 \cdot 0,791 = 3,955 \cdot 10^{-3} \\ \theta_0 &= 1 / 200 \\ \alpha_h &= 2 / \sqrt{h} = 2 / \sqrt{3,8} = 1,025 \\&2/3 \leq \alpha_h \leq 1 \Rightarrow \alpha_h = 1,0 \\ \alpha_m &= \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \cdot \left(1 + \frac{1}{4}\right)} = 0,791 \\ m &= 4 \\ l_0 &= 0,7 \cdot l = 0,7 \cdot 3,8 = 2,66\end{aligned}$$

$$\text{spodní část sloupu } M_{i0} = N_{ed,0} \cdot e_i = 971,27 \cdot 0,0053 = 5,148 \text{ kNm}$$

$$\text{horní část sloupu } M_{i1} = N_{ed,1} \cdot e_i = 959,27 \cdot 0,0053 = 5,084 \text{ kNm}$$

Ohybové momenty zahrnující účinek imperfekcí:

$$\text{spodní část sloupu } M_{0,Ed} = 20,83 + 5,148 = 25,978 \text{ kNm}$$

$$\text{horní část sloupu } M_{1,Ed} = 31,25 + 5,084 = 36,334 \text{ kNm}$$

11.4.2 Účinky druhého řádu

Účinky druhého řádu je možné zanedbat, pokud je splněna podmínka $\lambda < \lambda_{lim}$.

λ_{lim} z vypočítaných hodnot:

$$\begin{aligned}\lambda_{lim} &= 20 \cdot A \cdot B \cdot C / \sqrt{n} = 20 \cdot 0,669 \cdot 1,305 \cdot 1,033 / \sqrt{0,640} = 22,546 \\&= 22,546 \leq 75 \Rightarrow \lambda_{lim} = 22,546\end{aligned}$$

$$A = 1 / (1 + 0,2 \cdot \varphi_{ef}) = 1 / (1 + 0,2 \cdot 2,479) = 0,669 \quad (\text{doporučená hodnota} = 0,7)$$

$$\varphi_{ef} = \varphi_{(nek,t0)} \cdot M_{0Eq} / M_{0Ed} = 2,1 \cdot 24,47 / 20,73 = 2,479$$

$$M_{0Eq} = 24,47 \text{ kNm}$$

moment od kvazistálé kombinace

$$M_{0Ed} = 20,83 \text{ kNm}$$

moment od návrhové kombinace

$$\varphi_{(nek,t0)} = 2,1$$

$$B = \sqrt{1 + 2\omega} = \sqrt{1 + 2 \cdot 0,352} = 1,305$$

$$\omega = A_s \cdot f_{yd} / A_c \cdot f_{cd} = 1,213 \cdot 10^{-3} \cdot 434,783 / 0,09 \cdot 16,667 = 0,352$$

$$C = 1,7 - r_m = 1,7 - 20,83 / 31,25 = 1,033$$

$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd}) = 959,94 / (0,09 \cdot 16,667 \cdot 10^3) = 0,640 \quad \text{poměrná normálová síla}$$

Výpočet štíhlostního poměru λ :

$$\lambda = l_0 / i = 2,66 / 0,0866 = 30,716$$

$$l_0 = 0,7 \cdot l = 0,7 \cdot 3,8 = 2,66$$

$$i = \sqrt{i/A} = \sqrt{6,75 \cdot 10^{-4} / 0,09} = 0,0866 \quad \begin{array}{l} \text{poloměr setrvačnosti betonového} \\ \text{průřezu bez trhlín} \end{array}$$

$$I_y = 1/12 \cdot 0,3 \cdot 0,3^3 = 6,75 \cdot 10^{-4} \text{ m}^4$$

Posouzení:

$$\lambda < \lambda_{lim}$$

$$30,716 < 22,546 \quad \dots \text{ nevyhovuje } \Rightarrow \text{ účinky druhého řádu nemohou být zanedbány}$$

11.4.5 Výpočet účinků druhého řádu

Účinky druhého řádu zavádím pomocí metody jmenovité křivosti.

A) Výpočet účinků druhého řádu pro horní část sloupu:

$$M_{ed} = M_{0Ed} + M_2$$

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2$$

$$\begin{aligned} e_2 &= (1/r) \cdot l_0^2 / c \\ &= 0,023 \cdot 2,66^2 / 10 = 0,016 \end{aligned}$$

$$c = 10$$

$$\begin{aligned} 1/r &= K_r \cdot K_\varphi \cdot 1/r_0 \\ &= 0,75 \cdot 1,670 \cdot 0,018 = 0,023 \end{aligned}$$

$$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 \cdot d)$$

$$= (434,783 / 200 \cdot 10^3) / (0,45 \cdot 0,262) = 0,018$$

$$K_{\varphi} = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef}$$

$$= 1 + 0,270 \cdot 2,479 = 1,67 \geq 1,0$$

$$\beta = 0,35 + f_{ck} / 200 - \lambda / 150$$

$$= 0,35 + 25/200 - 30,716/150 = 0,270$$

$$\varphi_{ef} = 2,479$$

$$K_r = (n_u - n) / (n_u - n_{bal})$$

$$= (1,357 - 0,640) / (1,357 - 0,4) = 0,750 \leq 1$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}}$$

$$= 1 + \frac{1,231 \cdot 10^{-3} \cdot 434,783}{0,09 \cdot 16,667} = 1,357$$

$$n_{bal} = 0,4$$

$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$$

$$= 959,94 / (0,09 \cdot 16,667 \cdot 10^3) = 0,640$$

$$M_{Ed,1} = M_{1Ed} + M_2 = 36,334 + 15,359 = 51,693 \text{ kNm}$$

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2 = 959,94 \cdot 0,016 = 15,359 \text{ kNm}$$

B) Výpočet účinků druhého řádu pro spodní část sloupu:

$$M_{ed} = M_{0Ed} + M_2$$

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2$$

$$e_2 = (1/r) \cdot l_0^2 / c$$

$$= 0,022 \cdot 2,66^2 / 10 = 0,016$$

$$c = 10$$

$$1/r = K_r \cdot K_{\varphi} \cdot 1/r_0$$

$$= 0,741 \cdot 1,67 \cdot 0,018 = 0,022$$

$$1/r_0 = \varepsilon_{yd} / (0,45 \cdot d)$$

$$= (434,783 / 200 \cdot 10^3) / (0,45 \cdot 0,262) = 0,018$$

$$K_{\varphi} = 1 + \beta \cdot \varphi_{ef}$$

$$= 1 + 0,270 \cdot 2,479 = 1,67 \geq 1,0$$

$$\beta = 0,35 + f_{ck} / 200 - \lambda / 150$$

$$= 0,35 + 25/200 - 30,716/150 = 0,270$$

$$\varphi_{ef} = 2,479$$

$$K_r = (n_u - n) / (n_u - n_{bal})$$

$$= (1,357 - 0,648) / (1,357 - 0,4) = 0,741 \leq 1$$

$$n_u = 1 + \omega = 1 + \frac{A_s \cdot f_{yd}}{A_c \cdot f_{cd}}$$

$$= 1 + \frac{1,231 \cdot 10^{-3} \cdot 434,783}{0,09 \cdot 16,667} = 1,357$$

$$n_{bal} = 0,4$$

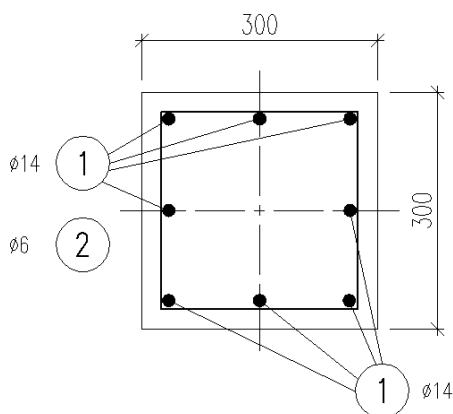
$$n = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$$

$$= 971,27 / (0,09 \cdot 16,667 \cdot 10^3) = 0,648$$

$$M_{Ed,0} = M_{0Ed} + M_2 = 25,978 + 15,540 = 41,518 \text{ kNm}$$

$$M_2 = N_{Ed} \cdot e_2 = 971,27 \cdot 0,016 = 15,540 \text{ kNm}$$

11.4.6 Návrh výztuže sloupu



Obr. 46 Schéma vyztužení průřezu sloupu [vlastní]

Návrh podélné výztuže

$$\text{Výztuž } \varnothing 14 \text{ mm, } A_s = 1,232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

Návrh smykové výztuže

$$V_{ed} = 13,7 \text{ kN}$$

$$\text{Návrh 2 střižný třmínek } \varnothing 6, s = 280 \text{ mm, } A_{s,prov} = 5,654 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$V_{Rd,s} = A_{sw} \cdot f_{ywd} \cdot \frac{z \cdot \cot \theta}{s} = 5,654 \cdot 10^{-5} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot \frac{0,234 \cdot \cot 30}{0,300} = 33,211 \text{ kN}$$

$$z = 0,9 \cdot d = 0,9 \cdot 0,261 = 0,234 \text{ m}$$

$$s = 0,3 \text{ m}$$

$$\theta = 30^\circ$$

$$A_{sw} = 5,654 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$f_{ywd} = 434,783 \text{ MPa}$$

$$V_{ed} = 13,70 \text{ kN} \leq V_{Rd,s} = 33,211 \text{ kN} \dots \text{vyhovuje}$$

$$s = 300 \text{ mm} \leq s_{cl,max} = 280 \text{ mm} \dots \text{nevyhovuje} \Rightarrow s = 280 \text{ mm}$$

$$\text{vzdálenost třmínků v blízkosti styčnicku} = 0,6 \cdot s = 0,6 \cdot 280 = 160 \text{ mm}$$

Konstrukční zásady – podélné pruty

Podélné pruty

$$\text{Navržen } \varnothing 14 \text{ mm}, A_s = 1,232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\text{Posouzení průměru výztuže} \quad \varnothing_t = 14 \text{ mm} \geq \varnothing_{min} = 8 \text{ mm} \dots \text{vyhovuje}$$

$$\begin{aligned} \text{Minimální plocha výztuže} \quad A_{s,min} &= \frac{0,1 \cdot N_{Ed}}{f_{yd}} \geq 0,002 \cdot A_c \\ &= 0,1 \cdot 971,27 / 434,783 = 2,134 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ 2,234 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 &\geq 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \end{aligned}$$

$$\text{Průřezová plocha sloupu} \quad A_c = 0,3 \cdot 0,3 = 0,09 \text{ m}^2$$

$$\text{Maximální plocha výztuže} \quad A_{s,max} \leq 0,04 A_c = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Posouzení} \quad A_{s,min} &\geq 0,002 \cdot A_c \leq 0,04 A_c \\ 2,234 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 &\geq 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \leq 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \\ A_s = 1,232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 &\geq A_{s,min} = 2,234 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \\ A_s = 1,232 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 &\leq A_{s,max} = 3,6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \dots \text{vyhovuje} \end{aligned}$$

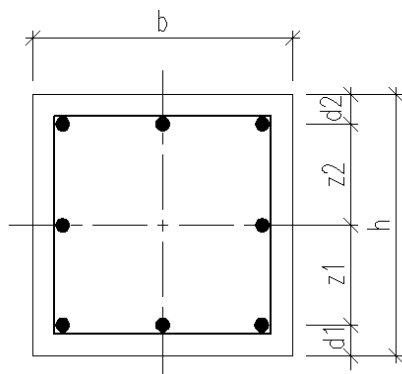
Konstrukční zásady – příčné pruty (třmínky)

$$\text{Posouzení průměru výztuže} \quad \varnothing_t \geq \varnothing_{min} = 6 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \text{Osová vzdálenost výztuže} \quad s_{cl,max} &= \min \{20 \cdot \varnothing_t, \text{menší z rozměru sloupu}, 400\text{mm}\} \\ &= \min \{280, 300, 400\} = 280 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\text{Vzdálenost třmínků v oblasti desky} \quad s = 0,6 \cdot 280 = 168 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } s = 160 \text{ mm}$$

11.4.7 Výpočet bodů interakčního diagramu



Obr. 47 Schéma označení vzdáleností [vlastní]

$$d = 300 - 25 - 6 - 14 / 2 = 262 \text{ mm}$$

$$d_1 = 25 + 6 + 14 / 2 = 38 \text{ mm}$$

$$d_2 = 25 + 8 + 14 / 2 = 38 \text{ mm}$$

$$z_1 = 300 / 2 - 38 = 112 \text{ mm}$$

$$z_2 = 300 / 2 - 38 = 112 \text{ mm}$$

$$F_{s1} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 4,618 \cdot 434,783 \cdot 10^3 = 200,79 \text{ kN}$$

$$F_{s2} = A_{s1} \cdot f_{yd} = 4,618 \cdot 434,783 \cdot 10^3 = 200,79 \text{ kN}$$

$$\varepsilon_{yd} = \frac{f_{yd}}{E_s} = \frac{434,783}{200} = 2,174 \text{ ‰}$$

$$\xi_{bal,1} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} + \varepsilon_{yd}} = \frac{3,5}{3,5 + 2,174} = 0,617$$

$$\xi_{bal,2} = \frac{\varepsilon_{cu3}}{\varepsilon_{cu3} - \varepsilon_{yd}} = \frac{3,5}{3,5 - 2,174} = 2,639$$

$$x_{bal1} = \xi_{bal,1} \cdot d = 0,617 \cdot 0,262 = 0,162 \text{ m}$$

$$x_{bal2} = \xi_{bal,2} \cdot d_2 = 2,639 \cdot 0,038 = 0,100 \text{ m}$$

Jednotlivé body interakčního diagramu jsou vypočtené dle vzorců uvedených ve výpočtu sloupu S1.

