

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Multifunkční kulturní centrum v Trutnově
Multipurpose cultural centre in Trutnov

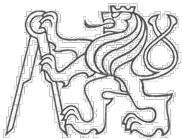
Diplomová práce
2019



Bc. Kateřina Outratová

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Outratová Jméno: Kateřina Osobní číslo: 423679

Zadávací katedra: Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Multifunkční kulturní centrum v Trutnově

Název diplomové práce anglicky: Multipurpose culture centre Trutnov

Pokyny pro vypracování:

Návrh a posouzení ocelové konstrukce objektu kulturního multifunkčního centra v Trutnově. Dispoziční řešení ocelové konstrukce a statický návrh hlavních nosných prvků a významných detailů, výkresová dokumentace (dispoziční výkresy + detaily), technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:

Jméno vedoucího diplomové práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

Datum zadání diplomové práce: 5.10.2018

Termín odevzdání diplomové práce: 7.1.2019

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


Podpis vedoucího práce


Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

5. 10. 2018

Datum převzetí zadání


Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: Kateřina OUTRATOVÁ

Název diplomové práce: Multifunkční kulturní centrum v Trutnově

Základní část: CELOVÉ KONSTRUKCE podíl: 80 %

Formulace úkolů: Manžly a posouvání nosu ok - rozšíření
sala vnitřní stěny a detaily; nové prvky stěby - stopy,
vstřah, křivky, vnitřní detaily; kolkun + vyřizova,
dehumidace: fydonyry, rny, detaily 1:10 + technická
mapa

Podpis vedoucího DP: 

Datum: 5.10.2018

Případné další části diplomové práce (části a jejich podíl určí vedoucí DP):

2. Část: KONSTRUKCE PR. STAVEB podíl: 20 %

Konzultant (jméno, katedra): Ing. CIBSLAV FIKA, Ph.D., IG24

Formulace úkolů: DSP - PŘÍPOBY 1.NP, PŘÍPOBY STŘECHY, PRŮCHY KTR 1:100
SULADBY KONSTRUKCI, 5x DETAILS 1:10-1:5

Podpis konzultanta: 

Datum: 11.11.2018

3. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

4. Část: podíl: %

Konzultant (jméno, katedra): _____

Formulace úkolů: _____

Podpis konzultanta: _____

Datum: _____

Poznámka:

Zadání včetně vyplněných specifikací je nedílnou součástí diplomové práce a musí být přiloženo k odevzdané práci. (Vyplněné specifikace není nutné odevzdat na studijní oddělení spolu s 1.stranou zadání již ve 2.týdnu semestru)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem tuto práci vypracovala samostatně. Veškerá použitá literatura a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

V Praze, dne 7. 1. 2019

.....
Kateřina Outratová

PODĚKOVÁNÍ:

Tímto bych ráda poděkovala vedoucí práce doc. Ing. Martině Eliášové, CSc. za ochotu, trpělivost a odbornou pomoc při vypracování této diplomové práce.

Dále bych chtěla poděkovat Ing. Ctislavovi Fialovi, Ph.D. za odborné rady pro vypracování části diplomové práce z oboru pozemních staveb.

Anotace

Diplomová práce se zabývá statickým návrhem budovy společenského centra v Trutnově. Předmětem práce je návrh a posouzení ocelové konstrukce tohoto objektu. Jedná se o objekt skeletového konstrukčního systému s obdélníkovým půdorysem o rozměrech 30,56 x 48,56 m. Součástí výpočtu je návrh zastřešení a statický výpočet hlavních nosných prvků. V práci je také uveden návrh ztužení.

Výsledkem práce je technická zpráva a výkresová dokumentace včetně řešení několika detailů. Výpočet je proveden dle příslušných evropských norem ČSN EN.

Klíčová slova

ocelová hala, skeletový systém, průvlak, sloup, skleněná fasáda, oblouková střecha

Annotation

This diploma thesis deals with the static design of the multipurpose cultural centre in Trutnov. The subject of the thesis is the design and assessment of the steel structure of this building. The building has a skeleton structure system with a rectangular ground plan of dimensions 30,56 x 48,56 m. Part of the calculation is the roof design and the static calculation of the main bearing elements. The thesis also provides the design of a components which ensure the sufficient stiffness of the construction.

The result of the work is the technical report and the drawing documentation, including the solution of several details. The calculation is carried out according to the relevant European standards ČSN EN.

Keywords

steel construction, skeletal system, beam, column, glass facade, arched roof

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Multifunkční kulturní centrum v Trutnově
Multipurpose cultural centre in Trutnov

TECHNICKÁ ZPRÁVA

Diplomová práce
2019



Bc. Kateřina Outratová

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

OBSAH

1	ÚVOD	3
2	CHARAKTERISTIKA KONSTRUKCE	4
2.1	VODOROVNÉ KONSTRUKCE.....	4
2.2	SVISLÉ KONSTRUKCE	4
2.3	ZTUŽENÍ.....	4
2.3.1	<i>Konstrukce 1.PP-3.NP</i>	4
2.3.2	<i>Konstrukce 4.NP</i>	5
3	ZATÍŽENÍ	6
3.1	STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	6
3.2	PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ	6
3.2.1	<i>Zatížení sněhem</i>	6
3.2.2	<i>Zatížení větrem</i>	6
3.2.3	<i>Užitné zatížení</i>	6
4	MATERIÁLY	7
5	VÝROBA A MONTÁŽ	8
6	PROTIKOROZNÍ OCHRANA	9
7	PROTIPOŽÁRNÍ OCHRANA	10
8	ZDROJE	11

1 ÚVOD

Řešeným objektem statického výpočtu je společenské centrum Trutnovska pro kulturu a volný čas. Cílem práce je návrh a posouzení konstrukce budovy tohoto centra.

Jedná se o ocelovou halu sloupového rámového systému. Hala má jedno podzemní podlaží sloužící pro parkování. Nadzemní část konstrukce je tvořena třemi patry s hlavním oválným sálem uprostřed. Jedná se o multifunkční prostor využitelný jako koncertní sál, divadlo či galerii. Tato podlaží jsou zastřešena plochou střechou. Čtvrté patro o půdorysných rozměrech 16,3x25,8 m je tvořeno prosklenou bazilikou zastřešující prostor oválného sálu.

Celková dispozice objektu je tvořena obdélníkovým půdorysem o rozměrech 30,56x48,56 m. Ocelovou rámovou konstrukci tvoří kloubově uložené sloupy s průvlaky v podélném směru a na ně kolmé stropnice. Osově vzdálenosti sloupů a průvlaků jsou proměnné. Konstrukční systém je v podélném směru symetrický.

Konstrukce je po výšce ztužena železobetonovými jádry se schodišti a výtahy. V případě čtvrtého patra je ztužení vazníkové soustavy válcové střechy zajištěno pomocí střešních a stěnových ztužidel.

Podzemní patro po obvodě tvoří suterénní železobetonové stěny. Zbývající nosnou konstrukci podzemního podlaží, poskytující maximální dispoziční využití z hlediska parkování, tvoří ocelové sloupy. Objekt je založen formou bílé vany z vodonepropustného betonu.

Obvodový plášť budovy je tvořen dvěma typy fasády. Čelní fasáda s hlavním vstupem do budovy z přilehlého náměstí je prosklená. Fasádu tvoří nosná konstrukce sloupko-příčkového systému s izolačními dvojskly. Podélné fasády ze severu a jihu budovy jsou prosklené po délce vnitřního sálu, zbylou část tvoří lehký obvodový plášť s dřevěným obkladem.

2 CHARAKTERISTIKA KONSTRUKCE

2.1 Vodorovné konstrukce

Podzemní podlaží objektu je založeno formou bílé vany. Navržená deska má tloušťku 600 mm. Podlaha podzemního podlaží je vzhledem k pojízdné funkci ošetřena epoxidovým nátěrem. Konstrukční výška podzemního podlaží činí 4 m. Strop mezi 1.PP a 1.NP je tvořen železobetonovou deskou.