Bod 0	
N_{rd0}	-1869,451
M_{rd0}	0

Bod 1	
N_{rd1}	-1248,789
M_{rd1}	69,858

Bod 2	
N_{rd2}	-646,616
M_{rd2}	100,158

Bod 3	
N_{rd3}	0
M_{rd3}	48,442

Bod 4	
$N_{rd,4}$	200,789
M_{rd4}	22,488

Bod 5	
N_{rd5}	401,577
M_{rd5}	0

Bod Z	
N_{rdz}	-401,280
M_{rdz}	89,066

Bod1'	
$N_{rd1'}$	-1248,789
$M_{rd1'}$	-69,858

Bod2'	
$N_{rd2'}$	-646,616
$M_{rd2'}$	-100,158

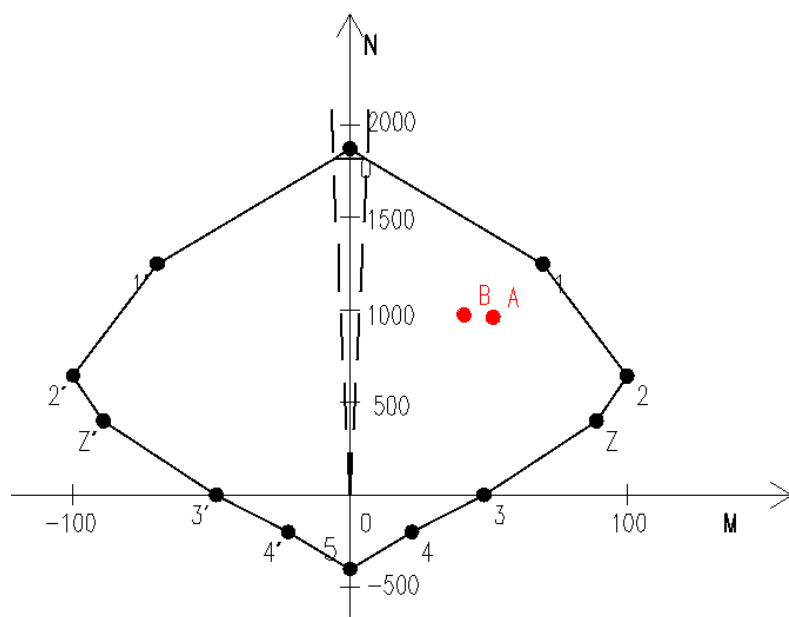
Bod3'	
$N_{rd3'}$	0
$M_{rd3'}$	-48,442

Bod4'	
$N_{rd4'}$	200,789
$M_{rd4'}$	-22,488

Bod5'	
$N_{rd5'}$	401,577
$M_{rd5'}$	0

BodZ'	
$N_{rdZ'}$	-401,280
$M_{rdZ'}$	-89,066

Interakční diagram sloupu S2:



M [kN/m], N [kN]

Posuzovaný bod A [41,518; 971,27]

B [51,693; 959,94]

Obr. 48 Interakční diagram posuzovaného sloupu S2 [vlastní]

11.4.8 Dvouosé namáhání ohybem

Pokud se neprovádí přesný návrh průřezu při dvouosém namáhání ohybem, lze použít:

$$\left(\frac{M_{Ed,z}}{M_{Rd,z}} + \frac{M_{Ed,y}}{M_{Rd,y}} \right)^a \leq 1,0$$

$$\left(\frac{20,45}{83,41} + \frac{51,693}{83,41} \right)^{1,335} \leq 1,0$$

$$0,824 \leq 1,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$a = 1,335 \quad \dots \text{závisí na poměru } N_{Ed} / N_{Rd}$$

$$\begin{aligned} N_{Rd} &= A_c \cdot f_{cd} + A_s \cdot f_{yd} \\ &= 0,09 \cdot 16667 + 1,232 \cdot 434,783 = 2035,465 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$N_{Ed,1} = 971,27 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,2} = 959,94 \text{ kN}$$

$$N_{Ed,1} / N_{Rd,1} = 0,48$$

$$N_{Ed,2} / N_{Rd,2} = 0,47$$

$$M_{Rd,z/y} \quad \dots \text{ohybová únosnost k příslušné ose}$$

$$M_{Ed,z/y} \quad \dots \text{návrhový ohybový moment k příslušné ose, včetně momentů druhého řádu}$$

12. MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

12.1 Omezení průhybu

Průhyb není nutné určovat výpočtem, pokud je splněna následující podmínka:

$$\frac{l}{d} = K \cdot [11 + 1,5 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot \frac{\rho_0}{\rho} + 3,2 \cdot \sqrt{f_{ck}} \cdot (\frac{\rho_0}{\rho} - 1)^{3/2}] \quad \text{pro } \rho \leq \rho_0$$

$$= 1,2 \cdot [11 + 1,5 \cdot \sqrt{25} \cdot \frac{5 \cdot 10^{-3}}{1,791 \cdot 10^{-4}} + 3,2 \cdot \sqrt{25} \cdot (\frac{5 \cdot 10^{-3}}{1,791 \cdot 10^{-4}} - 1)^{3/2}]$$

$$= 84,376$$

$$l = 6,050 \text{ m}$$

$$d = 0,210 \text{ m}$$

viz návrh tloušťky stropní desky

$$K = 1,2$$

pro desku lokálně podepřenou

$$\rho_0 = 10^{-3} \cdot \sqrt{f_{ck}} = 10^{-3} \cdot \sqrt{25} = 5 \cdot 10^{-3}$$

referenční stupeň vyztužení

$$\rho = 1,791 \cdot 10^{-3}$$

požadovaný stupeň vyztužení tahovou výztuží

$$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$$

Posouzení

$$\frac{l}{d} = \frac{6,050}{0,210} = 28,810 \leq 84,376$$

=> **Vyhovuje, je splněno omezení poměru rozpětí k účinné výšce. Není tedy nutné provést přesnější posouzení průhybu výpočtem.**

13. ZALOŽENÍ OBJEKTU

Sloupy jsou založeny na železobetonových patkách. Patky mají čtvercový půdorys a jsou jednostupňové. Obvodové stěny a vnitřní jádro jsou založené na železobetonových pasech. Základové patky a pasy jsou zhotovené z betonu C 20/25 a pro jejich vyztužení je navržena ocel B500B.

Na území stavby byl proveden inženýrsko – geologický průzkum, na jehož základě bylo provedeno založení konstrukce. Dle tohoto průzkumu je v místě základové spáry zemina G1 – štěrk dobře zrnění. Hladina podzemní vody se nachází v 7 m.

Výpočet pro návrh rozměrů patek a pasů byl proveden v programu GEO 4 ve studentské verzi. Patky a pasy jsou posouzeny na mezní stav únosnosti a na druhý mezní stav – posouzení sedání. Výpočet návrhu výztuže patek a pasů je ruční.

Statický výpočet obsahuje návrh základové patky P1 a návrh základového pasu ZP1.

13.1 Materiálové charakteristiky

Beton C 20/25			
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	20	MPa
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	13,333	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	f_{ctm}	2,2	MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	30	GPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_c	1,5	

Výztuž B500B - 10505.0			
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa
Návrhová pevnost výztuže v tahu i tlaku	f_{yd}	434,783	MPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_s	1,15	

13.2 Návrh krytí

Vstupní parametry

profil výztuže $\emptyset$	12	mm
stupeň vlivu prostředí	XC2	beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu
třída konstrukce	S4	návrhová životnost 50 let

Nominální krycí vrstva

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

c_{min} minimální krycí vrstva

Δc_{dev} návrhová odchylka

Minimální krycí vrstva

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b} ; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} ; 10 \}$$

$c_{min,b} = 12$ minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti

$c_{min,dur} = 25$ minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí

$\Delta c_{dur,\gamma} = 0$ přídavná bezpečnostní složka

$\Delta c_{dur,st} = 0$ redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli

$\Delta c_{dur,add} = 0$ redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany

$$c_{min} = \max \{ 12 ; 25 + 0 - 0 - 0 ; 10 \}$$

$$c_{min} = 25 \text{ mm}$$

$$\Delta c_{dev} = 10$$

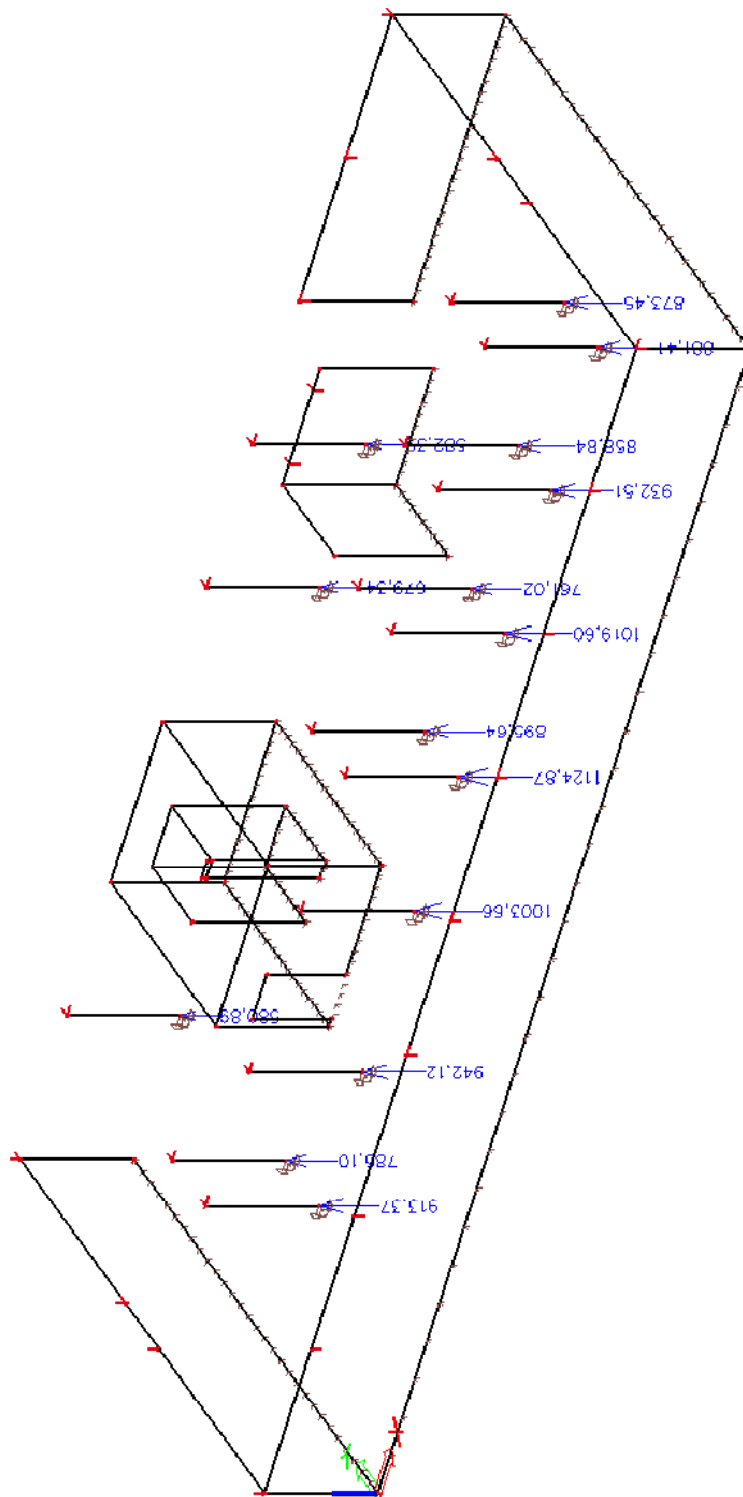
$$c_{nom} = 25 + 10$$

$$c_{nom} = 35 \text{ mm}$$

Návrh krytí $c = 40 \text{ mm}$.

13.3 Vnitřní síly pro návrh základových patek

Hodnoty reakcí z programu SCIA ENGINEER pro dimenzování základových patek:



Obr. 49 Hodnoty reakcí pro návrh základových patek [vlastní]

13.4 Výpočet a návrh základové patky P1

Základová patka P1 je navržena na největší hodnoty reakcí od horní stavby. Jedná se u uzel N21.

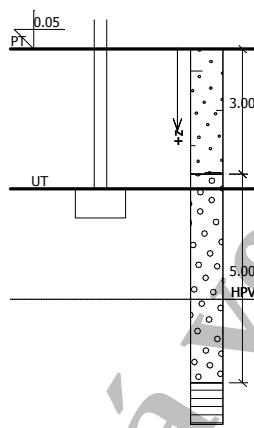
Max N_{Ed}	1124,87	kN
R_x	0,59	kN
R_y	-5,27	kN
M_x	4,97	kNm
M_y	0,58	kNm

Výpočet normálové síly pro zatížení základové patky:

Zatěžovací plocha	$A = 15,403$	m^2
Normálová síla od skladby podlahy v 1.PP		
Skladba podlahy	$g_d = 2,24$	kN/m^2
	$N_d = 34,503$	kN
Proměnné zatížení	$q_d = 4,5$	kN/m^2
	$N_d = 69,314$	kN
Normálová síla od podkladního betonu 1.PP		
	$N_d = 77,015$	kN
Normálová síla od horní stavby		
	$N_d = 1124,870$	kN
Celkem	$N_d = 1305,701$	kN

13.4.1 Návrh a posouzení rozměrů patky

Geologický profil a přiřazení zemin:



Obr. 50 Schéma profilu pro výpočet [vlastní]

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo vrst.	Vrstva [m]	Zemina Třída
1	3.00	S5

2	5.00	Třída G1 ,středně ulehlá
3	-	Křemenec zdravý

Parametry zemín

Název	f_i [st.]	c [kPa]	m [-]	γ_{ma} [kN/m ³]
Třída S5	27.00	8.00	0.30	18.50
Třída G1 ,středně ulehlá	38.50	0.00	0.20	21.00
Křemenec zdravý	-	-	0.20	20.00

Název	E_{def} [MPa]	E_{oed} [MPa]	η_y [-]	$\sigma_{\text{ma},c}$ [MPa]
Třída S5	8.00	-	0.35	-
Třída G1 ,středně ulehlá	320.00	-	0.20	-
Křemenec zdravý	25.00	-	0.30	100.00

Parametry zemín pro výpočet vztlaku

Název	$\gamma_{\text{ma},\text{sat}}$ [kN/m ³]	pórovitost [0-1]	$\gamma_{\text{ma},\text{sk}}$ [kN/m ³]	$\gamma_{\text{ma},\text{su}}$ [kN/m ³]
Třída S5	19.00	-	-	9.00
Třída G1 ,středně ulehlá	21.00	-	-	11.00
Křemenec zdravý	20.00	-	-	10.00

Hladina podzemní vody je v hloubce 7.00 m od původního terénu.

Zatížení

Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
Zatížení číslo: 1	Výpočtové	1305.70	4.97	0.58	0.59	-

Geometrie patky:

Typ základu : centrická patka

Délka patky	(x) =	1.20 m
Šířka patky	(y) =	1.20 m
Tloušťka patky	=	0.70 m
Šířka sloupu ve směru x	=	0.30 m
Šířka sloupu ve směru y	=	0.30 m
Objem patky	=	1.01 m ³

Hloubka zákl.spáry od původního terénu	=	4.05 m
Hloubka zákl.spáry od upraveného terénu	=	0.70 m
Objemová tíha zeminy nad základem	=	20.00 kN/m ³
Výpočtový součinitel vlastní tíhy patky	=	1.35
Výpočtový součinitel tíhy nadloží	=	1.35

Posouzení únosnosti čís.1 - 1.MS: (Akce - patka)

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejneprůzračnějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky G	=	34.02 kN
Spočtená tíha nadloží Z	=	0.00 kN

Posouzení svislé únosnosti:

Nehomogenní zemina pod základem:

Uvažováno vytvoření Prandtlovy smykové plochy.

Hloubka smykové plochy z_{sp} = 2.64 m

Dosah smykové plochy l_{sp} = 9.30 m

Spočtené průměrné charakteristiky prostředí:

Úhel vnitřního tření zeminy	f_i =	38.50 stup.
Soudržnost zeminy	c =	0.00 kPa
Objemová tíha zeminy pod základem	=	20.11 kN/m ³
Objemová tíha zeminy nad základem	=	21.00 kN/m ³

Výpočtová únosnost zákl. půdy = 1028.95 kPa

Extrémní kontaktní napětí = 932.04 kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti:

Zemní odpor uvažován jako tlak v klidu ($Sp/1.3$)

Výpočtová velikost zemního odporu $Sp_d = 1.79$ kN

Úhel tření základ-základová spára $\psi = 38.50$ stup.

Soudržnost základ-základová spára $a = 0.00$ kPa

Horizontální únosnost základu = 922.56 kN

Extrémní horizontální síla = 5.30 kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost patky VYHOVUJE

Výpočet sednutí čís.1 - 2.MS: (Akce - patka)

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Typ základu - patka.

Napětí v základové spáře uvažováno od původního terénu.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 25.20$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Sednutí a natočení základu - II.skupina mezních stavů:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 320.0$ MPa

Základ je ve směru délky tuhý ($k = 16.7$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k = 16.7$)

Sednutí středu hrany x - 1 = 1.3 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 1.3 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 1.3 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 1.3 mm

Sednutí středu základu = 2.1 mm

Sednutí charakteristického bodu = 1.5 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Maximální sednutí a natočení základu:

Hloubka deformační zóny = 4.16 m

Sednutí základu = 1.5 mm

Natočení ve směru x = 0.001 ($\tan \cdot 1000$)

Natočení ve směru y = 0.005 ($\tan \cdot 1000$)

13.4.2 Shrnutí výsledků návrhu a posouzení patky

- **Navržené rozměry patky**

$$\text{půdorysný rozměr } b \cdot h = 1,2 \cdot 1,2 \text{ m}$$

$$\text{výška patky } v = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{vlastní tíha patky } g_0 = 25 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 25,2 \text{ kN} \cdot 1,35 = 34,02 \text{ kN}$$

- **Posouzení mezního stavu únosnosti**

Svislá únosnost: Výpočtová únosnost základové půdy = 1028,95 kPa

$$\text{Extrémní kontaktní napětí} = 932,04 \text{ kPa}$$

$$1028,95 \text{ kPa} \geq 932,04 \text{ kPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

Ověření extrémního kontaktního napětí:

$$e_y = \frac{M_{Ed} + H_{ed} \cdot h}{N_{Ed}} = \frac{4,97 + 0,7 \cdot 0,59}{1344,209} = 0,004$$

$$e_x = \frac{M_{Ed} + H_{ed} \cdot h}{N_{Ed}} = \frac{0,58 + 0,7 \cdot 5,27}{1344,209} = 0,003$$

$$A_{ef} = (b - 2 \cdot e_y) \cdot (b - 2 \cdot e_x) = (1,2 - 2 \cdot 0,004 \cdot 2) \cdot (1,2 - 2 \cdot 0,003) = 1,423 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{gd} = \frac{N_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{1344,209 + 34,02}{1,423} = 968,538 \text{ kPa}$$

Vodorovná únosnost: Horizontální únosnost základu = 922,56 kN

$$\text{Extrémní horizontální síla} = 5,3 \text{ kN}$$

$$922,56 \text{ kPa} \geq 5,3 \text{ kPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

- **Posouzení sedání základu**

$$\text{Hloubka deformační zóny} = 4,16 \text{ m}$$

$$\text{Sednutí základu} = 1,5 \text{ mm}$$

$$s = 1,5 \text{ mm} \leq s_{m, \text{lim}} = 60 \text{ mm} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

13.4.3 Výpočet výztuže patky

Navržené rozměry patky:

$$\text{půdorysný rozměr } b \cdot h = 1,2 \cdot 1,2 \text{ m}$$

$$\text{výška patky } v = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{vlastní tíha patky } g_0 = 25 \cdot 1,2 \cdot 1,2 \cdot 0,7 = 25,2 \text{ kN} \cdot 1,35 = 34,02 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1/2 \cdot \sigma_{gd} \cdot l_k^2 \cdot b = 1/2 \cdot 968,538 \cdot 0,495^2 \cdot 1,2 = 142,390 \text{ kNm}$$

$$d = h - c - \emptyset / 2 = 0,5 - 0,04 - 12 / 2 = 0,454 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_{Ed} + H_{ed} \cdot h}{N_{Ed}} = \frac{4,97 + 0,7 \cdot 0,59}{1344,209} = 0,004$$

$$e_x = \frac{M_{Ed} + H_{ed} \cdot h}{N_{Ed}} = \frac{0,58 + 0,7 \cdot 5,27}{1344,209} = 0,003$$

$$A_{ef} = (b - 2 \cdot e_y) \cdot (b - 2 \cdot e_x) = (1,2 - 0,004 \cdot 2) \cdot (1,2 - 2 \cdot 0,003) = 1,423 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{gd} = \frac{N_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{1344,209 + 34,02}{1,423} = 968,538 \text{ kPa}$$

$$l_k = a + 0,15 \cdot b_s = 0,45 + 0,15 \cdot 0,3 = 0,495 \text{ m}$$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{142,39}{0,454^2 \cdot 13,33 \cdot 10^3} = 0,052$$

$$\xi = 0,064 \leq \xi_{\max} = 0,45 \dots \text{vyhovuje}$$

$$\zeta = 0,974$$

$$A_{s, \text{req}} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{142,39}{0,974 \cdot 0,454 \cdot 434,783 \cdot 10^3} = 7,406 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Návrh směr x: } 7 \emptyset 12 \text{ mm, } A_s = 7,917 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Návrh směr y: } 7 \emptyset 12 \text{ mm, } A_s = 7,917 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$d_x = 0,5 - 0,04 - 6 = 0,454 \text{ mm}$$

$$d_y = 0,5 - 0,04 - 12 - 6 = 0,442 \text{ mm}$$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s,min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1,2 \cdot 0,442 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 7,171 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 1,2 \cdot$$

$$0,442 = 6,895 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$A_s = 7,917 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,min} = 7,171 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 1,44 = 0,058 \text{ m}^2$$

$$A_s = 7,917 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 0,058 \text{ m}^2 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{\lambda \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{7,917 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 13,333 \cdot 10^3 \cdot 1,2} = 0,027 \text{ m}$$

$$\xi = x / d = 0,027 / 0,454 = 0,059 < 0,45 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$z_x = d - 0,4 \cdot x = 0,454 - 0,4 \cdot 0,027 = 0,443 \text{ m}$$

$$z_y = d - 0,4 \cdot x = 0,442 - 0,4 \cdot 0,027 = 0,431 \text{ m}$$

$$M_{Rdx} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_x = 7,917 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,443 = 152,488 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdx} = 152,488 \text{ kNm} \geq M_{Ed,x} = 142,390 \text{ kNm} \dots \text{vyhovuje}$$

$$M_{Rdy} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_y = 7,917 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,431 = 148,358 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdy} = 148,358 \text{ kNm} \geq M_{Ed,y} = 142,390 \text{ kNm} \dots \text{vyhovuje}$$

13.4.4 Posouzení na protlačení

$$\text{účinná výška } y \quad d_y = 454 \text{ mm}$$

$$\text{účinná výška } x \quad d_x = 442 \text{ mm}$$

$$\text{průměrná účinná výška} \quad d = \frac{454+442}{2} = 448 \text{ mm}$$

$$\text{kontrolovaný obvod} \quad u_0 = 4 \cdot c = 4 \cdot 0,3 = 1,2 \text{ m}$$

$$u_1 = 4 \cdot c + 2 \cdot \pi \cdot r = 4 \cdot 0,3 + 2 \cdot \pi \cdot 0,448 = 4,015 \text{ m}$$

$$\text{obvod patky} = 4,8 \text{ m}$$

Únosnost ve smyku při protlačení desky bez smykové výztuže:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

$$V_{Ed} = 1339,73 \text{ kN}$$

$$\Delta V_{Ed} = P_d - g_0$$

$$P_d = \sigma_{gd} \cdot A_{red} \quad \text{reakce zemního tlaku}$$

$$= 968,538 \cdot A_{red}$$

$$g_0 = 34,02 \text{ kN} \quad \text{tíha základu}$$

$$V_{Ed} = \frac{V_{Ed,red}}{u \cdot d}$$

$$v_{Rd} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \geq v_{min} \cdot \frac{2 \cdot d}{a}$$

a vzdálenost uvažovaného kontrolovaného obvodu od obvodu sloupu

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$$

$$= 1 + \sqrt{\frac{200}{448}} = 1,668 \leq 2,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_1 = \sqrt{\rho_{ly} \cdot \rho_{lz}} = \sqrt{1,462 \cdot 10^{-3} \cdot 1,493 \cdot 10^{-3}} = 1,477 \cdot 10^{-3} \leq 0,02 \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx}}{b \cdot d} = 7,917 \cdot 10^{-4} / (1,2 \cdot 0,454) = 1,453 \cdot 10^{-3}$$

$$\rho_{ly} = \frac{A_{sy}}{b \cdot d} = 7,917 \cdot 10^{-4} / (1,2 \cdot 0,442) = 1,493 \cdot 10^{-3}$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,670^{3/2} \cdot 20^{1/2} = 0,338 \text{ MPa}$$

a	u _a	A _{ua}	A _{red}	P _d	ΔV _{ed}	V _{ed,red}	v _{ed,a}	v _{Rdc,a}	v _{min}
[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
0,100	1,828	0,196	1,227	190,172	156,152	1183,578	1444,997	2589,680	3026,679
0,200	2,457	0,385	1,038	372,737	338,717	1001,013	909,538	1294,840	1513,340
0,300	3,085	0,636	0,787	616,157	582,137	757,593	548,162	863,227	1008,893
0,400	3,713	0,950	0,473	920,432	886,412	453,318	272,501	647,420	756,670

$$v_{ed,a} \leq v_{Rd,c} \quad \text{vyhovuje}$$

=> **Není nutný návrh výztuže na protlačení.**

Smyková odolnost těsně kolem sloupu:

$$v_{ed,0} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = 1,15 \cdot \frac{1305,71}{1,2 \cdot 0,448} = 2428,776 \text{ kPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,552 \cdot 13,333 \cdot 10^3 = 3679,908 \text{ kPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$v_{ed,0} = 2428,776 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 3679,908 \text{ kPa} \dots \text{vyhovuje}$$

13.4.5 Výpočet kotevní délky

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = (\sigma / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (12 / 4) \cdot (407,543 / 2,25) = 543,392 \text{ mm}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,0 = 2,25 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 \cdot 1,5 / 1,5 = 1,0 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1 \quad \text{doporučená hodnota}$$

$$\eta_1 = 1 \quad \text{pro dobré podmínky soudržnosti}$$

$$\eta_2 = 1 \quad \text{pro } \varnothing \leq 32 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{7,406 \cdot 10^{-4}}{7,917 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 407,543 \text{ MPa}$$

$$A_{s,rqd} = 7,406 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = A_s = 7,917 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 543,392 = 380,374 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 400 \text{ mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$400 \geq 163,018 \text{ mm} \text{ vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \varnothing, 100 \text{ mm}\} = \max \{163,018; 120; 100\} = 163,018 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = 0,7 \quad \text{vliv minimální betonové krycí vrstvy}$$

$\alpha_3 = 1$ *vliv ovinutí příčnou výztuží, výztuž není ovinuta*

$\alpha_4 = 1$ *bez přivařené výztuže*

$\alpha_5 = 1$

$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0,7$

$0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7 \geq 0,7$ *splněno*

13.5 Výpočet a posouzení základového pasu obvodových stěn 1. PP

13.5.1 Vnitřní síly

Reakce od horní stavby:

Lineární výpočet, Extrém : Globální
Výběr : Sle3,Sle4,Sle1
Třída : Všechny MSU

Podpora	Stav	dx [m]	Rx [kN]	Ry [kN]	Rz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
*Studentská verze! *Studentská verze! *Studentská verze! *Studentská verze! *Studentská verze! *Studentská verze! *Studentská verze!								
Sle4/S4	CO1/9	6,500	-20,34	-6,52	138,54	6,03	0,67	-0,10
Sle4/S4	CO1/10	8,000	13,90	0,63	99,78	1,30	-7,21	-0,35
Sle3/S3	CO1/11	9,000	-5,33	-20,79	78,83	-0,47	-5,04	0,06
Sle1/S1	CO1/12	5,000	5,84	17,48	77,91	0,53	5,75	0,06
Sle3/S3	CO1/13	2,500	-3,08	-5,33	26,85	0,04	-2,70	0,07
Sle4/S4	CO1/5	7,500	-5,54	-3,76	180,93	3,85	0,35	-0,28
Sle1/S1	CO1/9	14,000	0,41	-10,20	73,69	-5,27	2,15	0,56
Sle4/S4	CO1/14	5,500	-7,20	-7,46	108,45	6,93	-0,13	0,00
Sle4/S4	CO1/5	8,000	13,84	0,89	100,45	1,28	-7,27	-0,34
Sle1/S1	CO1/5	11,000	8,77	-1,89	52,31	0,04	8,22	0,00
Sle4/S4	CO1/7	8,000	12,30	0,31	84,82	1,41	-6,09	-0,37
Sle1/S1	CO1/8	14,000	0,40	-9,35	70,77	-5,10	2,19	0,57

Zatěžovací plocha	A = 3,025	m ²
Normálová síla od skladby podlahy v 1.PP		
Skladba podlahy	g _d = 2,24	kN/m ²
	N _d = 6,776	kN
Proměnné zatížení	q _d = 4,5	kN/m ²
	N _d = 13,613	kN
Normálová síla od podkladního betonu 1.PP		
	N _d = 15,125	kN
Normálová síla od horní stavby		
	N _d = 180,930	kN
Celkem	N_d = 216,444	kN

Svislé přetížení pasu zásypem:

hutněný zásyp - $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

$$h_k = 20 \cdot 3,63 \cdot 0,35 = 25,41 \text{ kN/m}$$

$$h_d = 25,41 \cdot 1,35 = 34,304 \text{ kN/m}$$

13.5.2 Návrh a posouzení rozměrů základového pasu

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo vrst.	Vrstva [m]	Zemina
1	3.00	Třída S5
2	5.00	Třída G1 ,středně ulehlá
3	-	Křemenec zdravý

Parametry zemin

Název	f_i [st.]	c [kPa]	m [-]	γ_{ma} [kN/m ³]
Třída S5	27.00	8.00	0.30	18.50
Třída G1 ,středně ulehlá	38.50	0.00	0.20	21.00
Křemenec zdravý	-	-	0.20	20.00

Název	E_{def} [MPa]	E_{oed} [MPa]	ν_y [-]	$\Sigma_{ma,c}$ [MPa]
Třída S5	8.00	-	0.35	-
Třída G1 ,středně ulehlá	320.00	-	0.20	-
Křemenec zdravý	25.00	-	0.30	100.00

Parametry zemin pro výpočet vztlaku

Název	γ_{sat} [kN/m ³]	pórovitost [0-1]	γ_{sk} [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]
Třída S5	19.00	-	-	9.00
Třída G1 ,středně ulehlá	21.00	-	-	11.00
Křemenec zdravý	20.00	-	-	10.00

Hladina podzemní vody je v hloubce 7.00 m od původního terénu.

Zatížení

Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
Zatížení číslo: 1	Výpočtové	216.44	3.85	0.35	-5.54	-3.76

Geometrie pasu:

Typ základu : základový pas

Celková délka pasu = 32.30 m

Zadané zatížení je uvažováno na 1bm délky pasu.

Šířka pasu (x) = 0.70 m

Tloušťka pasu = 0.40 m

Šířka sloupu ve směru x = 0.20 m

Objem 1bm pasu = 0.28 m³/m

Vzdál.osy sloupu od kraje patky ve směru x = 0.35 m

Hloubka zákl.spáry od původního terénu = 4.03 m

Hloubka zákl.spáry od upraveného terénu = 0.40 m

Objemová tíha zeminy nad základem = 20.00 kN/m³

Výpočtový součinitel vlastní tíhy patky = 1.35

Výpočtový součinitel tíhy nadloží = 1.35

Plošná přitížení v okolí základu

Název	Střed X [m]	Střed Y [m]	Rozměr X [m]	Rozměr Y [m]	Natoč. [st.]	Velik. [kN/m ²]	Hloubka [m]
přítížení zásypem	0.22	0.00	0.25	1.00	0.00	72.60	0.00

Posouzení únosnosti čís.1 - 1.MS: (Akce - základ obvodová stěna)

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 9.45 \text{ kN/m}$
Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN/m}$

Posouzení svislé únosnosti:

Zemina pod základem je v dosahu smykové plochy homogenní.

Výpočtová únosnost zákl. půdy = 476.94 kPa
Extrémní kontaktní napětí = 333.52 kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti:

Zemní odpor uvažován jako tlak v klidu ($Sp/1.3$)
Výpočtová velikost zemního odporu $Spd = 0.49 \text{ kN}$
Úhel tření základ-základová spára $\psi = 38.50 \text{ stup.}$
Soudržnost základ-základová spára $a = 0.00 \text{ kPa}$

Horizontální únosnost základu = 155.74 kN
Extrémní horizontální síla = 6.70 kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost patky VYHOVUJE

Výpočet sednutí čís.1 - 2.MS: (Akce - základ obvodová stěna)

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Typ základu - pas o délce 32.30 m.

Napětí v základové spáře uvažováno od původního terénu.