Následující stropy prvního a druhého nadzemního podlaží jsou tvořeny sádkartonovým podhledem. Skladba stropních konstrukcí dále se skládá z nosných průvlaků IPE300 uložených v podélném směru objektu. Kolmo na průvlaky jsou následně přišroubovány vaznice profilu IPE200 se spřaženým trapézovým plechem TR50/262,5 a skladbou těžké plovoucí podlahy.

Ve 3.NP je po obvodě hlavního sálu realizována plochá, jednoplášťová, nepochozí střecha s klasickým pořadím vrstev.

4.NP je zastřešeno obloukovou střechou se skleněnou fasádou. Konstrukce střechy je vynesena příhradovými trubkovými vazníky a dále ztužena. Kolmo na vazníky jsou uloženy plnostěnné vaznice z profilu IPE300.

2.2 Svislé konstrukce

Svislá konstrukce je tvořena v podzemním podlaží suterénními železobetonovými vodopropustnými stěnami tl. 200 mm v rámci základové konstrukce bílé vany.

Zbylé svislé nosné konstrukce tvoří železobetonové sloupy. Tyto sloupy jsou kloubově uloženy. Krajní sloupy profilu HEB300 jsou realizovány jako jeden prvek o délce 12 m. Vnitřní sloupy jsou montážně rozděleny na dva díly o délce 10,3 m resp. 8,5 m. V tomto případě se jedná o profily HEB200, resp. HEB300.

2.3 Ztužení

2.3.1 Konstrukce 1.PP-3.NP

Ztužení konstrukce objektu v 1.PP-3.NP zajišťují navržená železobetonová jádra. Jedná se o čtyři jádra sloužící jako schodišťový prostor a prostor pro výtahy.

2.3.2 Konstrukce 4.NP

Konstrukce baziliky 4.NP je ztužena podélným svislým ztužidlem, stěnovými ztužidly a příčným střešním ztužidlem.

Trubkové podélné svislé ztužidlo je navrženo jako TR89x5. Toto ztužidlo pomáhá zajišťovat spodní pás trubkových vazníků a omezuje jejich vzpěrnou délku.

Dále se podél štítových stěn 4.NP nachází příčné (větrové) ztužidlo ve střešní rovině. Tato konstrukce slouží k přenesení vodorovné vnější síly působící podél budovy a zajistit tlačené pásy vazníků proti vybočení. Pásy tohoto ztužidla jsou tvořeny konstrukcí horního pásu trubkového vazníku. Diagonály jsou navrženy jako L90x9, svislice ztužidla jsou tvořeny horními pásy vaznic.

Ve svislém směru je konstrukce vyztužena příčnými a podélnými trubkovými stěnovými ztužidly. Tato ztužidla přenášejí zatížení větrem od střešních ztužidel a také síly od tlaku a sání na plášť objektu. Svislé pruty stěnových ztužidel jsou tvořeny obvodovými sloupy.

3 ZATÍŽENÍ

Návrh zatížení byl proveden dle ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí.

3.1 Stálé zatížení

V rámci stálého zatížení byl uvažován vliv vlastní tíhy konstrukce, tíha obvodového a střešního pláště budovy. Dle příslušné normy byla stanovena návrhová hodnota zatížení. Dílčí součinitel zatížení je v tomto případě uvažován $\gamma = 1,35$. Veškeré výpočty zatížení jsou podrobně uvedeny ve statickém výpočtu.

3.2 Proměnné zatížení

3.2.1 Zatížení sněhem

Dle mapy sněhových oblastí pro území ČR se řešený objekt nachází v V. sněhové oblasti. Charakteristická hodnota zatížení sněhem $s_k = 2 \text{ kN/m}^2$.

3.2.2 Zatížení větrem

Dle mapy větrných oblastí pro území ČR se řešený objekt nachází ve II. větrné oblasti. Základní rychlost větru pro tuto oblast $v_b = 25 \text{ m/s}$.

3.2.3 Užité zatížení

Kategorie C2: plochy se zabudovanými sedadly, např. plochy v kostelech, divadlech nebo kinech, v konferenčních sálech, přednáškových nebo zasedacích místnostech, nádražních a jiných čekárnách. Charakteristická hodnota proměnného zatížení $q_k = 3 \text{ kN/m}^2$.

4 MATERIÁLY

- Ocelová konstrukce

S235JR

- Připojovací šrouby M 5.6

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

$f_{yb} = 300 \text{ MPa}$

- Betonové konstrukce

Beton třídy C25/30

Betonářská výztuž B500B

5 VÝROBA A MONTÁŽ

Navržené prvky konstrukce budou vytvořeny ve výrobním závodě dle výrobní dokumentace. Vše proběhne ve shodě s ČSN EN 1090-2: Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí. Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce a ČSN 73 2611: Mezní úchytky rozměrů ocelových konstrukcí. Jednotlivé ocelové prvky budou opatřeny základním protikorozním nátěrem.

Navržené díly konstrukce budou dopraveny na místo stavby silniční dopravou. Během transportu musí být zajištěna stabilizace nákladu s omezením deformace či poškození. Maximální délka jednoho dílce je u krajních sloupů 12 m. Zbylé konstrukce jsou v případě větších rozměrů rozděleny montážními styky. Montážní styk je navržen v případě vnitřních sloupů a střešního vazníku.

Realizace ocelové konstrukce nastane po zhotovení a vytvrdnutí železobetonových částí haly. Nejprve budou osazeny kloubově uložené sloupy konstrukce na místo přikotvených patních plechů. Dále budou jeřábem vyzvednuty a přes čelní desku ke sloupům přišroubovány průvlaky. Průvlaky budou v průběhu montáže podepřeny. Následuje montáž spřažených ocelobetonových stropnic, které v průběhu montáže nejsou podepřeny. Na závěr bude provedeno ztužení střešní konstrukce 4.NP a opláštění budovy.

Během montáže je třeba sledovat průhyby a posuny hlavních prvků a montáž provádět tak, aby vždy byla zajištěna stabilita celé konstrukce. Během montáže nesmí být sestavované konstrukce poškozeny nebo zdeformovány nad přípustné tolerance. Po dokončení montáže je třeba provést kontrola všech spojů.

6 PROTIKOROZNÍ OCHRANA

Protikorozní ochrana konstrukce je navržena dle platných norem ČSN EN ISO 12944-1: Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy. Všechny navržené prvky konstrukce se nachází v interiéru budovy, kde nedochází ke vzniku agresivního či vlhkého prostředí.

Dle zmíněné normy je budova zařazena do Stupně korozní agresivity: C2 – nízká – prostory s občasou kondenzací. Předpokládaná životnost navržené ochrany spadá do kategorie střední (M) – 5 až 15 let. Pro danou konstrukci byl zvolen nátěrový systém ISO 12944-5/A2.02 s požadovanou tloušťkou vrchního nátěru 120 μm .

Realizace protikorozní ochrany předpokládá jeden až dva dílenské základové nátěry a dále 2-3 vrchní nátěry provedené po montáži jednotlivých prvků konstrukce.

7 PROTIPOŽÁRNÍ OCHRANA

Není předmětem řešené diplomové práce.

8 ZDROJE

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [6] SOKOL, Zdeněk a František WALD. *Ocelové konstrukce: tabulky*. 2., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04655-5.
- [7] STUDNIČKA, Jiří. *Ocelobetonové spřažené konstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04298-4.
- [8] ELIÁŠOVÁ, Martina a Zdeněk SOKOL. *Ocelové konstrukce 1: příklady*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05214-3.
- [9] JANDERA, Michal, Martina ELIÁŠOVÁ a Tomáš VRANÝ. *Ocelové konstrukce 01 - Cvičení*. 3. upravené vydání. Praha, 2015.
- [10] WATTS, Andrew. *Modern construction handbook*. Third edition. Vienna, Austria: Ambra/V, [2013]. ISBN 978-3-99043-454-3.
- [11] *Schuco* [online]. [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.schueco.com/web2/cz>

Použitý software:

- [12] AutoCAD 2017
- [13] SCIA Engineer 18.1
- [14] Microsoft Office Excel 2016
- [15] Microsoft Office Word 2016

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Multifunkční kulturní centrum v Trutnově
Multipurpose cultural centre in Trutnov

STATICKÝ VÝPOČET

Diplomová práce
2019



Bc. Kateřina Outratová

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

OBSAH

1	ÚVOD.....	3
1.1	POPIS OBJEKTU	3
1.2	KONSTRUKČNÍ SYSTÉM.....	4
1.3	STATICKÉ SCHÉMA KONSTRUKCE.....	7
2	KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ OBJEKTU	9
2.1	ZATÍŽENÍ SNĚHEM 3.NP	10
2.2	ZATÍŽENÍ VĚTREM 1.-3.NP.....	10
2.2.1	Podélný vítr: fasáda.....	12
2.2.2	Podélný vítr: střecha	13
2.2.3	Příčný vítr: střecha	14
2.2.4	Příčný vítr: fasáda.....	15
2.3	ZATÍŽENÍ SNĚHEM 4.NP.....	17
2.4	ZATÍŽENÍ VĚTREM 4.NP.....	18
2.4.1	Příčný vítr: střecha.....	20
2.4.2	Příčný vítr: fasáda.....	20
2.4.3	Podélný vítr: střecha	21
2.4.4	Podélný vítr: fasáda.....	21
3	STATICKÝ NÁVRH A POSOUZENÍ HLAVNÍCH PRVKŮ.....	22
3.1	STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 4. NP	23
3.1.1	Plnostěnná vaznice IPE.....	24
3.1.2	Příhradový vazník.....	27
3.1.2.1	Zatěžovací stavy a jejich kombinace.....	27
3.1.2.2	Rozhodující výsledky vnitřních sil.....	30
3.1.2.3	Návrh a posouzení prutů vazníku.....	33
3.2	STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 3. NP	39
3.2.1	Trapézový plech.....	40
3.2.2	Spřažená ocelobetonová stropnice	41
3.2.2.1	Montážní stadium.....	41
3.2.2.2	Provozní stav.....	43
3.2.3	Průvlak	48
3.3	SVISLÉ KONSTRUKCE	52
3.3.1	Vnitřní sloup S1	54
3.3.2	Vnitřní sloup S2	56
3.3.3	Krajní sloup S3.....	57
3.4	ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE	59
4	ZTUŽENÍ KONSTRUKCE	60
4.1	ZTUŽUJÍCÍ ŽELEZOBETONOVÁ JÁDRA 1.-3.NP.....	61
4.2	ZTUŽENÍ 4.NP.....	65
4.2.1	Podélné svislé střešní ztužidlo	65
4.2.2	Příčné střešní ztužidlo	66
4.2.3	Podélné stěnové ztužidlo.....	69
4.2.4	Příčné stěnové ztužidlo	72
5	PŘÍPOJE A KOTVENÍ.....	74
5.1	NÁVRH PŘIPOJENÍ SLOUPU	75
5.2	PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK.....	77
5.3	PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP	79
5.4	MONTÁŽNÍ STYK VAZNÍKU.....	81
5.4.1	Horní pás.....	81
5.4.2	Dolní pás	82
6	ZDROJE	83

1 ÚVOD

1.1 Popis objektu

Řešeným objektem statického výpočtu je společenské centrum Trutnovska pro kulturu a volný čas. Cílem práce je návrh a posouzení konstrukce budovy tohoto centra.

Jedná se o ocelovou halu sloupového rámového systému. Hala má jedno podzemní podlaží sloužící pro parkování. Nadzemní část konstrukce je tvořena třemi patry s hlavním oválným sálem uprostřed. Jedná se o multifunkční prostor využitelný jako koncertní sál, divadlo či galerii. Tato podlaží jsou zastřešena plochou střechou. Čtvrté patro o půdorysných rozměrech 16,3x25,8 m je tvořeno prosklenou bazilikou zastřešující prostor oválného sálu.

Celková dispozice objektu je tvořena obdélníkovým půdorysem o rozměrech 30,56x48,56 m. Ocelovou rámovou konstrukci tvoří kloubově uložené sloupy s průvlaky v podélném směru a na ně kolmé stropnice. Osově vzdálenosti sloupů a průvlaků jsou proměnné. Konstrukční systém je v podélném směru symetrický.

Konstrukce je po výšce ztužena železobetonovými jádry se schodišti a výtahy. V případě čtvrtého patra je ztužení vazníkové soustavy válcové střechy zajištěno pomocí střešních a stěnových ztužidel.

Podzemní patro po obvodě tvoří suterénní železobetonové stěny. Zbývající nosnou konstrukci podzemního podlaží, poskytující maximální dispoziční využití z hlediska parkování, tvoří ocelové sloupy. Objekt je založen formou bílé vany z vodonepropustného betonu.

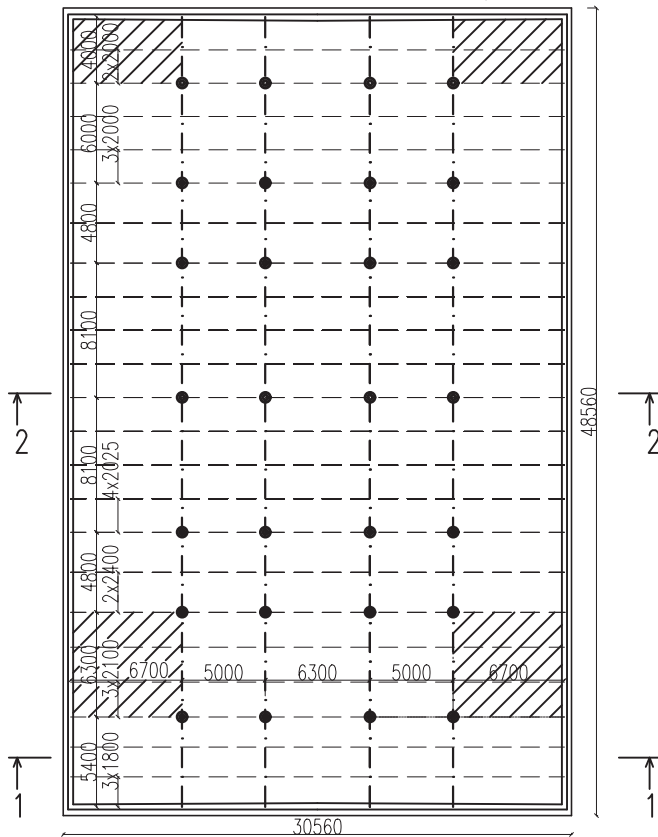
Obvodový plášť budovy je tvořen dvěma typy fasády. Čelní fasáda s hlavním vstupem do budovy z přilehlého náměstí je prosklená. Fasádu tvoří nosná konstrukce sloupko-příčkového systému s izolačními dvojskly. Podélné fasády ze severu a jihu budovy jsou prosklené po délce vnitřního sálu, zbylou část tvoří lehký obvodový plášť s dřevěným obkladem.