Spočtená vlastní tíha pasu $G = 7.00 \text{ kN/m}$
Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN/m}$

Sednutí a natočení základu - II.skupina mezních stavů:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 320.0 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k = 15.7$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k = 5.4$)

Sednutí středu délkové hrany = 0.2 mm
Sednutí středu šířkové hrany 1 = 0.4 mm
Sednutí středu šířkové hrany 2 = 0.4 mm
Sednutí středu základu = 0.6 mm
Sednutí charakteristického bodu = 0.5 mm
(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Maximální sednutí a natočení základu:

Hloubka deformační zóny = 3.72 m
Sednutí základu = 0.5 mm

Natočení ve směru šířky = 0.008 ($\tan \cdot 1000$)

13.5.3 Shrnutí výsledků návrhu a posouzení pasu

- **Navržené rozměry pasu**

půdorysný rozměr b = 0,7 m

výška pasu v = 0,4 m

vlastní tíha pasu g_0 = $25 \cdot 0,7 \cdot 0,4 = 7,0 \text{ kN/m} \cdot 1,35 = 9,45 \text{ kN}$

- **Posouzení mezního stavu únosnosti**

Svislá únosnost: Výpočtová únosnost základové půdy = 476,96 kPa

Extrémní kontaktní napětí = 333,52 kPa

476,96 kPa $\geq$ 333,52 kPa $\Rightarrow$ vyhovuje

Vodorovná únosnost: Horizontální únosnost základu = 155,74 kN

Extrémní horizontální síla = 6,70 kN

155,74 kPa $\geq$ 6,70 kPa $\Rightarrow$ vyhovuje

- **Posouzení sedání základu**

Hloubka deformační zóny = 3.72 m

Sednutí základu = 0,5 mm

$s = 0,5 \text{ mm} \leq s_{m,lim} = 60 \text{ mm} \Rightarrow$ vyhovuje

13.5.4 Návrh výztuže pasu

$$\text{půdorysný rozměr } b = 0,7 \text{ m}$$

$$\text{výška pasu } v = 0,4 \text{ m}$$

$$\text{vlastní tíha pasu } g_0 = 25 \cdot 0,7 \cdot 0,4 = 7,0 \text{ kN/m} \cdot 1,35 = 9,45 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} = 1/2 \cdot \sigma_{gd} \cdot l_k^2 \cdot l = 1/2 \cdot 336,093 \cdot 0,280^2 \cdot 1 = 13,175 \text{ kNm}$$

$$d = h - c - \phi / 2 = 0,5 - 0,04 - 12 / 2 = 0,454 \text{ m}$$

$$e_x = \frac{M_{Ed} + H_{ed} \cdot h}{N_{Ed}} = \frac{3,85 + 0,4 \cdot 5,54}{216,444} = 0,028$$

$$A_{ef} = (b - 2 \cdot e_x) \cdot l = (0,7 - 2 \cdot 0,028) \cdot 1 = 0,644 \text{ m}^2$$

$$\sigma_{gd} = \frac{N_{Ed}}{A_{ef}} = \frac{216,444}{0,644} = 336,093 \text{ kPa}$$

$$l_k = a + 0,15 \cdot b_s = 0,25 + 0,15 \cdot 0,2 = 0,280 \text{ m}$$

$$\mu = \frac{M_{Ed}}{d^2 \cdot f_{cd}} = \frac{13,175}{0,454^2 \cdot 13,33 \cdot 10^3} = 0,048$$

$$\xi = 0,059 \leq \xi_{\max} = 0,45 \dots \text{vyhovuje}$$

$$\zeta = 0,977$$

$$A_{s,\text{req}} = \frac{M_{Ed}}{\zeta \cdot d \cdot f_{yd}} = \frac{13,175}{0,974 \cdot 0,454 \cdot 434,783 \cdot 10^3} = 6,853 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

=> návrh výztuže dle konstrukčních zásad

Návrh směr x: 6 Ø 10 mm, $A_s = 4,712 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s,\min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 0,7 \cdot 0,455 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 4,306 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d = 0,0013 \cdot 0,7 \cdot$$

$$0,455 = 4,141 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{vyhovuje}$$

$$A_s = 4,712 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,\min} = 4,306 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \dots \text{vyhovuje}$$

$$A_{s,\max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,7 = 0,028 \text{ m}^2$$

$$A_s = 9,048 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,\max} = 0,028 \text{ m}^2 \dots \text{vyhovuje}$$

$$d_x = 0,5 - 0,04 - 5 = 0,455 \text{ mm}$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{\lambda \cdot f_{cd} \cdot b} = \frac{4,712 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3}{0,8 \cdot 13,333 \cdot 10^3 \cdot 0,7} = 0,027 \text{ m}$$

$$\xi = x / d = 0,027 / 0,455 = 0,060 < 0,45 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$z_x = d - 0,4 \cdot x = 0,455 - 0,4 \cdot 0,027 = 0,444 \text{ m}$$

$$M_{Rdx} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_x = 4,712 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,444 = 90,962 \text{ kNm}$$

$$M_{Rdx} = 90,962 \text{ kNm} \geq M_{Ed,x} = 13,175 \text{ kNm} \dots \text{vyhovuje}$$

13.5.5 Posouzení na protlačení

$$\text{účinná výška } x \quad d_y = 455 \text{ mm}$$

$$\text{průměrná účinná výška} \quad d = 450 \text{ mm}$$

$$\text{kontrolovaný obvod} \quad u_0 = 2 \cdot c + 2 \cdot 1 = 2 \cdot 0,2 + 2 \cdot 1 = 2,4 \text{ m}$$

Únosnost ve smyku při protlačení desky bez smykové výztuže:

$$V_{Ed,red} = V_{Ed} - \Delta V_{Ed}$$

$$V_{Ed} = 216,444 \text{ kN}$$

$$\Delta V_{Ed} = P_d - g_0$$

$$P_d = \sigma_{gd} \cdot A_{red} \quad \text{reakce zemního tlaku}$$

$$= 336,093 \cdot A_{red}$$

$$g_0 = 9,45 \text{ kN/m} \quad \text{tíha základu}$$

$$V_{Ed} = \frac{V_{Ed,red}}{u \cdot d}$$

$$v_{Rd} = C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho \cdot f_{ck})^{1/3} \cdot \frac{2 \cdot d}{a} \geq v_{min} \cdot \frac{2 \cdot d}{a}$$

a vzdálenost uvažovaného kontrolovaného obvodu od obvodu sloupce

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$$

$$= 1 + \sqrt{\frac{200}{445}} = 1,670 \leq 2,0 \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$\rho_{lx} = \frac{A_{sx}}{b \cdot d} = 4,712 \cdot 10^{-4} / (0,7 \cdot 0,455) = 1,479 \cdot 10^{-3}$$

$$C_{Rdc} = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0,035 \cdot 1,670^{3/2} \cdot 20^{1/2} = 0,338 \text{ MPa}$$

a	u _a	A _{ua}	A _{red}	P _d	ΔV _{ed}	V _{ed,red}	v _{ed,a}	V _{Rdc,a}	v _{min}
[m]	[m]	[m ²]	[m ²]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN/m ²]	[kN/m ²]	[kN/m ²]
0,100	2,800	0,400	0,224	134,437	124,987	91,457	71,787	2617,812	3073,971
0,200	3,200	0,600	0,024	201,656	192,206	24,238	16,647	1308,906	1536,985

$$v_{ed,a} \leq v_{Rd,c} \quad \text{vyhovuje}$$

=> **Není nutný návrh výztuže na protlačení.**

Smyková odolnost těsně kolem sloupu

$$v_{ed,0} = \beta \cdot \frac{V_{Ed}}{u_0 \cdot d} = 1,4 \cdot \frac{216,444}{2,4 \cdot 0,450} = 280,576 \text{ kPa}$$

$$v_{Rd,max} = 0,5 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,5 \cdot 0,552 \cdot 13,333 \cdot 10^3 = 3679,908 \text{ kPa}$$

$$v = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,6 \cdot \left(1 - \frac{20}{250}\right) = 0,552$$

$$v_{ed,0} = 280,576 \text{ kPa} < v_{Rd,max} = 3679,908 \text{ kPa} \dots \text{vyhovuje}$$

13.5.6 Výpočet kotevní délky

Základní kotevní délka

$$l_{b,rqd} = (\emptyset / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (10 / 4) \cdot (63,233 / 2,25) = 70,260 \text{ mm}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,0 = 2,25 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 \cdot 1,5 / 1,5 = 1,0 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{ct} = 1 \quad \text{doporučená hodnota}$$

$$\eta_1 = 1 \quad \text{pro dobré podmínky soudržnosti}$$

$$\eta_2 = 1 \quad \text{pro } \emptyset \leq 32 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{6,853 \cdot 10^{-5}}{4,712 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 63,233 \text{ MPa}$$

$$A_{s,rqd} = 6,853 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$A_{s,prov} = A_s = 4,712 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Kotevní délka

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 70,260 = 59,721 \text{ mm} \Rightarrow \textbf{návrh 100 mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$100 \geq 100 \text{ mm vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \varnothing, 100\text{mm}\} = \max \{21,078; 100; 100\} = 100 \text{ mm}$$

$$\alpha_1 = 1$$

$$\alpha_2 = \textit{vliv minimální betonové krycí vrstvy}$$

$$c_d = \min(a/2, c_1) = \min(51,667; 40) = 40 \text{ mm}$$

$$\alpha_2 = 1 - 0,15 \cdot (c_d - 3 \varnothing) / \varnothing = 1 - 0,15 \cdot (40 - 3 \cdot 10) / 10 = 0,85 \geq 0,7 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\leq 1 \quad \text{vyhovuje}$$

$$\alpha_3 = 1 \quad \textit{vliv ovinutí příčnou výztuží, výztuž není ovinuta}$$

$$\alpha_4 = 1 \quad \textit{bez přivařené výztuže}$$

$$\alpha_5 = 1$$

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0,7$$

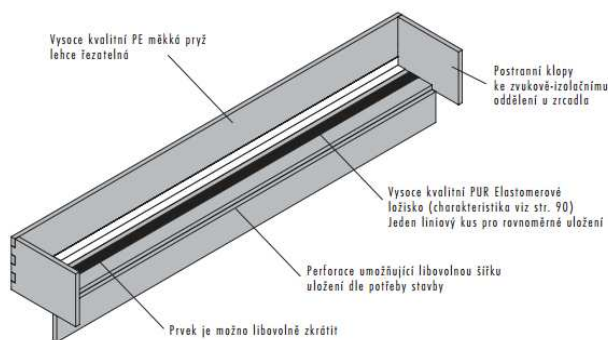
$$0,85 \cdot 1 \cdot 1 = 0,85 \geq 0,7 \quad \textit{splněno}$$

14. VÝPOČET SCHODIŠTĚ

Hlavní schodiště je navrženo jako trojramenné s prefabrikovanými schodišťovými rameny a železobetonovými schodišťovými podestami.

Uložení prefabrikovaného ramena na podestu:

Uložení prefabrikovaného ramena na podestu bude provedeno pomocí ozubů, jejichž návrh je součástí statického výpočtu. Pro přerušení kročejového hluku je navržen prvek Shöck Tronsole typ F 1,2 Linie. Dovolená vnitřní síla na tento prvek je 24 kN/m. Vypočtená vnitřní síla, která zde bude působit, je 18,72 kN/m (viz 14.5.1). Prvek je tedy možné použít.



Obr.51 Prvek Shöck Tronsole typ F [15]

Napojení podesty na schodišťové stěny

Pro napojení monolitické podesty na schodišťovou zeď je použit prvek Shöck Tronsole typ AZT.



Obr. 52 Shöck Tronsole typ AZT [15]

14.1 Materiálové charakteristiky

Beton C 25/30			
Charakteristická pevnost v tlaku	f_{ck}	25	MPa
Návrhová pevnost v tlaku	f_{cd}	16,667	MPa
Střední hodnota pevnosti v tahu za ohybu	f_{ctm}	2,6	MPa
Modul pružnosti	E_{cm}	31	GPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_c	1,5	

Výztuž B500B - 10505.0			
Charakteristická mez kluzu	f_{yk}	500	MPa
Návrhová pevnost výztuže v tahu i tlaku	f_{yd}	434,783	MPa
Dílčí součinitel materiálu	γ_s	1,15	

14.2 Stanovení krytí

Vstupní parametry

profil výztuže $\emptyset$	10	mm
stupeň vlivu prostředí	XC1	beton uvnitř budov s nízkou vlhkostí vzduchu
třída konstrukce	S4	návrhová životnost 50 let

Nominální krycí vrstva

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

c_{min} minimální krycí vrstva

Δc_{dev} návrhová odchylka

Minimální krycí vrstva

$$c_{min} = \max \{ c_{min,b} ; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add} ; 10 \}$$

$c_{min,b} = 10$ minimální krycí vrstva z hlediska soudržnosti

$c_{min,dur} = 15$ minimální krycí vrstva z hlediska podmínek prostředí

$\Delta c_{dur,\gamma} = 0$ přídavná bezpečnostní složka

$\Delta c_{dur,st} = 0$ redukce minimální krycí vrstvy při použití nerezové oceli

$\Delta c_{dur,add} = 0$ redukce minimální krycí vrstvy při použití přídavné ochrany

$$c_{min} = \max \{ 10 ; 15 + 0 - 0 - 0 ; 10 \}$$

$$c_{min} = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta C_{dev} = 10$$

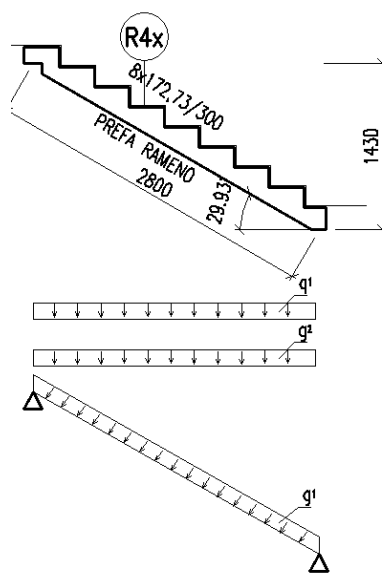
$$C_{nom} = 15 + 10$$

$$C_{nom} = 25 \text{ mm}$$

Navržené krytí betonářské výztuže je **25mm**.

14.3 Výpočet schodišťového ramena

Trojramenné schodiště obsahuje celkem 9 druhů prefabrikovaných ramen. Ve statickém výpočtu je uveden výpočet prefabrikovaného ramena R4x.



Obr. 53 Schéma schodišťového ramena [vlastní]

14.3.1 Výpočet zatížení

Stálé zatížení

Skladba ramene

A8	Ramena schodišť	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d	zatěž. šířka	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]	m	[kN/m]
	Keramická dlažba protiskluzová	10	15	21	0,210	1,35	0,284	1,17	0,332
	Vodovrdorný lepicí tmel	5	15	15	0,075	1,35	0,101		0,118
	Deska ramene	130		25	3,250	1,35	4,388		5,133
	Schodišťové stupně				2,163	1,35	2,919		3,416
	Σ				5,698		7,692		8,999

Užitné zatížení

	Účel místnosti		q_k	γ_f	q_d	zatěž. šířka	q_d
			[kN/m ²]		[kN/m ²]	m	[kN/m]
C5	Schodiště		4,0	1,5	6	1,17	7,02
	Σ		4,0		6		7,020

Celkové zatížení na schodišťového ramene

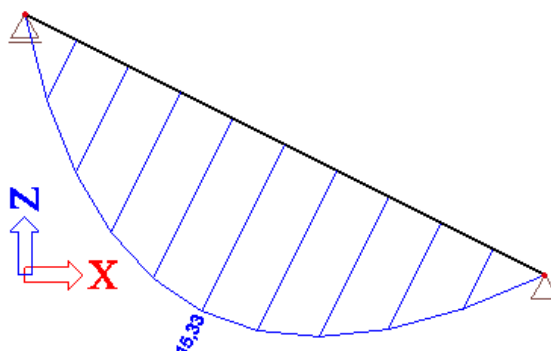
[kN/m]

$$\Sigma (g_d + q_d)$$

16,019

Návrhový ohybový moment

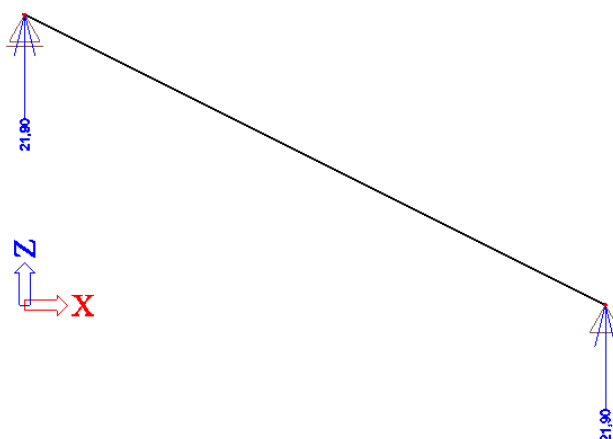
$$M_{Ed} = 15,33 \text{ kNm}$$



Obr. 54 Návrhový ohybový moment [vlastní]