1.2 Konstrukční systém

1.PP

3 →

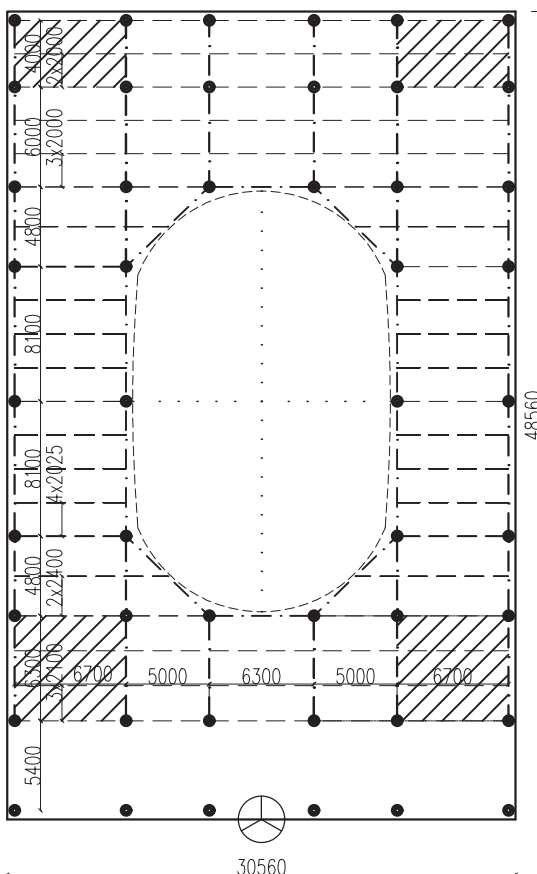


- podzemní garáže

 ztužující žb jádro

1.NP

3 →



- vstupní podlaží:

- kavárna

- společenské prostory

- variabilní polyfunkční prostor:

- koncertní sál

- galerie

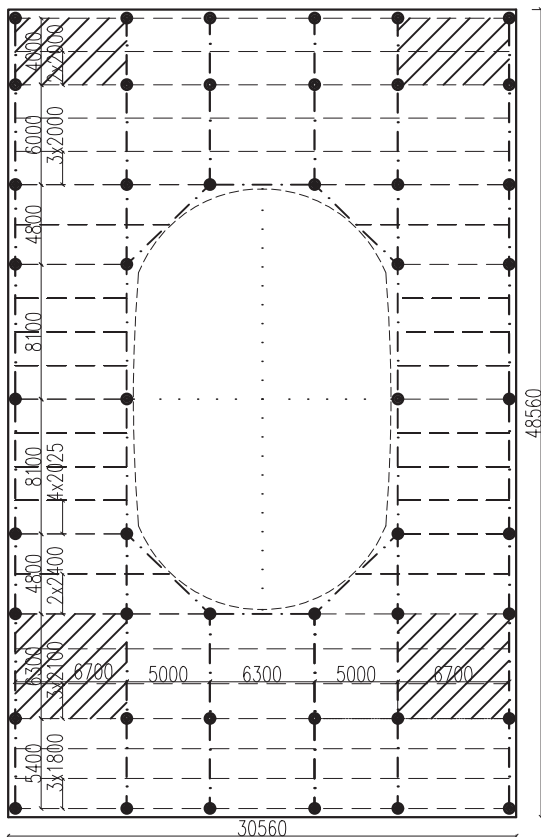
- divadelní jeviště + hlediště

 ztužující žb jádro



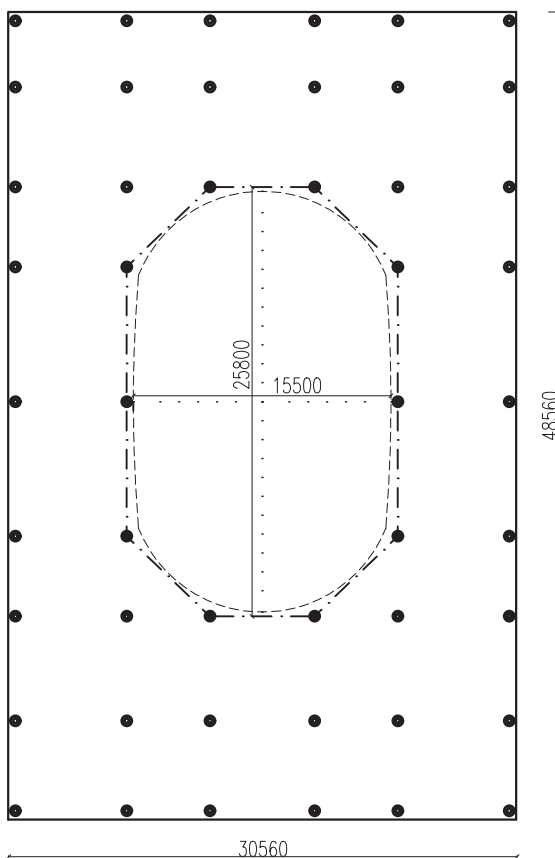
Konstrukční systém

2.NP = 3.NP



- společenské prostory
- variabilní polyfunkční prostor

ztužující žb jádro

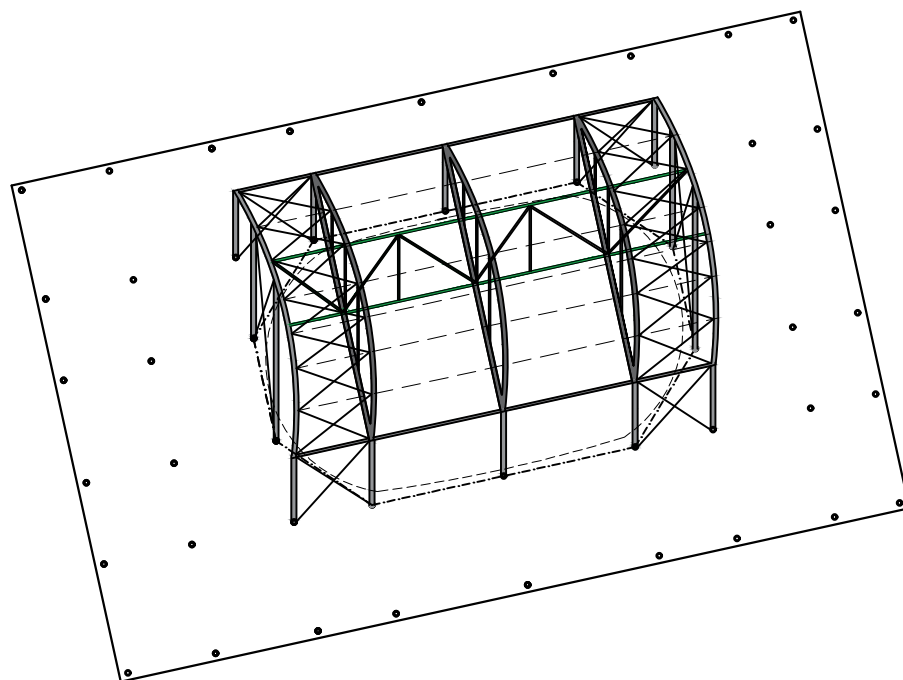
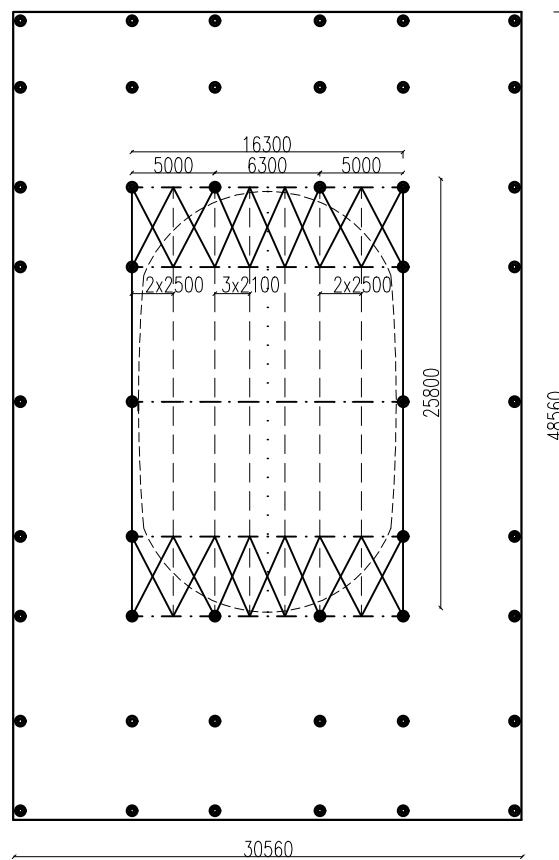