Reakce od zatížení:

$$R_z = 21,9 \text{ kN}$$



Obr. 55 Reakce R_z [vlastní]

14.3.2 Návrh výztuže schodišťového ramena

Materiály

beton C 25/30

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 25 && \text{MPa} \\ f_{cd} &= f_{ck} / 1,5 \\ &= 25 / 1,5 \\ &= 16,667 && \text{MPa} \\ f_{ctm} &= 2,6 && \text{MPa} \end{aligned}$$

Výztuž

B500B

$$\begin{aligned} f_{yk} &= 500 && \text{MPa} \\ f_{yd} &= f_{ck} / 1,15 \\ &= 500 / 1,15 \\ &= 434,783 && \text{MPa} \end{aligned}$$

Návrh výztuže

$$\begin{aligned} h &= 0,130 && \text{m} \\ c &= 0,025 && \text{m} \\ \emptyset &= 0,010 && \text{m} \\ b &= 1,170 && \text{m} \\ d &= h - c - \emptyset/2 \\ &= 0,130 - 0,025 - 0,005 \\ &= 0,100 && \text{m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \mu &= M_{ed} / b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd} \\ &= 11,775 / 1,170 \cdot 0,100^2 \cdot 1 \cdot 16,667 \\ &= 0,06039 \end{aligned}$$

$$\xi = 0,077 < \xi_{bal,1} = 0,617$$

$$\zeta = 0,969$$

$$\begin{aligned} A_{s1,req} &= M_{ed} / \zeta \cdot d \cdot f_{yd} \\ &= 11,775 / 0,969 \cdot 0,100 \cdot 434,783 && \text{m}^2 \\ &= 2,79\text{E-}04 \end{aligned}$$

$$\text{Návrh výztuže} \quad 5 \quad \emptyset \quad 10$$

$$A_s = 3,93\text{E-}04 \quad \text{m}^2$$

Posouzení průřezu

$$\begin{aligned}
 x &= A_s \cdot f_{yd} / b \cdot \lambda \cdot f_{cd} \\
 &= 3,93E-04 \cdot 434,783 / 1,170 \cdot 0,8 \cdot 16,667 \quad \text{m} \\
 &= 0,011 \\
 z &= d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x \\
 &= 0,100 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,011 \\
 &= 0,096 \quad \text{m} \\
 M_{rd} &= A_s \cdot f_{yd} \cdot z \\
 &= 3,93E-04 \cdot 434,783 \cdot 0,096 \\
 &= 16,326 \quad \text{kNm} \\
 M_{rd} &\geq M_{ed} \\
 \mathbf{16,326} &\geq \mathbf{11,775} \quad \text{vyhovuje} \quad \text{kNm}
 \end{aligned}$$

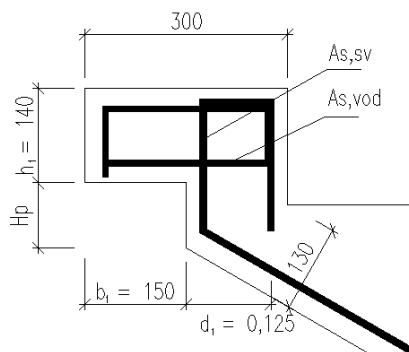
Kontrola vyztužení

$$\begin{aligned}
 A_{s,min} &= \max (0,0013 b \cdot d ; 0,26 \cdot f_{ctm} b \cdot d / f_{yk}) \\
 &= \max (0,0013 \cdot 1,170 \cdot 0,100 ; 0,26 \cdot 2,6 \cdot 1,170 \cdot 0,100 / 500 \\
 &= 1,58E-04 \quad \text{m}^2 \\
 A_s &\geq A_{s,min} \\
 3,93E-04 &\geq 1,58E-04 \quad \text{vyhovuje} \quad \text{m}^2 \\
 A_s &\leq A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c \\
 3,93E-04 &\leq 6,08E-03 \quad \text{vyhovuje} \quad \text{m}^2
 \end{aligned}$$

Návrh rozdělovací výztuže

$$\begin{aligned}
 A_{sr} &\geq 0,2 A_s = 0,2 \cdot 3,93 \cdot 10^{-4} = 7,86 \cdot 10^{-5} \quad \text{m}^2 \\
 \text{Návrh} &\quad \mathbf{\varnothing 8 / 350 \text{ mm}, A_{sr} = 1,005 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2} \\
 s_r &= 350 \text{ mm} \\
 s_{max,slabs} &= \min \{3,0 \cdot h; 400\} = \{3 \cdot 0,130; 400\} = 0,390 \text{ m} = 390 \text{ mm} \\
 &\quad 350 \leq 390 \dots \text{vyhovuje}
 \end{aligned}$$

14.4 Výpočet ozubu schodišťového ramena



Obr. 56 Schéma schodišťového ozubu [vlastní]

$$a_1 = b_1 / 2 = 150 / 2 = 75 \text{ mm} \quad \text{poloha reakce ramena}$$

$$d = h_1 - c - \emptyset / 2 = 140 - 25 - 8 / 2 = 111 \text{ mm}$$

$$M_{ed} = R_z \cdot (a_1 + d_1) = 21,9 \cdot (0,75 + 0,125) = 19,163 \text{ kN/m} \quad \text{ohybový moment ozubu}$$

14.4.1 Návrh výztuže ozubu

$$A_{s1,req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$= 1,17 \cdot 0,111 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 19,163}{1,17 \cdot 0,111^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right)$$

$$= 4,143 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{nutná plocha výztuže}$$

Návrh výztuže	10	Ø	8	
A_s	5,03E-04			m^2

Posouzení průřezu

x	$= A_s \cdot f_{yd} / b \cdot \lambda \cdot f_{cd}$	
	$= 5,03\text{E-}04 \cdot 434,783 / 1,170 \cdot 0,8 \cdot 16,667$	m
	$= 0,014$	
z	$= d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x$	
	$= 0,111 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,014$	
	$= 0,094$	m
M_{rd}	$= A_s \cdot f_{yd} \cdot z$	
	$= 5,03\text{E-}04 \cdot 434,783 \cdot 0,094$	
	$= 20,630$	kNm
M_{rd}	$\geq M_{ed}$	
20,630	$\geq 19,163$	vyhovuje
		kNm

Kontrola vyztužení

$$\begin{aligned} A_{s,min} &= \max (0,0013 b \cdot d ; 0,26 \cdot f_{ctm} b \cdot d / f_{yk}) \\ &= \max (0,0013 \cdot 1,170 \cdot 0,111 ; 0,26 \cdot 2,6 \cdot 1,170 \cdot 0,111 / 500) \\ &= 1,76E-04 \quad m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &\geq A_{s,min} \\ 5,03E-04 &\geq 1,76E-04 \quad \text{vyhovuje} \quad m^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} A_s &\leq A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c \\ 5,03E-04 &\leq 6,08E-03 \quad \text{vyhovuje} \quad m^2 \end{aligned}$$

Návrh svislé tahové výztuže

$$A_{s,sv} = R_d / f_{yd} = 21,9 \cdot 10^3 / 434,783 = 50,37 \quad mm^2$$

$$\begin{aligned} \text{Návrh výztuže} & \quad \mathbf{7} \quad \mathbf{\emptyset} \quad \mathbf{8} \\ A_s & \quad 3,52E-04 \quad m^2 \end{aligned}$$

14.4.2 Výpočet kotevní délky

$$l_{b,rqd} = (\emptyset / 4) \cdot (f_{yd} / f_{bd}) = (8 / 4) \cdot (434,783 / 2,7) = 322,062 \text{ mm}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$f_{ctd} = \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 \cdot 1,8 / 1,5 = 1,2 \text{ MPa}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 322,062 = 225,443 \text{ mm} \Rightarrow \textbf{návrh 230 mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$230 \geq 100 \text{ mm} \text{ vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \emptyset, 100\text{mm}\} = \max \{72,464; 80; 100\} = 100 \text{ mm}$$

$$\alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 \geq 0,7$$

$$0,7 \cdot 1 \cdot 1 = 0,7 \geq 0,7 \quad \text{splněno}$$

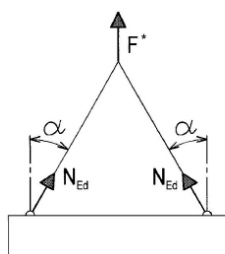
14.5 Návrh přepravních úchytů a úchytů pro vyndání prefabrikátu z bednění

14.5.1 Návrh přepravních úchytů

Jako přepravní úchyty jsem navrhla úchyty DEHA s kulovou hlavou. Systém přepravních úchytů je tvořen natrvalo osazenými úchyty v prefabrikátu, na něž se dočasně upevní závěsné prostředky.

Hmotnost prefabrikátu = 18,164 kN

Návrh manipulační síly:



Obr. 57 Manipulační síla [6]

$$\begin{aligned} N_{Ed} &= 1,8 \cdot \frac{\gamma_{man} \cdot \gamma_G}{n \cdot \cos \alpha} \cdot F_k \\ &= 1,8 \cdot \frac{1,0 \cdot 1,35}{4 \cdot \cos 59} \cdot 36,329 = 42,851 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_k \leq 2 G_k = 36,329$$

$$\gamma_G = 1,35$$

$$\gamma_{man} = 1,0$$

$$n = 4 \quad \dots \text{součet úchytů}$$

$$\alpha = 59 \quad \dots \text{úhel sevřený směrem manipulační síly}$$

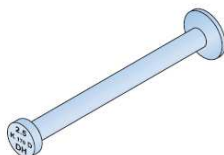
Manipulační síla $N_{Ed} = 42,851 \text{ kN}$.

Navržená kotva

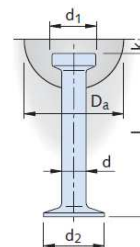
Kotva s kulovou hlavou 6000

Návrh 4 x kotva 6000 – 2,5 - 0120

Rozměry přepravních úchytů s kulovou hlavou pro nosníky a stěny



Přepravní úchyt s kulovou hlavou je vyroben z oceli kruhového průřezu s vykovanou hlavou a patkou.



Tab. 08 Rozměry přepravních úchytů s kulovou hlavou										
hmotnostní skupina	označení bez povrchové úpravy	obj. č. 0735.010-	označení žárově zinkováno	obj. č. 0735.-	l [mm]	d [mm]	d ₁ [mm]	d ₂ [mm]	k [mm]	D _a [mm]
1,3	6000- 1.3-0085	00006	6000- 1.3-0085 FV	200-00071	85	10	19	25	10	60
	6000- 1.3-0120	00007	6000- 1.3-0120 FV	200-00072	120					
	6000- 1.3-0240	00008	6000- 1.3-0240 FV	200-00073	240					
2,5	6000- 2.5-0120	00019	6000- 2.5-0120 FV	200-00084	120	14	26	35	11	74
	6000- 2.5-0170	00020	6000- 2.5-0170 FV	200-00085	170					
	6000- 2.5-0280	00022	6000- 2.5-0280 FV	200-00087	280					

Obr. 58 Rozměry přepravního úchytu [19]

14.5.2 Návrh úchytů pro vyndání prefabrikátu z bednění:

$$N_{Ed} = 1,3 \cdot \frac{\gamma_G}{n \cdot \cos \alpha} \cdot (F_k + F_{adh,k})$$

$$= 1,3 \cdot \frac{1,35}{4 \cdot \cos 59} \cdot (36,329 + 8,54) = 38,227 \text{ kN}$$

$$F_k \leq 2 G_k = 36,329$$

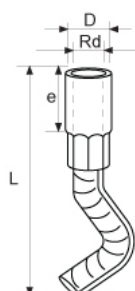
$$\gamma_G = 1,35$$

$$n = 4 \quad \dots \text{součet úchytů}$$

$$\alpha = 59 \quad \dots \text{úhel sevřený směrem manipulační síly}$$

$$F_{adh,k} = A_{adh} \cdot v_{adh,k} = 4,272 \cdot 2,0 \quad \dots v_{adh,k} = 2,0 \text{ kN/m}^2, \text{ přilnavost dílce k podložce}$$

$$= 8,54 \text{ kN}$$



Obr. 59 Kotva pro vyndání prefabrikátu z bednění [18]

Tabulka rozmerov:

číslo	Hmotnostní kategorie t	Závit x Délka L	D mm	e mm
0250	0,5	Rd 12 x 108	16	22
0252	0,8	Rd 14 x 130	20	25
0254	1,2	Rd 16 x 167	21,5	27
0255	1,6	Rd 18 x 175	24	34
0257	2	Rd 20 x 187	27	35
0260	2,5	Rd 24 x 240	32	43
0261	4	Rd 30 x 300	38	56
0263	6,3	Rd 36 x 380	48	69
0266	8	Rd 42 x 450	54	80

Obr. 60 Tabulka rozměrů kotvy [18]

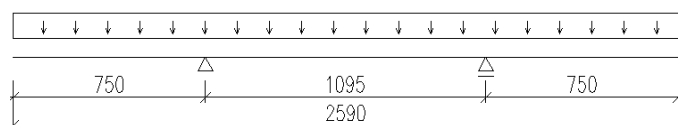
14.5.3 Posouzení ohybového momentu při vyndání prvku z bednění

Pro výpočet uvažuji 70 % pevnosti betonu v tlaku.

Zatížení:

vlastní tíha prefabrikátu $7,013 \cdot 1,35 = 9,467 \text{ kN/m}$

přilnavost prvku k bednění $3,297 \cdot 1,35 = 4,451 \text{ kN/m}$



Maximální záporný ohybový moment $M_{Ed} = - 3,91 \text{ kNm}$

$$d = 0,101 \text{ m}$$

6 Ø 8 ...navržená výztuž při horním povrchu

$$A_s = 3,015 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{3,015 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1,17 \cdot 0,8 \cdot 16,667 \cdot 0,7} = 0,012 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,012}{0,101} = 0,119 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,101 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,012 = 0,096 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 3,015 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,096 = 12,61 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd} \geq M_{Ed}$$

12,61 kNm $\geq$ 3,91 kNm ...vyhovuje

14.6 Výpočet schodišťové podesty

14.6.1 Výpočet zatížení

A9	Mezipodesty	tl.	celková tl. podlahy	γ	g_k	γ_f	g_d
		[mm]	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
	Keramická dlažba protiskluzová spárovaná vodovzdornou spárovací hmotou	10	80	21	0,210	1,35	0,284
	Vodovzdorný lepící tmel	3		15	0,045	1,35	0,061
	Betonová mazanina vyztužená KARI sítí	46		25	1,150	1,35	1,553
	Separační vrstve PE folie	1		14,7	0,015	1,35	0,020
	Tepelní izolace (EPS 100Z nášlapný)	20		0,2	0,004	1,35	0,005
	Σ				1,424		1,922

Užitné zatížení

	Účel místnosti		q_k	γ_f	q_d
			[kN/m ²]		[kN/m ²]
C6	Podesta		4,0	1,5	6
	Σ		4,0		6

Reakce od schodišťového ramena

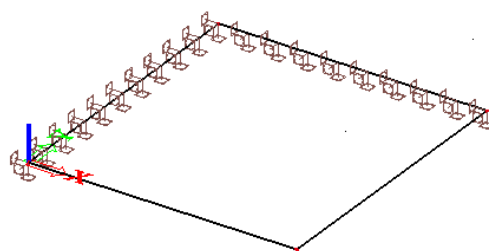
$$R_{zd} = 21,9 \text{ kN}$$

$$R_{zk} = 16,18 \text{ kN}$$

$$\text{délka podesty } 1,17\text{m} \Rightarrow R_{zk} = 16,18 / 1,17 = 13,829 \text{ kN/m}$$

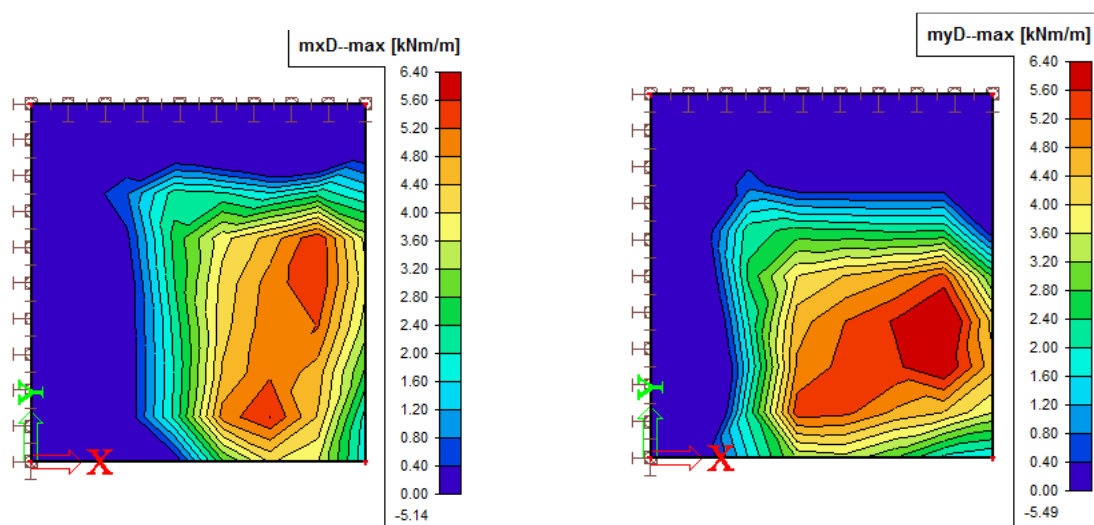
14.6.2 Model schodišťové podesty

Model podesty je vytvořen jako deska, která je na dvou stranách vetknutá. Pro zpřesnění návrhu bude k ohybovým momentům u spodního okraje desky pro návrh výztuže připočteno 10% z hodnoty ohybového momentu. To z důvodu zpřesnění působení po zabudování.