- bazilika



Konstrukční systém

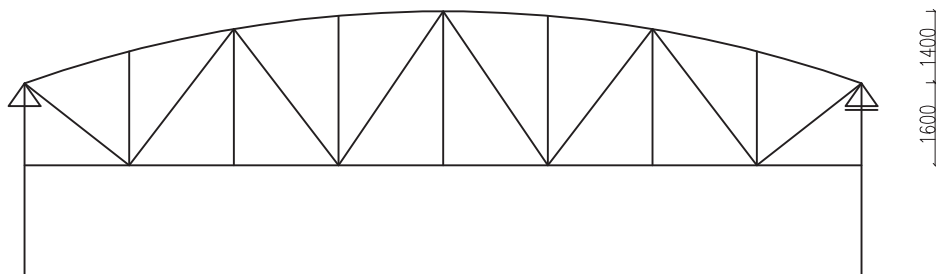
Střecha



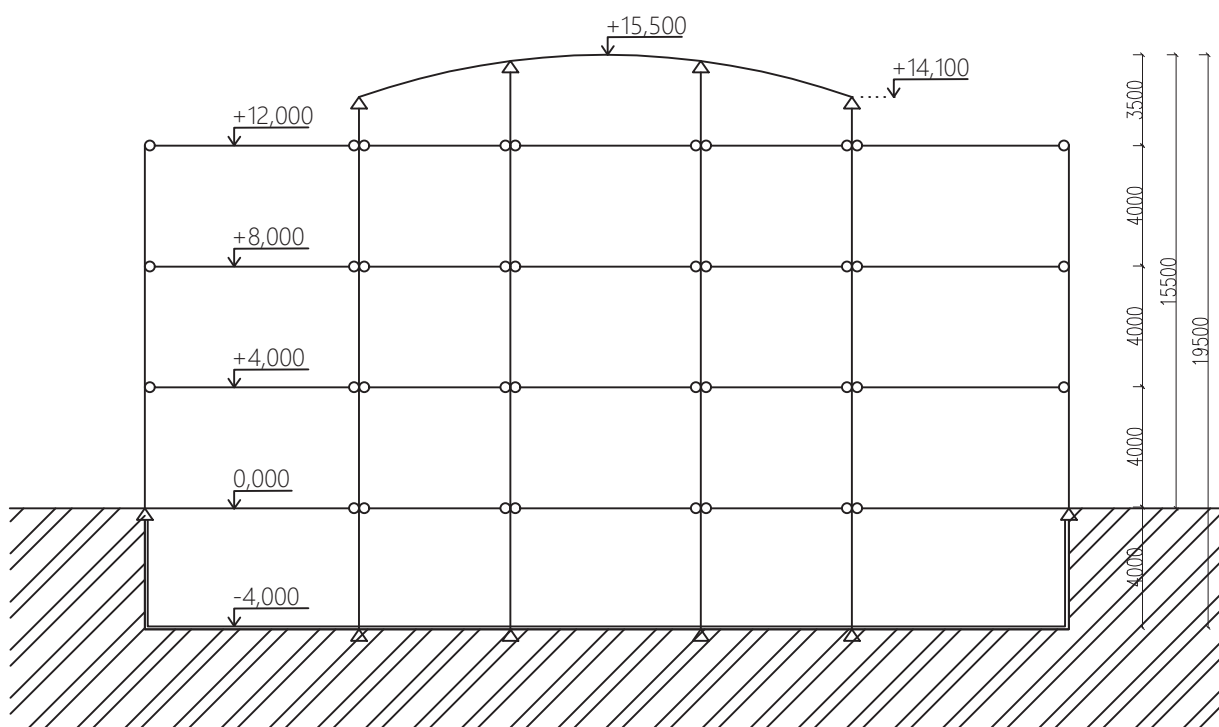


1.3 Statické schéma konstrukce:

Příhradový vazník



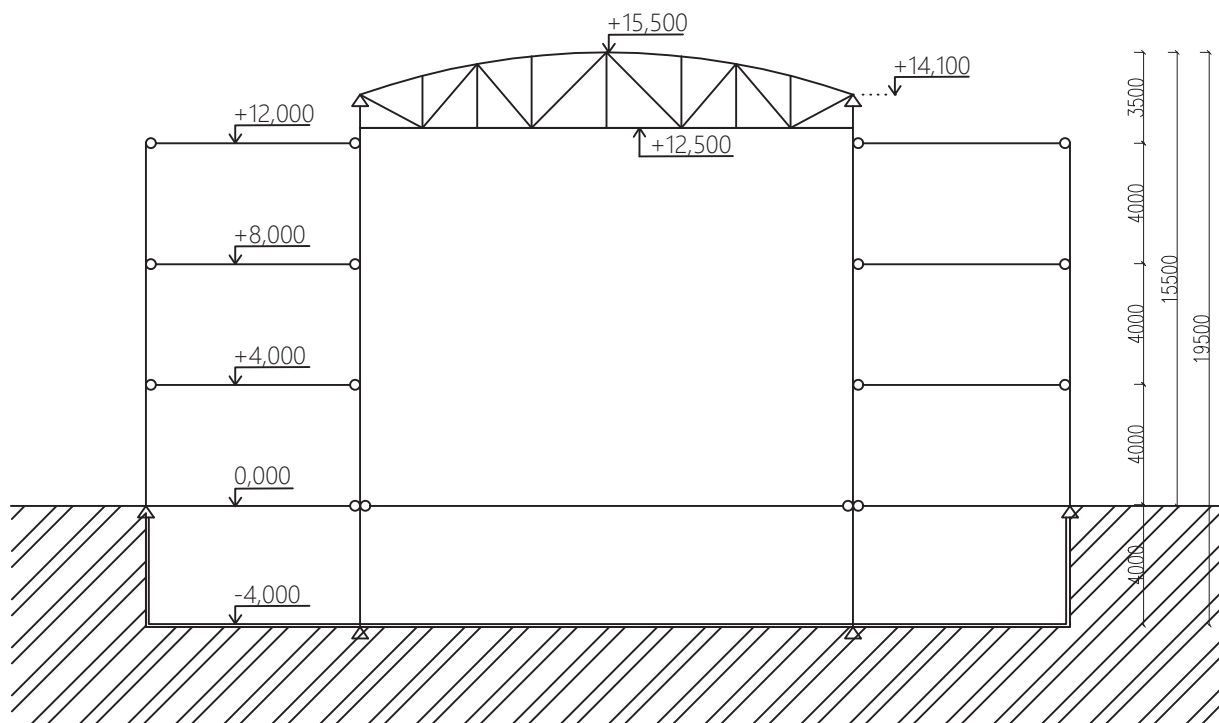
Příčný řez 1-1



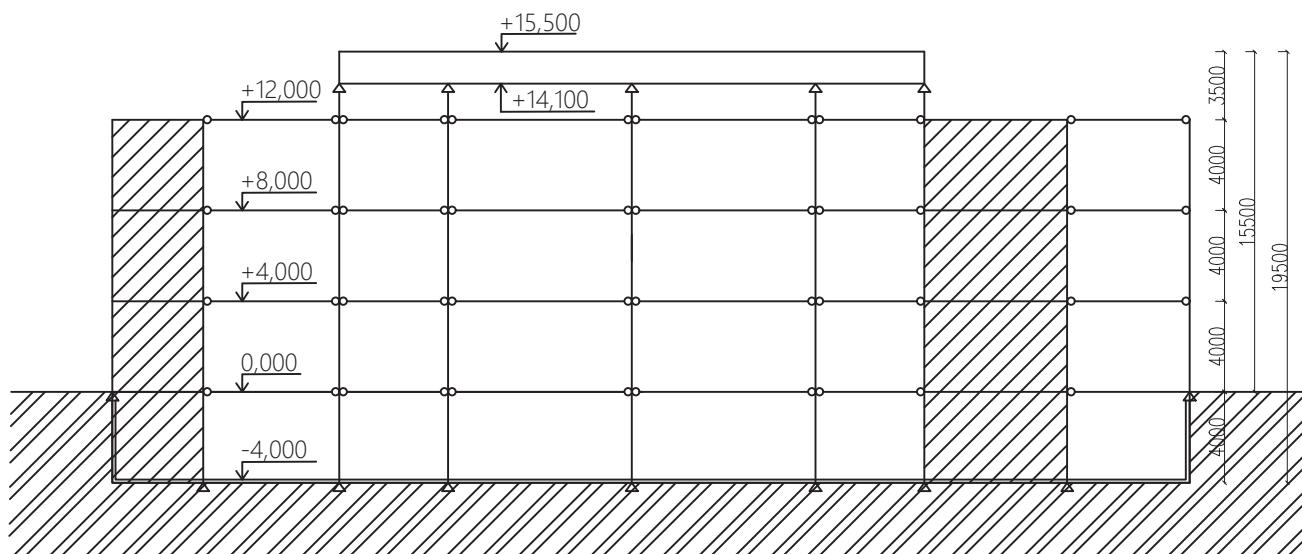


Statické schéma konstrukce:

Příčný řez 2-2



Podélný řez 3-3





kapitola 2:
KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ OBJEKTU



2.1 ZATÍŽENÍ SNĚHEM 3.NP

(ČSN EN 1991 - 1 - 3)

- Trutnov = sněhová oblast IV

$$\begin{aligned} \text{char. hodnota } s_k &= 2,5 \text{ [kPa } \sim \text{ kN/m}^2 \text{]} \\ &= 250 \text{ [kg/m}^2 \text{]} \end{aligned}$$

(viz příloha ČSN EN 1991 - 1 - 3 / 21)

$$s = m_i \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k$$

m_i ... tvarový součinitel zatížení sněhem
 $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$

$$m_i = 0,8$$

c_e ... součinitel expozice
typ krajiny - normální

$$c_e = 1,0$$

c_t ... tepelný součinitel
tepelná propustnost $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$

$$c_t = 1,0$$

$$s = 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 = \underline{\underline{2,0 \text{ kN/m}^2}}$$

2.2 ZATÍŽENÍ VĚTREM 1.-3.NP

(ČSN EN 1991 - 1 - 4)

- Trutnov - větrná oblast II

--> výchozí základní rychlost větru $v_{b,0} = 25 \text{ m/s}$

základní rychlost větru:

$$v_b = C_{dir} \cdot C_{season} \cdot v_{b,0}$$



c_{dir} ... součinitel směru větru (obecně $c_{dir} = 1,0$)
 c_{seas} ... souč. ročního období (obecně $c_{season} = 1,0$)

$$v_b = 1,0 \cdot 1,0 \cdot 25 = \underline{\underline{25 \text{ m/s}}}$$

charakteristická střední rychlost větru $v_m(z)$

ve výšce z nad terémem:

$$v_m(z) = c_v(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

$c_o(z)$... součinitel orografie - horizontu
 $c_o(z) = 1,0$ (rychlost větru není zvětšena
o více než 5% vlivem orografie)

$c_v(z)$... souč. drsnosti terénu

$$c_v(z) = k_v \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

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

tab. kategorie terénu III:

z_0 [m] = 0,3 ... parametr drsnosti terénu

z_{min} [m] = 5 ... minimální výška

z_{max} [m] = 200 ... maximální výška

z [m] = 12 ... výška řešeného objektu 1.-3.NP

k_v ... součinitel terénu

$$k_v = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_0,II}\right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,2154$$

$$c_v(z) = 0,2154 \ln\left(\frac{12}{0,3}\right) = 0,795$$

$$v_m(z) = 0,795 \cdot 1,0 \cdot 25 = \underline{\underline{19,88 \text{ m/s}}}$$



maximální dynamický tlak $q_p(z)$:

$$q_p(z) = [1 + 7 s_v(z)] \frac{1}{2} \rho v_m^2(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

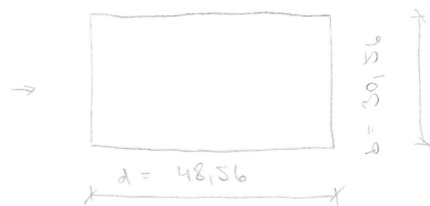
ρ ... měrná hmotnost vzduchu - doporuč. $1,25 \text{ kg/m}^3$
 q_b ... základní dynamický tlak větru

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b(z)^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

$c_e(z)$... součinitel expozice
 odečteno z grafu $c_e(z = 12 \text{ m}) = 1,8$

$$q_p(z) = 1,8 \cdot 390,63 = \underline{\underline{703,1 \text{ Pa}}}$$

2.2.1 PODÉLNÝ VĚTR - fasáda 1. - 3. NP

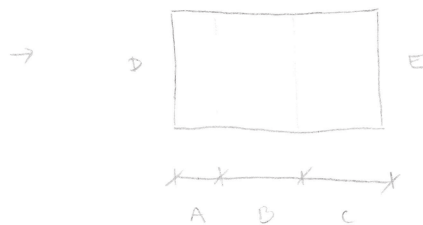


přídorys:

postrád:

$$e = \min(b; 2h) = (30,56; 2 \cdot 12 = 24) = 24 \text{ m}$$

$$e < d \quad \sim \quad 24 < 48,56 \quad \rightarrow \text{oblast A, B, C}$$



$$\frac{e}{5} = \frac{24}{5} = 4,8 \text{ m}$$

$$e = 24 \text{ m}$$





referenční výška $h \leq b$
 $12 \leq 30$ [m]
 $z_e = h = 12$ m

součinitel expozice $c_e(12) = 1,8$

$$\frac{h}{d} = \frac{12}{48,56} = 0,247 \leq 0,25 \rightarrow c_{pe,10}$$

tlak větru na povrchy:

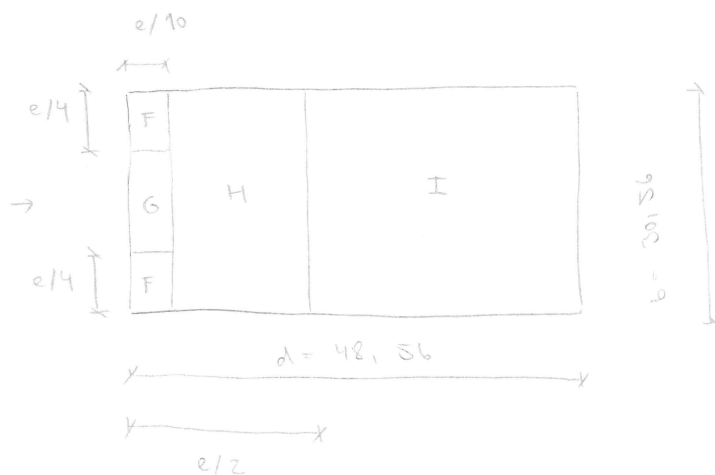
$$w_e = q_p(z_e) \cdot c_{pe,10}$$

$q_p(z_e)$... max. dynamický tlak
 c_{pe} ... součinitel největšího tlaku
 návětrné plochy $> 10 \text{ m}^2 \rightarrow c_{pe,10}$

$w_{eA} = 703,1$	$(-1,2)$	=	-	843,72	Pa
$w_{eB} = 703,1$	$(-0,8)$	=	-	562,48	Pa
$w_{eC} = 703,1$	$(-0,5)$	=	-	351,55	Pa
$w_{eD} = 703,1$	$(+0,7)$	=	+	492,17	Pa
$w_{eE} = 703,1$	$(-0,3)$	=	-	210,93	Pa

2.2.2 PODELNÝ VÍTR - střecha

3. NP



$$e = \min(b; 2h) = \min(30,56; 2 \cdot 12 = 24) = 24 \text{ m}$$

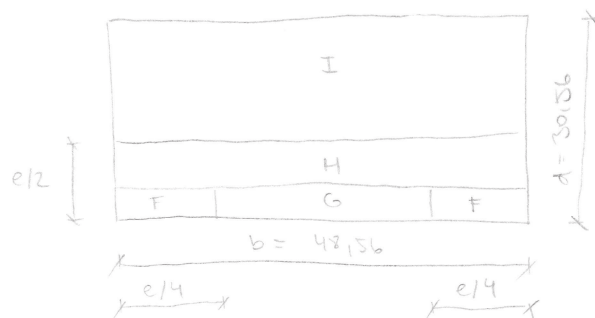
spád 3%, atika 0,5 m

$$h_p/h = 0,5 / 12 = 0,042 \sim 0,05$$



slah	větru	na	povrchy:		
w_{eF}	=	703,1	(-1,14)	=	- 984,34 Pa
w_{eG}	=	703,1	(-0,99)	=	- 632,79 Pa
w_{eH}	=	703,1	(-0,17)	=	- 492,17 Pa
w_{eI-}	=	703,1	(-0,2)	=	- 140,62 Pa
w_{eI+}	=	703,1	(+0,2)	=	+ 140,62 Pa

2.2.3 PŘÍČNÝ VÍTR - střední 3. NP



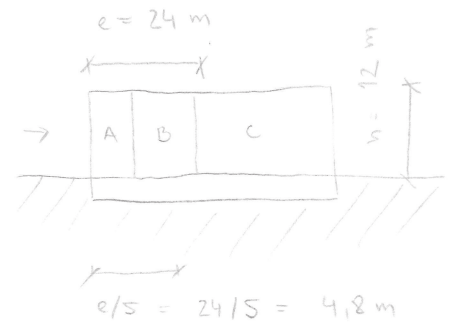
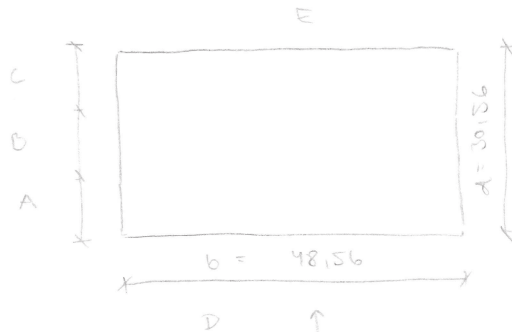
$$e = \min(b; 2h) = (48,56; 2 \cdot 12 = 24) = 24 \text{ m}$$

$$h_p/h \sim 0,05$$

slah	větru	na	povrchy:		
w_{eF}	=	703,1	(-1,14)	=	- 984,34 Pa
w_{eG}	=	703,1	(-0,99)	=	- 632,79 Pa
w_{eH}	=	703,1	(-0,17)	=	- 492,17 Pa
w_{eI-}	=	703,1	(-0,2)	=	- 140,62 Pa
w_{eI+}	=	703,1	(+0,2)	=	+ 140,62 Pa



2.2.4 PŘÍČNÝ VÍTR - fasáda 1.-3.NP



$$e = \min(b; 2h) = (48,56; 2 \cdot 12 = 24) = 24 \text{ m}$$

$$e < d \sim 24 < 30,56 \rightarrow \text{dát A, B, C}$$

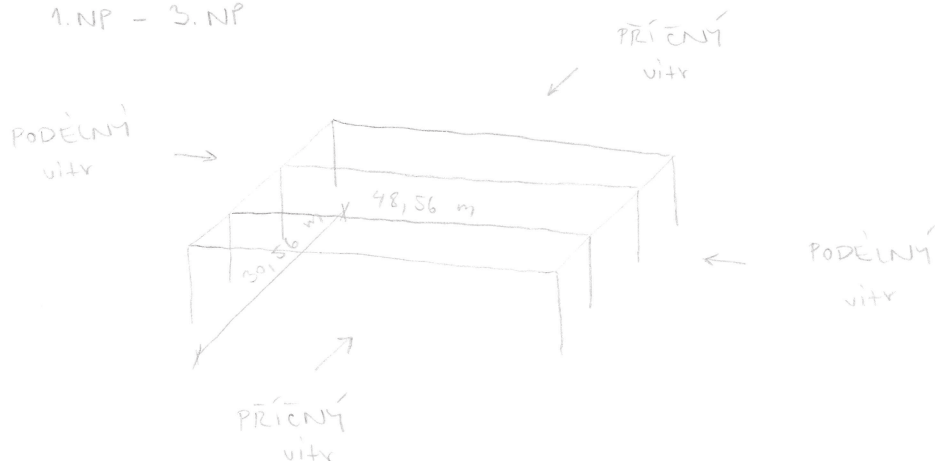
referenční výška $h < b$
 $12 < 48,56 \text{ [m]}$

$$\frac{h}{d} = \frac{12}{30,56} = 0,39 \rightarrow \text{cpe, 10}$$

w_{eA}	=	703,1	(-1,12)	=	- 843,72	P_e
w_{eB}	=	703,1	(-0,12)	=	- 562,48	P_e
w_{eC}	=	703,1	(-0,15)	=	- 351,55	P_e
w_{eD}	=	703,1	(+0,12)	=	+ 562,48	P_e
w_{eE}	=	703,1	(-0,15)	=	- 351,55	P_e

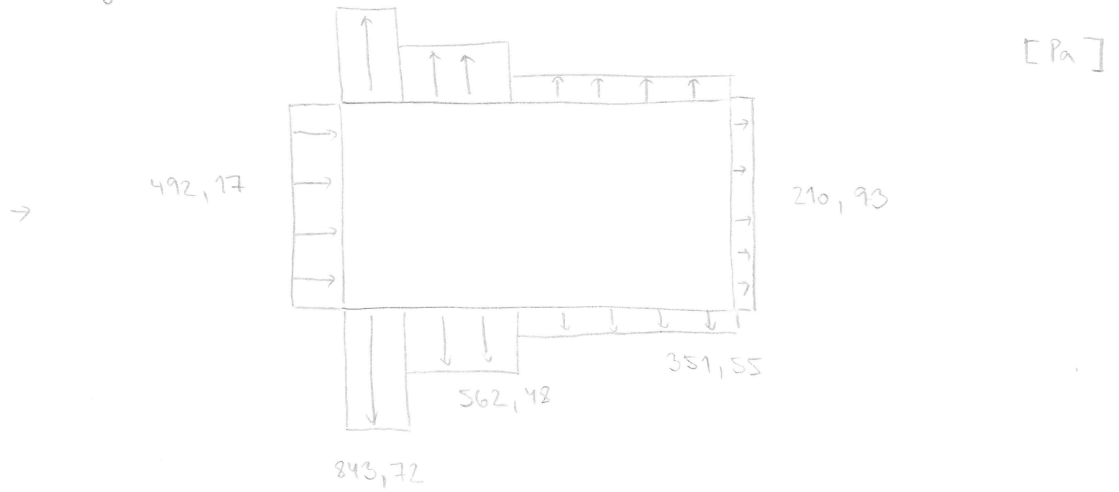
užhveslení :

1.NP - 3.NP

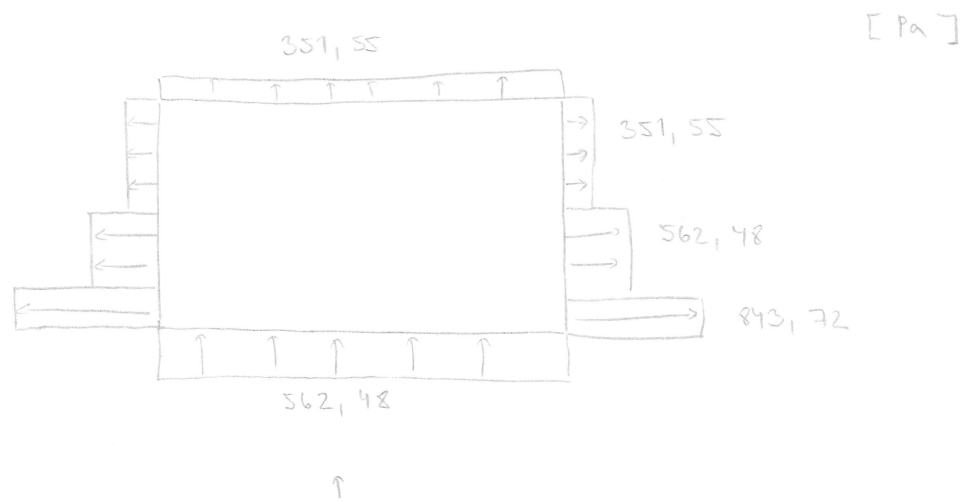




vyhroslení zařízení pro podélný vtr - fasáda 1.-3.NP
přidávkys :