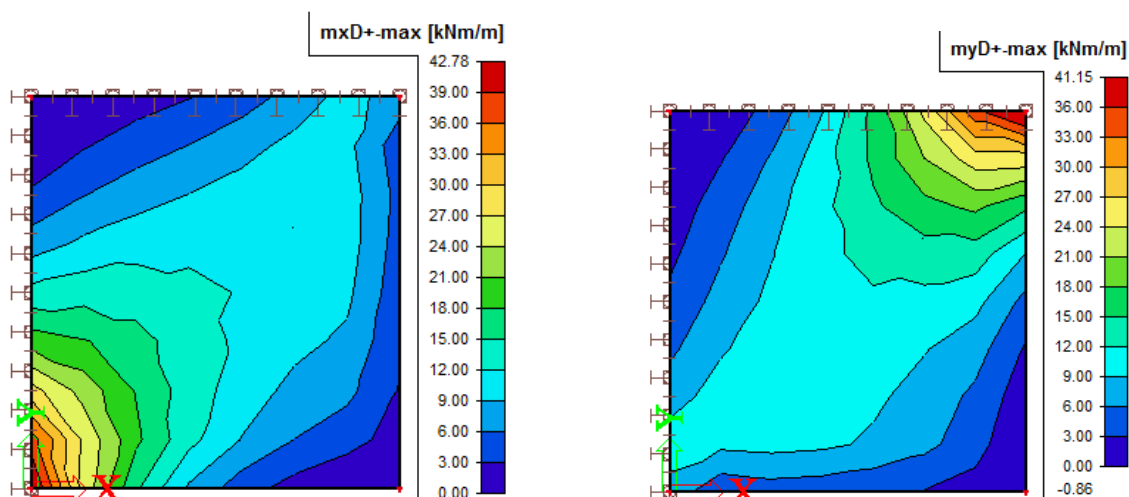


Obr. 61 Model podesty schodiště [vlastní]

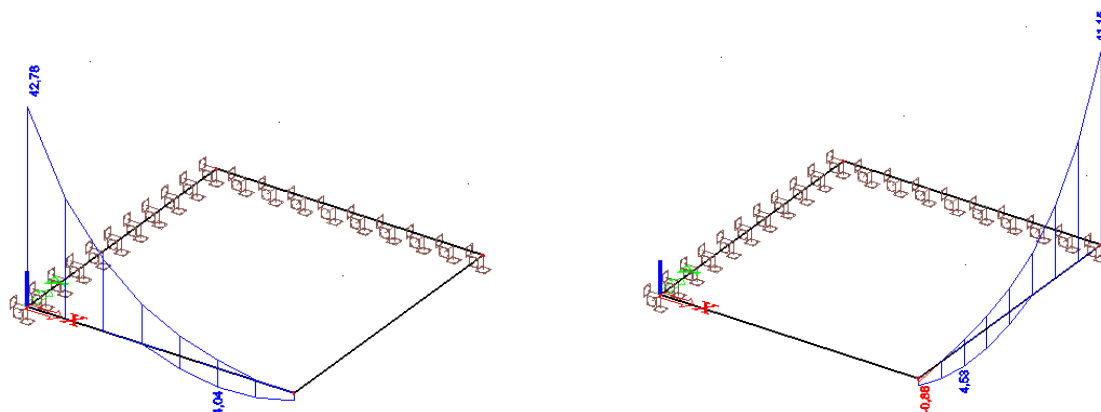
14.6.3 Průběh vnitřních sil



Obr. 62 Průběh momentů M_{x_d-} a M_{y_d-} (dolní okraj desky) [vlastní]



Obr. 63 Průběh momentů M_{x_d+} a M_{y_d+} (horní okraj desky) [vlastní]



Obr. 64 Průběh momentů na řezech ve směru osy x a y [vlastní]

14.6.4 Návrh výztuže podesty

Návrh spodní výztuže ve směru osy x:

$$M_{Ed,x} = 6,40 + 10 \% \text{ z momentu} = 7,04 \text{ kNm/m}$$

$$b_{dim} = 1 \Rightarrow M_{Ed,x} = 7,04 \text{ kNm}$$

$$d = h - c - \emptyset / 2 = 200 - 25 - 8 / 2 = 171 \text{ mm}$$

$$A_{s1,req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$= 1 \cdot 0,171 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 7,04}{1 \cdot 0,171^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = 9,54 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\text{Navrženo } \emptyset 8 / 0,200\text{m} , A_s = 2,513 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení:

$$h = 0,200 \quad \text{m}$$

$$b = 1 \quad \text{m}$$

$$d = 0,171 \quad \text{m}$$

$$A_s = 2,513 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{2,513 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,667} = 0,0015 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,0015}{0,171} = 0,009 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,171 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0015 = 0,170 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 2,513 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,170 = 18,662 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,x} = 7,04 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 18,662 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s,min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1 \cdot 0,171 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 2,312 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d =$$

$$= 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,171 = 2,223 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_s = 2,513 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,min} = 2,313 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,2 = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 2,513 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

Návrh spodní výztuže ve směru osy y:

$$M_{Ed,y} = 6,40 + 10 \% \text{ z momentu} = 7,04 \text{ kNm/m}$$

$$b_{dim} = 1 \Rightarrow M_{Ed,y} = 7,04 \text{ kNm}$$

$$d = h - c - \emptyset - \emptyset / 2 = 200 - 25 - 8 - 8 / 2 = 163 \text{ mm}$$

$$A_{s1,req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$= 1 \cdot 0,163 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 7,04}{1 \cdot 0,163^2 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = 1,001 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$\text{Navrženo } \emptyset 8 / 0,200\text{m} , A_s = 2,513 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení:

$$h = 0,200 \quad \text{m}$$

$$b = 1 \quad \text{m}$$

$$d = 0,163 \quad \text{m}$$

$$A_s = 1,001 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{2,513 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,667} = 0,0015 \text{ m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,0015}{0,163} = 0,009 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,163 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0015 = 0,162 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 2,513 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78 \cdot 10^3 \cdot 0,162 = 17,448 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,y} = 7,04 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 17,448 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s,min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1 \cdot 0,163 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 2,204 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d =$$

$$= 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,163 = 2,119 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_s = 2,513 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,min} = 2,204 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,2 = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 2,513 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

Návrh horní výztuže ve směru osy x:

$$M_{Ed,x+} = 41,780 \text{ kNm/m}$$

$$b_{dim} = 1 \Rightarrow M_{Ed,x+} = 41,780 \text{ kNm}$$

$$d = h - c - \emptyset / 2 = 200 - 25 - 10 / 2 = 170 \text{ mm}$$

$$A_{s1,req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$= 1 \cdot 0,170 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 41,780}{1 \cdot 0,170 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Navrženo } \emptyset 10 / 0,125\text{m} , A_s = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení:

$$h = 0,200 \text{ m}$$

$$b = 1 \text{ m}$$

$$d = 0,170 \text{ m}$$

$$A_s = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{6,283 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,667} = 0,0036\text{m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,0036}{0,170} = 0,021 < \xi_{bal,1} = 0,617 \text{ vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,170 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0036 = 0,169 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 6,283 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,170 = 46,043 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,x+} = 41,780 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 46,043 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s,min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1 \cdot 0,170 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 2,298 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d =$$

$$= 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,170 = 2,210 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_s = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,min} = 2,298 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,2 = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

Návrh horní výztuže ve směru osy y:

$$M_{Ed,y+} = 41,15 \text{ kNm/m}$$

$$b_{dim} = 1 \Rightarrow M_{Ed,y+} = 41,15 \text{ kNm}$$

$$d = h - c - \emptyset - \emptyset / 2 = 200 - 25 - 10 - 10 / 2 = 160 \text{ mm}$$

$$A_{s1,req} = b \cdot d \cdot \frac{f_{cd}}{f_{yd}} \cdot \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot d^2 \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$= 1 \cdot 0,160 \cdot \frac{16,667}{434,78} \left(1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot 41,150}{1 \cdot 0,160 \cdot 16,667 \cdot 10^3}} \right) = 6,232 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$\text{Navrženo } \emptyset 10 / 0,125\text{m} , A_s = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

Posouzení:

$$h = 0,200 \quad \text{m}$$

$$b = 1 \quad \text{m}$$

$$d = 0,170 \quad \text{m}$$

$$A_s = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

$$x = \frac{A_s \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot f_{cd}} = \frac{6,283 \cdot 10^{-4} \cdot 434,78}{1 \cdot 0,8 \cdot 16,667} = 0,0036\text{m}$$

$$\xi = \frac{x}{d} = \frac{0,0036}{0,160} = 0,023 < \xi_{bal,1} = 0,617 \quad \text{vyhovuje}$$

$$z_c = d - 0,5 \cdot \lambda \cdot x = 0,160 - 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,0036 = 0,159 \text{ m}$$

$$M_{Rd} = A_s \cdot f_{yd} \cdot z_c = 6,283 \cdot 10^{-4} \cdot 434,783 \cdot 10^3 \cdot 0,159 = 43,311 \text{ kNm/m}$$

$$M_{Ed,y+} = 41,780 \text{ kNm} \leq M_{Rd} = 43,311 \text{ kNm} \quad \text{vyhovuje}$$

Kontrola míry vyztužení

$$A_{s,min} = b \cdot d \cdot 0,26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} = 1 \cdot 0,160 \cdot 0,26 \cdot \frac{2,6}{500} = 2,163 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > 0,0013 \cdot b \cdot d =$$

$$= 0,0013 \cdot 1 \cdot 0,160 = 2,080 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_s = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 > A_{s,min} = 2,163 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

$$A_{s,max} = 0,04 \cdot A_c = 0,04 \cdot 0,2 = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

$$A_s = 6,283 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2 < A_{s,max} = 8,0 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2 \quad \text{vyhovuje}$$

14.6.5 Napojení schodišťové podesty na železobetonovou zeď

Napojení pomocí prvku Shöck Tronsole typ AZT:

Schöck Tronsole®	tloušťka podesty [mm]	vnitřní rozměry			vnější rozměry		
		výška [mm]	šířka [mm]	hloubka [mm]	výška [mm]	šířka [mm]	hloubka [mm]
typ AZT	≥ 160	166	224	136	216	300	150
typ AZT plus							

Obr. 65 Rozměry prvku Shöck Tronsole typ AZT [15]

Návrh prvku:

Výpočet je proveden dle návodu od Shöck Tronsole:

$$\begin{aligned}
 h &= 200 \text{ mm} && \dots \text{výška podesty} \\
 c &= 25 \text{ mm} && \dots \text{krytí výztuže} \\
 h_m &= 160 \text{ mm} && \dots \text{střední výška} \\
 e_r &= 100 \text{ mm} \leq 0,75 \cdot h_m - 1,5 \text{ cm} = 0,75 \cdot 16 - 1,5 = 10,5 \text{ cm}
 \end{aligned}$$

Stanovení přípustných smykových sil:

Posouzení pro rohovou oblast:

Návrh TYP AZT plus, $d = 200 \text{ mm}$, 37,8/-10 kN

$$\begin{aligned}
 \text{zul. } Q &= \tau_{011} \cdot k_1 \cdot u \cdot h_m / 1,4 = \\
 &= 0,05 \cdot 1,619 \cdot 45,06 \cdot 16 / 1,4 = 41,679 \text{ kN} \leq 53 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

...vyhovuje

$$\tau_{011} = 0,05 \text{ kN/cm}^2 \quad \dots \text{smykové napětí betonu dle DIN 1045}$$

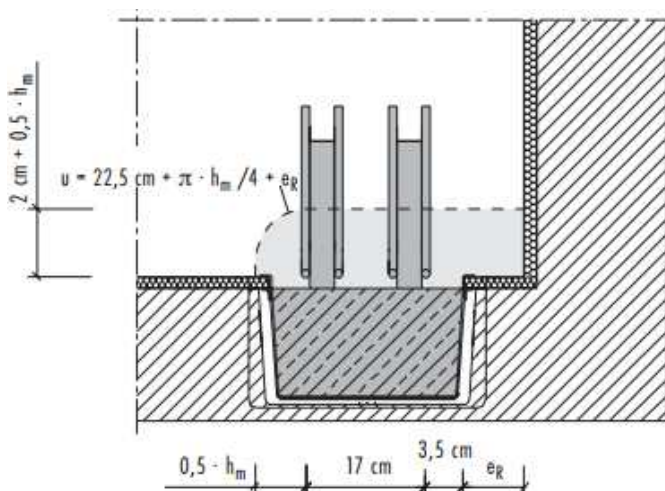
$$k_1 = 1,3 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{\mu_g} = 1,3 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{0,791} = 1,619$$

$$\begin{aligned}
 \mu_g &= 0,5 / h_m \cdot (A_{sx}/b_y + A_{sy}/b_x) \leq 1,25\% \\
 &= 0,5 / 16 \cdot (5,5/54,5 + 3,927/25,8) = 7,91 \cdot 10^{-3} \cdot 100 = 0,791 \% \leq 1,25 \%
 \end{aligned}$$

...vyhovuje

$$A_{sx} = 5,5 \text{ cm}^2 \text{ (7 } \emptyset 10) \quad \dots \text{plocha výztuže ve směru osy } x \text{ } b_y \text{ v cm}^2$$

$$\begin{aligned}
 A_{sy} &= 3,927 \text{ cm}^2 (5 \varnothing 10) && \dots \text{plocha výztuže ve směru osy } y \text{ } b_x \text{ v cm}^2 \\
 b_x &= 1,8 \text{ cm} + 1,5 \cdot h_m = 1,8 + 1,5 \cdot 16 = 25,8 \text{ cm} \\
 b_y &= 20,5 \text{ cm} + 1,5 \cdot h_m + e_r = 20,5 + 1,5 \cdot 16 + 10 = 54,5 \text{ cm} \\
 u &= 22,5 \text{ cm} + \pi \cdot h_m / 4 + e_r && \dots \text{obvod kritického kruhového průřezu} \\
 &= 22,5 + 3,14 \cdot 16 / 4 + 10 = 45,06 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



Obr. 66 Stanovení kritického průřezu v rohové oblasti [15]

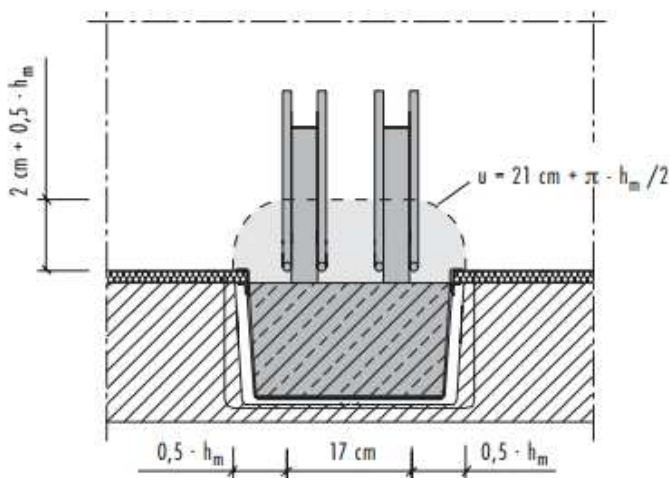
Návrh TYP AZT plus, $d = 200 \text{ mm}$, 37,8/-10 kN.

d [mm]	zul. $Q^{(1)(2)(3)}$		A_{sx}	b_x [mm]	A_{sy}	b_y [mm]
	typ AZT [kN]	typ AZT plus [kN]				
160	19,7	19,7/-10,0	4 $\varnothing 10$	198	1 $\varnothing 10$	435
	30,4	30,4/-10,0	6 $\varnothing 10$		4 $\varnothing 10$	
	32,2	32,2/-10,0	7 $\varnothing 10$		5 $\varnothing 10$	
180	32,4	32,4/-10,0	6 $\varnothing 10$	228	4 $\varnothing 10$	465
	33,5	33,5/-10,0	7 $\varnothing 10$		4 $\varnothing 10$	
	35,7	35,7/-10,0	7 $\varnothing 10$		5 $\varnothing 10$	
200	34,3	34,3/-10,0	6 $\varnothing 10$	258	4 $\varnothing 10$	495
	35,5	35,5/-10,0	7 $\varnothing 10$		4 $\varnothing 10$	
	37,8	37,8/-10,0	7 $\varnothing 10$		5 $\varnothing 10$	

Obr. 67 Napojení v oblasti rohu [15]

Posouzení pro umístění v oblasti desky:

Návrh TYP AZT, $d = 200 \text{ mm}$, $39,6 \text{ kN}$



Obr. 68 Stanovení kritického průřezu v oblasti desky [15]

d [mm]	zul. Q ¹⁾²⁾³⁾		A _{sx}	b _x [mm]	A _{sy}	b _y [mm]
	typ AZT [kN]	typ AZT plus [kN]				
160	20,0	20,0/-10,0	4 Ø 10	198	1 Ø 10	530
	31,6	31,6/-10,0	6 Ø 10		4 Ø 10	
	33,4	33,4/-10,0	8 Ø 10		4 Ø 10	
	34,8	34,8/-10,0	10 Ø 10		4 Ø 10	
180	34,5	34,5/-10,0	6 Ø 10	228	4 Ø 10	590
	36,5	36,5/-10,0	8 Ø 10		4 Ø 10	
	38,5	38,5/-10,0	10 Ø 10		4 Ø 10	
	42,8	42,8/-10,0	10 Ø 12	225	5 Ø 12	584
200	37,4	37,4/-10,0	6 Ø 10	258	4 Ø 10	650
	39,6	39,6/-10,0	8 Ø 10		4 Ø 10	
	41,8	41,8/-10,0	10 Ø 10		4 Ø 10	
	49,7	49,7/-10,0	10 Ø 12	255	4 Ø 12	644

Obr. 69 Napojení mimo oblast rohu [15]

$$\text{zul. } Q = \tau_{011} \cdot k_1 \cdot u \cdot h_m / 1,4 =$$

$$= 0,05 \cdot 1,41 \cdot 46,12 \cdot 16 / 1,4 = 37,16 \text{ kN} \leq 53 \text{ kN}$$

...nevyhovuje => zul. Q= 53 kN

$$\tau_{011} = 0,05 \text{ kN/cm}^2$$

...smykové napětí betonu dle DIN 1045

$$k_1 = 1,3 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{\mu_g} = 1,3 \cdot 1,4 \cdot \sqrt{0,6} = 1,41$$

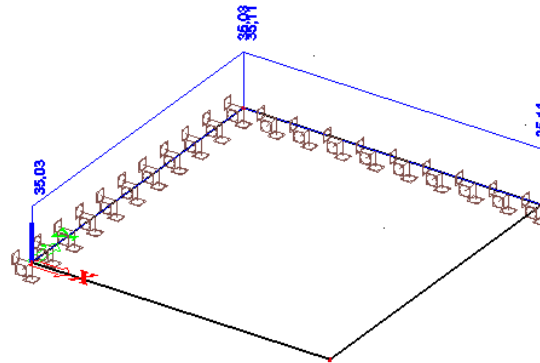
$$\mu_g = 0,5 / h_m \cdot (A_{sx}/b_y + A_{sy}/b_x) \leq 1,25\%$$

$$= 0,5 / 16 \cdot (4,71/65 + 3,142/25,8) = 0,006 \cdot 100 = 0,6 \% \leq 1,25 \%$$

$$A_{sx} = 4,71 \text{ cm}^2 \text{ (6 Ø 10)}$$

...plocha výztuže ve směru osy x b_y v cm²

$$\begin{aligned}
 A_{sy} &= 3,142 \text{ cm}^2 \text{ (4 } \emptyset 10) && \dots \text{plocha výztuže ve směru osy y } b_x \text{ v cm}^2 \\
 b_x &= 1,8 \text{ cm} + 1,5 \cdot h_m = 1,8 + 1,5 \cdot 16 = 25,8 \\
 b_y &= 17 \text{ cm} + 3 \cdot h_m = 17 + 3 \cdot 16 = 65 \\
 u &= 21 \text{ cm} + \pi \cdot h_m / 2 && \dots \text{obvod kritického kruhového průřezu} \\
 &= 21 + 3,14 \cdot 16 / 2 = 46,12 \text{ cm}
 \end{aligned}$$



Obr. 70 Smyková síla na podestě, q_{max} [vlastní]

Posouzení:

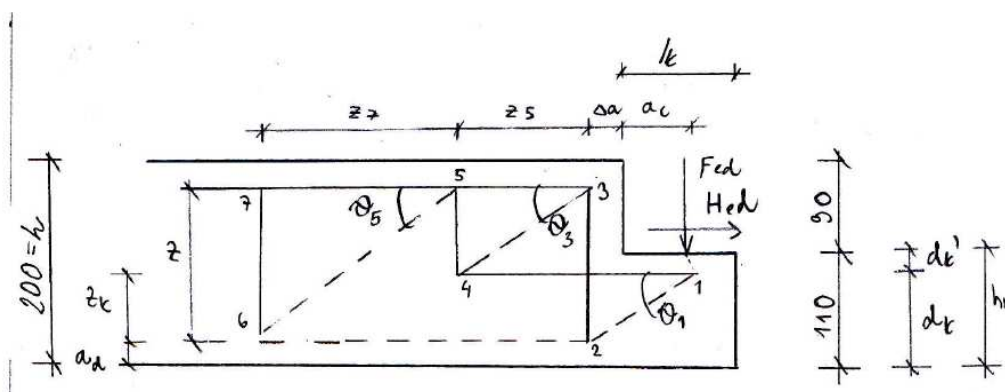
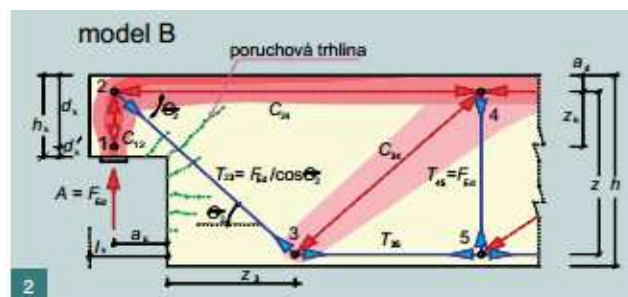
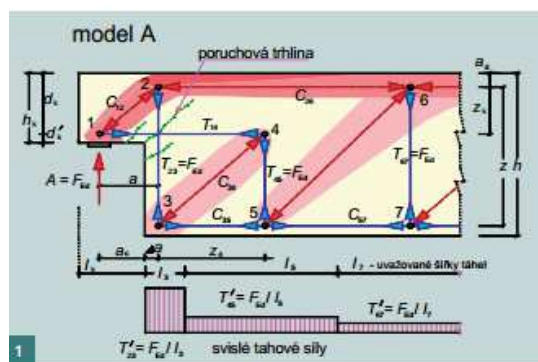
$$\begin{aligned}
 q_{max} &= 35,11 \text{ kN/m} && \dots \text{smyková síly kN/m} \\
 Q_{max} &= 35,11 \cdot b = 35,11 \cdot 1,4 = 49,154 \text{ kN} && \dots \text{smyková síla kN} \\
 &= 49,154 / 2 = 24,577 \text{ kN} \\
 \text{zul.Q} &= 37,16 \text{ kN} < 24,577 \text{ kN} \Rightarrow \text{vyhovuje} && \dots \text{pro oblast v desce}
 \end{aligned}$$

Návrh prvku typ AZT 200, 37,4.

Výpočet kotevní délky $\emptyset 10$:

$$\begin{aligned}
 l_{b,rqd} &= (\emptyset / 4) \cdot (f_{yd} / f_{bd}) = (10 / 4) \cdot (434,783 / 2,7) = 402,577 \text{ mm} \\
 f_{bd} &= 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa} \\
 f_{ctd} &= \alpha_{ct} \cdot f_{ctk,0,05} / \gamma_c = 1 \cdot 1,8 / 1,5 = 1,2 \text{ MPa} \\
 l_{bd} &= \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 402,577 = 281,804 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 290 \text{ mm} \\
 l_{bd} &\geq l_{b,min} \\
 290 &\geq 100 \text{ mm vyhovuje} \\
 l_{b,min} &> \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \emptyset, 100 \text{ mm}\} = \max \{120,773; 80; 100\} = 120,773 \text{ mm} \\
 \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_5 &\geq 0,7 \\
 0,7 \cdot 1 \cdot 1 &= 0,7 \geq 0,7 \text{ splněno}
 \end{aligned}$$

Ozub byl navržen pomocí modelu náhradní příhradové analogie. Tento návrh dnes vychází ze dvou základních modelů A a B, které je vhodné kombinovat. Kombinace je vhodná vzhledem k tomu, že ani jeden model není optimální, pokud je navržen samostatně. U modelu A nevýhoda spočívá v nevhodném umístění svislé výztuže za ozubem, která nemá optimální polohu vzhledem k rozvoji poruchové trhliny a je tedy na její rozvoj málo účinná. Oproti tomu model B má výhodné umístění šikmé výztuže, avšak tento model není schopen přenášet vodorovná zatížení. Je tedy vhodné modely kombinovat. Pro návrh jsem použila kombinace obou těchto modelů s tím, že každý model přenáší 60 % celkového zatížení. [9]



Kontrola napětí v betonu ve styku ozub ramena / podesta:

styčnick CCT:

$$f_c^{\max} = k_1 \cdot v \cdot f_{cd} = 0,85 \cdot 0,9 \cdot 16,667 = 12,75 \text{ MPa}$$

$$k_1 = 0,85$$

$$v = 1 - \frac{f_{ck}}{250} = 1 - \frac{25}{250} = 0,9$$

$$\sigma_c = \frac{F_{Ed}}{A_d} = \frac{13,140 \cdot 10^3}{0,135} = 97,333 \text{ kPa} \leq 12,75 \text{ MPa} \quad \dots \text{vyhovuje}$$

$$F_{Ed} = 13,140 \text{ kN}$$

$$A_d = 0,135 \text{ m}$$

Návrh výztuže táhla T_{23}

$$A_s = 1,2 \cdot T_{23} / f_{yd} = 1,2 \cdot 13140 / 434,783 = 36,266 \text{ mm}^2$$

Návrh 2 $\emptyset 6$

$$A_s = 56,549 \text{ mm}^2$$

Návrh výztuže táhla T_{14}

předpoklad $\emptyset 8$

$$a = a_c + \Delta a + (H_{ed} / F_{ed}) \cdot d_k = 90 + 50 + (4,38 / 13,140) \cdot 35 = 151,67 \text{ mm} \quad \dots \text{rameno reakce}$$

$$z_k = h_k - d_k - a_d = 110 - 35 - 50 / 2 = 50 \text{ mm} \quad \dots \text{rameno vnitřních sil ozubu}$$

$$\theta_1 = \arctg(z_k / a) = \arctg(50 / 151,67) = 18,24^\circ \quad \dots \text{sklon tlačené diagonály } C_{12}$$

$$C_{12} = F_{ed} / \sin \theta_1 = 13,140 / \sin 18,24 = 41,98 \text{ kN} \quad \dots \text{tlaková síla v betonové vzpěře}$$

$$C^{(1)+(2)} = C_{12}^{(1)} \cdot \cos \theta_1 + F_{ed} / \tg \theta_2 = 41,98 \cdot \cos 18,24 + 13,14 / \tg 45 = 68,04 \text{ kN}$$

$\dots$ tlaková síla při horním líci ozubu

$$x = C^{(1)+(2)} / f_{c\max} = 53,011 / 12,75 = 4,245 \text{ mm} \quad \dots \text{výška tlačené oblasti}$$

$$z_k = 110 - 35 - 4,245 / 2 = 72,878 \text{ mm} \quad \dots \text{kontrola ramene vnitřních sil}$$

$$T_{14} = (F_{ed} \cdot a + H_{ed} \cdot z_k) / z_k = (13,140 \cdot 151,67 + 4,38 \cdot 72,878) / 72,878 = 31,726 \text{ kN}$$

$\dots$ síla v táhle T_{14}

$$A_{s, \text{req}} = T_{14} / f_{yd} = 31,726 / 434,783 = 72,97 \text{ mm}^2$$

Návrh 2 $\emptyset 8$ (smyčky)

$$A_s = 100,531 \text{ mm}^2$$

Táhlo bude provedeno pomocí ohnutí nosné výztuže podesty, tedy ohyby $\emptyset 8$ / 200mm.

Výpočet kotevní délky

výpočet pro $\emptyset = 8 \text{ mm}$

$$l_{b,rqd} = (\emptyset / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (8 / 4) \cdot (315,683 / 2,7) = 233,839 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{7,297 \cdot 10^{-5}}{1,005 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 315,683 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 233,839 = 163,687 \text{ mm} \Rightarrow \textbf{návrh 165 mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$165 \geq 100 \text{ mm vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \emptyset, 100\text{mm}\} = \max \{70,5; 80; 100\}$$

Kontrola zakřivení prutu

$$\emptyset_{m,min} \geq F_{bt} \cdot ((1/a_b) + 1/(2\emptyset)) / f_{cd} = 15,867 \cdot ((1/35) + 1/(2 \cdot 8)) / 16,667 = 0,086 \text{ m} = 86 \text{ mm}$$

$$F_{bt} = 315,683 \cdot 50,265 = 15,867 \text{ kN}$$

$$a_b = 25 + 6 + 4 = 35 \text{ mm}$$

návrh průměru smyčky 90 mm

zakotvení za styčником 4 bude provedeno pomocí 2 dvojstřížných třmínků $\emptyset = 6 \text{ mm}$

Návrh výztuže táhla T_{45} a T_{67}

$$T_{45} = T_{67} = 13,140 \text{ kN}$$

$$A_s = 1,2 \cdot T_{45} / f_{yd} = 1,2 \cdot 13140 / 434,783 = 36,266 \text{ mm}^2$$

Návrh 2 $\emptyset 6$ v každém styčniku

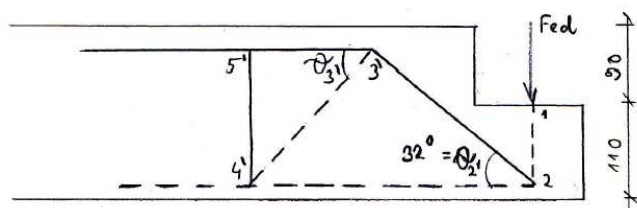
$$A_s = 56,549 \text{ mm}^2$$

Návrh svislé a vodorovné výztuže ozubu

$$\text{součinitel } \beta = (a_c + \Delta a - 0,5 \cdot a_3) / 2 \cdot d_k = (90 + 50) / 2 \cdot 35 = 2$$

svislé třmínky musí přenést tahovou sílu $2 \cdot 13,140 = 26,280 \text{ kN}$, k této síle je nutné připočítat vznikající příčné tahy v tlakové diagonále 1. a 2. modelu.

Návrh výztuže druhého modelu



Obr. 74 Schéma pro výpočet druhého modelu [vlastní]

$$\theta_2 = 32^\circ$$

Návrh výztuže táhla T_{23}

$$T_{23} = F_{ed} / \sin 45 = 13,140 / \sin 32 = 24,796 \text{ kN}$$

$$A_{s,req} = T_{23} / f_{yd} = 24,796 / 434,783 = 57,031 \text{ mm}^2$$

Návrh 4 Ø 6

$$A_s = 113,097 \text{ mm}^2$$

$$s \leq s_{max,slabs} = \min \{2 \cdot h; 300 \text{ mm}\}$$

$$290 \leq s_{max,slabs} = \min \{400; 300 \text{ mm}\} = 300 \text{ mm}$$

Výpočet kotevní délky

výpočet pro Ø = 6 mm

$$l_{b,rqd} = (\phi / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (6 / 4) \cdot (219,237 / 2,7) = 121,798 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s,rqd}}{A_{s,prov}} \cdot f_{yd} = \frac{5,703 \cdot 10^{-5}}{1,131 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 219,237 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b,rqd} = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 121,798 = 85,259 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 100 \text{ mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b,min}$$

$$100 \geq 100 \text{ mm vyhovuje}$$

$$l_{b,min} > \max \{0,3 l_{b,rqd}, 10 \phi, 100 \text{ mm}\} = \max \{36,539; 60; 100\}$$

Návrh konstrukční svislé a vodorovné výztuže ozubu

$$C_{12} = 41,98 \text{ kN} \quad \dots \text{síla v tlačené diagonále první části modelu}$$

$$F_t = 0,5 \cdot C_{12} \quad \dots \text{síla při nespojitosti oblasti}$$

$$F_t = 0,5 \cdot 41,98 = 20,99 \text{ kN} \quad \dots \text{Příčný se rozdělí do svislé a vodorovné složky a vhodné sílu zvětšit o 20\%}$$

$$C_{12} = 13,14 \text{ kN} \quad \dots \text{síla v tlačené diagonále druhého části modelu}$$

$$F_t = 0,5 \cdot C_{12} \quad \dots \text{ síla při nespojitosti oblasti}$$

$$F_t = 0,5 \cdot 13,14 = 6,57 \text{ kN} \quad \dots \text{ Příčný se rozdělí do svislé a vodorovné složky a vhodné sílu zvětšit o 20\%}$$

Celková plocha vodorovné výztuže ozubu

$$= 1,2 \cdot 20,99 \cdot \cos 18,24 + 6,57 = 30,492 \text{ kN}$$

$$A_{s, \text{req}} = F / f_{yd} = 30492 / 434,783 = 70,132 \text{ mm}^2$$

Návrh 5 Ø 6, $A_s = 141,372 \text{ mm}^2$...kvůli vzdálenosti výztuže

Výpočet kotevní délky

výpočet pro $\emptyset = 6 \text{ mm}$

$$l_{b, \text{rqd}} = (\emptyset / 4) \cdot (\sigma_{sd} / f_{bd}) = (6 / 4) \cdot (215,639 / 2,7) = 119,799 \text{ mm}$$

$$\sigma_{sd} = \frac{A_{s, \text{rqd}}}{A_{s, \text{prov}}} \cdot f_{yd} = \frac{7,013 \cdot 10^{-5}}{1,414 \cdot 10^{-4}} \cdot 434,783 = 215,639 \text{ MPa}$$

$$f_{bd} = 2,25 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot f_{ctd} = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot = 2,25 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1,2 = 2,7 \text{ MPa}$$

$$l_{bd} = \alpha_1 \cdot \alpha_2 \cdot \alpha_3 \cdot \alpha_4 \cdot \alpha_5 \cdot l_{b, \text{rqd}} = 1 \cdot 0,7 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 1 \cdot 119,799 = 83,86 \text{ mm} \Rightarrow \text{návrh } 100 \text{ mm}$$

$$l_{bd} \geq l_{b, \text{min}}$$

$$100 \geq 100 \text{ mm vyhovuje}$$

$$l_{b, \text{min}} > \max \{0,3 l_{b, \text{rqd}}, 10 \emptyset, 100 \text{ mm}\} = \max \{35,94; 60; 100\}$$

Celková plocha svislé výztuže ozubu

$$= 1,2 \cdot 20,99 \cdot \sin 18,24 + 26,280 = 34,164 \text{ kN}$$

$$A_{s, \text{req}} = F / f_{yd} = 34164 / 434,783 = 78,577 \text{ mm}^2$$

Návrh třmínky 4 Ø 6, $A_s = 113,09 \text{ mm}^2$

15. ZÁVĚR

Jednotlivé části posuzované konstrukce byly navrženy dle platných norem a zásad. Statický výpočet obsahuje návrh stropní desky, sloupů, schodiště, základové patky a základového pasu. Všechny řešené konstrukční části jsou doplněny o výkresy tvaru a výkresy betonářské výztuže.

16. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

16.1 Seznam použití literatury

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991-1-1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [3] ČSN EN 1991-1-3: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem
- [4] ČSN EN 1991-1-4: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [5] ČSN EN 206-1: Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
- [6] ČSN 731201: Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
- [7] Ing. Miloš Zich, Ph.D. a kolektiv, Příklady posouzení betonových prvků dle Eurokódů
- [8] Příklady navrhování betonových konstrukcí 1, Prof. J. Procházka, Doc. Ing. A. Kohoutová, Ing. J. Vašková, CSc., nakladatelství ČVUT, Praha 2007
- [9] Řešené příklady betonových konstrukcí pomocí příhradové analogie, Karel Semrád a Csaba Szücs, Katedra betonových a zděných konstrukcí ČVUT Praha
- [10] Navrhování ozubů nosníků a desek s použitím modelů náhradní příhradoviny, J. Šmejkal, J. Procházka, časopis BETON, 2/2010
- [11] Navrhování konzol s použitím modelů náhradní příhradoviny, J. Šmejkal, J. Procházka, časopis BETON, 6/2009
- [12] Základní typy betonových konstrukcí pozemních staveb se vzorovými příklady, Ing. O. Vrátný, Ing. M. Tipka, Ing. J. Vašková, CSc., projekt FRVŠ 294/2012/G1

16.2 Seznam internetových zdrojů

- [13] <http://www.schindler.com/cz/internet/cs/mobilni-reseni/produkty/vytahy.html>
- [14] <http://www.iltegro.cz/vario-konstrukce-pro-fasadni-desky>
- [15] <http://www.schoeck-witteck.cz/>
- [16] <http://psbrno.cz/cs/u-korb-distancni-zebricky-25>
- [17] <http://www.iltegro.cz/vario-undercunt-vario-clips>
- [18] <http://www.kontakt-sk>
- [19] <http://www.halfen.cz/>

16.3 Seznam použitých programů

- [20] SCIA ENGINEER 2012.0 - Studentská verze
- [21] GEO 4 - Studentská verze
- [22] AutoCad Architecture 2012 - Studentská verze
- [23] Cadkon 2002
- [24] Microsoft Office Excel 2007
- [25] Microsoft Office Word 2007
- [26] Bricscad 2012

17. POUŽITÉ ZKRATKY A SYMBOLY

A_c	průřezová plocha betonu
A_s	průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{s,min}$	minimální průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{s,max}$	maximální průřezová plocha betonářské výztuže
$A_{s1,req}$	nutná plocha betonářské výztuže
b	šířka průřezu
b_{sl}	šířka sloupového pruhu
$b_{stř}$	šířka středního pruhu
c	hodnota krycí vrstvy betonu
d	účinná výška
E_c	modul pružnosti betonu
$E_{c,eff}$	účinný modul pružnosti betonu
E_s	návrhová hodnota modulu pružnosti betonářské oceli
f_{cd}	návrhová hodnota pevnosti betonu v tlaku
f_{ck}	charakteristická válcová pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	průměrná hodnota pevnosti betonu v dostředném tlaku
f_{yk}	charakteristická hodnota pevnosti oceli
f_{yd}	návrhová mez kluzu betonářské oceli
f_{ywd}	návrhová mez kluzu betonářské smykové výztuže
F_c	síla v tlačeném betonu
F_s	síla ve výztuži
h	výška průřezu
h_d	tloušťka stropní desky
I	moment setrvačnosti průřezu
i	poloměr setrvačnosti průřezu
L	délka
l_{bd}	kotevní délka
$L_{n,max}$	maximální rozpětí stropní desky
N_{Ed}	návrhová hodnota působící normálové vnitřní síly
M_{Ed}	návrhová hodnota působícího vnitřního momentu
M_{Rd}	momentová únosnost průřezu betonu
t_0	stáří betonu v okamžiku zatížení

r	poloměr
s	vzdálenost betonářské výztuže
$s_{\max, \text{slabs}}$	maximální vzdálenost betonářské výztuže
V_{Ed}	návrhová hodnota působící posouvající síly
W	průřezový modul
x	vzdálenost neutrální osy od tlačného okraje betonového průřezu
z	rameno vnitřních sil
$1/r$	křivost ohybové čáry v určitém průřezu
λ_d	ohybová štíhlost
$\lambda_{d, \text{tab}}$	tabulková hodnota ohybové štíhlosti desky
β_t	součinitel zkroucení
γ_c	dílčí součinitel betonu
γ_s	dílčí součinitel betonářské výztuže
γ_Q	dílčí součinitel proměnného zatížení
γ_G	dílčí součinitel stálého zatížení
ε_c	poměrné stlačení betonu
ε_{cu}	mezní poměrné stlačení betonu
ζ	redukční součinitel
ν	Poissonův součinitel
ρ	objemová hmotnost materiálu
ρ_l	stupeň vyztužení podélnou výztuží
ρ_w	stupeň vyztužení smykovou výztuže
σ_c	tlakové napětí v betonu
$\emptyset$	průměr prutu betonářské výztuže
ψ_i	součinitel pro proměnné zatížení

18. SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

- Obr. 1 Změna tlaku větru v závislosti na výšce objektu [4]
- Obr. 2 Půdorysné rozložení oblastí [4]
- Obr. 3 Půdorysné rozložení oblastí [4]
- Obr. 4 Půdorysné rozložení oblastí [4]
- Obr. 5 Změna tlaku větru v závislosti na výšce objektu [4]
- Obr. 6 Model konstrukce hotelu [vlastní]
- Obr. 7 Zatížení užité plné [vlastní]
- Obr. 8 Zatížení užité šach 1 [vlastní]
- Obr. 9 Zatížení užité šach 2 [vlastní]
- Obr. 10 Zatížení užité pás 1 [vlastní]
- Obr. 11 Zatížení užité pás 2 [vlastní]
- Obr. 12 Zatížení užité pás 3 [vlastní]
- Obr. 13 Zatížení užité pás 4 [vlastní]
- Obr. 14 Ohybové momenty $M_{x,d-}$ desky nad 2.NP, izolinie [vlastní]
- Obr. 15 Ohybové momenty $M_{y,d-}$ desky nad 2.NP, izolinie [vlastní]
- Obr. 16 Ohybové momenty $M_{y,d+}$ desky nad 2.NP, izolinie [vlastní]
- Obr. 17 Ohybové momenty $M_{x,d+}$ desky nad 2.NP, izolinie [vlastní]
- Obr. 18 Schéma řezů – sloupový pruh [vlastní]
- Obr. 19 Schéma řezů – střední pruh [vlastní]
- Obr. 20 Schéma řezů – sloupový pruh [vlastní]
- Obr. 21 Schéma řezů – střední pruh [vlastní]
- Obr. 22 Výtah momentů pro návrh výztuže ve směru osy x, sloupový pruh [vlastní]
- Obr. 23 Výtah momentů pro návrh výztuže ve směru osy x, pro sloupový pruh o šířce sloupu + tloušťka desky /2 na každou stranu [vlastní]
- Obr. 24 Výtah momentů pro návrh výztuže ve směru osy y, sloupový pruh [vlastní]
- Obr. 25 Výtah momentů pro návrh výztuže ve směru osy y, pro sloupový pruh o šířce sloupu + tloušťka desky /2 na každou stranu [vlastní]
- Obr. 26 Rozdělení desky na sloupové a střední pruhy [vlastní]
- Obr. 27 Rámový výsek ve směru osy x [vlastní]
- Obr. 28 Rámový výsek ve směru osy y [vlastní]
- Obr. 29 Ohybové momenty náhradního rámu ve směru osy x kNm [vlastní]
- Obr. 30 Ohybové momenty náhradního rámu ve směru osy y kNm [vlastní]

obr. 31	Maximální reakce R_z [vlastní]
Obr. 32	Odečtení síly pro výpočet [vlastní]
Obr. 33	Distanční žebříčky [16]
Obr. 34	Tabulka prvku [16]
Obr. 35	Průběh normálových sil na sloupu, momentů M_y , momentů M_x [vlastní]
Obr. 36	Průběh normálových sil na sloupu [vlastní]
Obr. 37	Průběh normálových sil [vlastní]
Obr. 38	Průběh normálových sil po výšce sloupu [vlastní]
Obr. 39	Průběh momentů M_x po výšce sloupu [vlastní]
Obr. 40	Průběh momentů M_y po výšce sloupu [vlastní]
Obr. 41	Průběh ohybového momentu a normálové síly pro posouzení průřezu sloupu [vlastní]
Obr. 42	Schéma vyztužení průřezu sloupu [vlastní]
Obr. 43	Schéma označení vzdáleností [vlastní]
Obr. 44	Interakční diagram posuzovaného sloupu S1 [vlastní]
Obr. 45	Průběh vnitřních sil po délce sloupu [vlastní]
Obr. 46	Schéma vyztužení průřezu sloupu [vlastní]
Obr. 47	Schéma označení vzdáleností [vlastní]
Obr. 48	Interakční diagram posuzovaného sloupu S2 [vlastní]
Obr. 49	Hodnoty reakcí pro návrh základových patek [vlastní]
Obr. 50	Schéma profilu pro výpočet [vlastní]
Obr. 51	Prvek Shöck Tronsole typ F [15]
Obr. 52	Shöck Tronsole typ AZT [15]
Obr. 53	Schéma schodišťového ramena [vlastní]
Obr. 54	Návrhový ohybový moment [vlastní]
Obr. 55	Reakce R_z [vlastní]
Obr. 56	Schéma schodišťového ozubu [vlastní]
Obr. 57	Manipulační síla [6]
Obr. 58	Umístění kotev [vlastní]
Obr. 59	Kotva pro vyndání prefabrikátu z bednění [18]
Obr. 60	Tabulka rozměrů kotvy [18]
Obr. 61	Model podesty schodiště [vlastní]
Obr. 62	Průběh momentů M_{x_d} a M_{y_d} (dolní okraj desky) [vlastní]

- Obr. 63 Průběh momentů $M_{x_{d+}}$ a $M_{y_{d+}}$ (horní okraj desky) [vlastní]
- Obr. 64 Průběh momentů na řezech ve směru osy x a y [vlastní]
- Obr. 65 Rozměry prvku Shöck Tronsole typ AZT [15]
- Obr. 66 Stanovení kritického průřezu v rohové oblasti [15]
- Obr. 67 Napojení v oblasti rohu [15]
- Obr. 68 Stanovení kritického průřezu v oblasti desky [15]
- Obr. 69 Napojení mimo oblast rohu [15]
- Obr. 70 Smyková síla na podestě, $q_{\max}$ [vlastní]
- Obr. 71 Model A [9]
- Obr. 72 Model B [9]
- Obr. 73 Schéma pro výpočet prvního modelu [vlastní]
- Obr. 74 Schéma pro výpočet druhého modelu [vlastní]