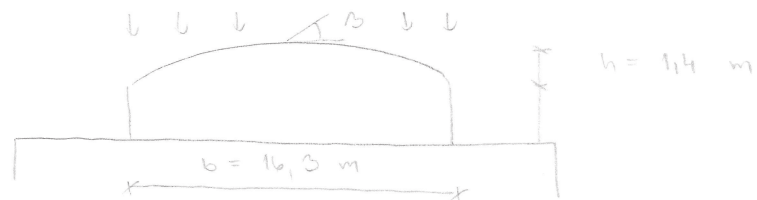


vyhroslení zařízení pro příčný vtr - fasáda 1.-3.NP
přidávkys :





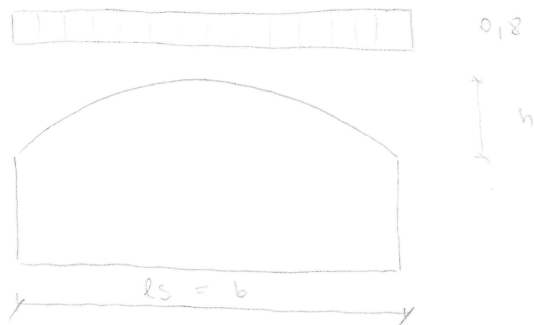
2.3 ZATÍŽENÍ SNĚHEM 4. NP
(ČSN EN 1991 - 1 - 3)



$$\left. \begin{aligned} s_k &= 2,5 \text{ kPa} \\ c_e &= 1,0 \\ c_t &= 1,0 \end{aligned} \right\}$$

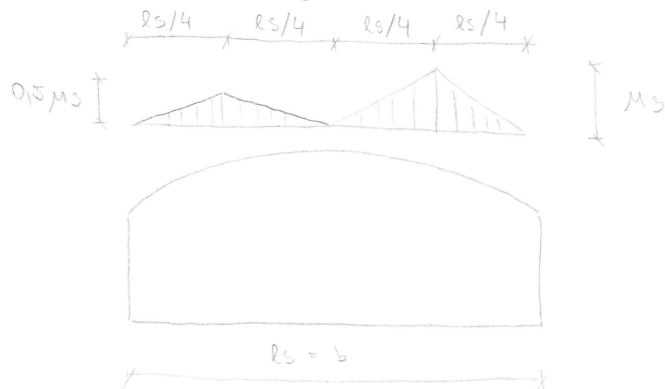
viz. Kap. ZATÍŽENÍ SNĚHEM 3. NP

a) Zatížení sněhem - případ i
= nevadný sníh



$$\begin{aligned} s &= 0,18 \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k \\ &= 0,18 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 = \underline{\underline{2,10 \text{ kN/m}^2}} \end{aligned}$$

b) Zatížení sněhem - případ ii
= vadný sníh





$$\begin{aligned} h &= 1,4 \text{ m} \\ b &= 16,3 \text{ m} \\ r_s &= b \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \beta \leq 60^\circ \quad \Rightarrow \quad \mu_s &= 0,2 + 10 \cdot h/b \\ &= 0,2 + 10 \cdot 1,4 / 16,3 = 1,06 \\ 0,5 \mu_s &= 1,06 / 2 = 0,53 \end{aligned}$$

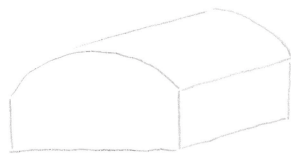
$$\begin{aligned} S &= \mu_s \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k \\ &= 1,06 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,15 = \underline{\underline{2,28 \text{ kN/m}^2}} \end{aligned}$$

2.4 ZATÍŽENÍ VĚTREM 4. NP

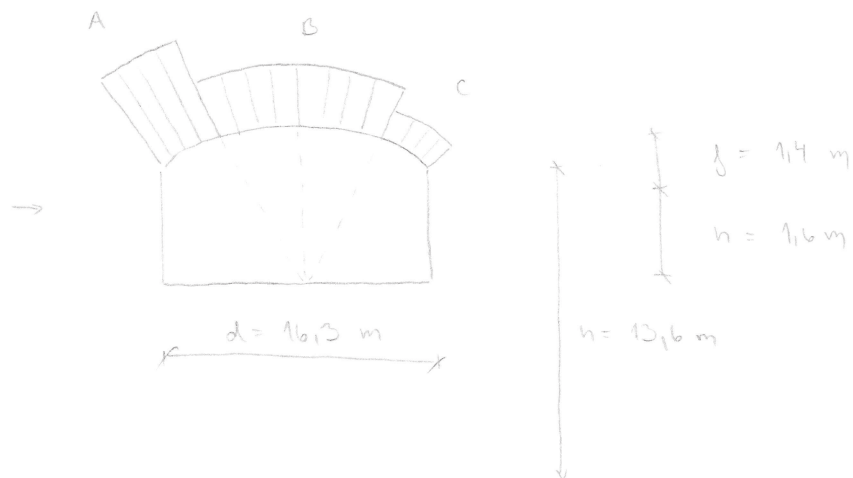
(ČSN EN 1991 - 1 - 4)

(viz. kap. ZATÍŽENÍ VĚTREM 1. - 3. NP)

ČSN EN: kap. 7.2.8 klenbové střechy a kopule



součinitel vnějšího tlaku c_{pe} :
(klenbové střechy = pravoúhlým půdorysem)





součinitele' vnějšiho tlaku c_{pe}
viz ČSN EN 1991-1-4, Obr. 7.11

$$j/d = 1,4 / 16,3 = 0,086$$

$$h/d = 13,6 / 16,3 = 0,834$$

$$c_{pe}^A = -1,15$$

$$c_{pe}^B = -0,8$$

$$c_{pe}^C = -0,45$$

$$v_b = 25 \text{ m/s}$$

char. střední rychlost větru $v_m(z)$

$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right), \text{ kategorie terénu III}$$

$$k_r = 0,119 \left(\frac{z_0}{z_{0,III}}\right)^{0,07} = 0,119 \left(\frac{0,3}{0,05}\right)^{0,07} = 0,2154$$

$$c_r(z) = 0,2154 \ln\left(\frac{13,6}{0,3}\right) = 0,822$$

$$v_m(z) = 0,822 \cdot 1,0 \cdot 25 = \underline{\underline{20,55 \text{ m/s}}}$$

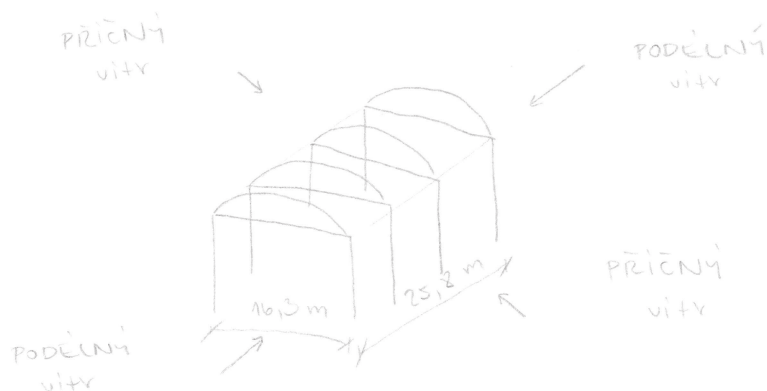
max. dynamický tlak $q_p(z)$:

$$q_p(z) = c_e(z) \cdot q_b$$

$c_e(z)$... součinitel expoziční (viz. graf)
 $c_e(z=13,6) = 1,19$

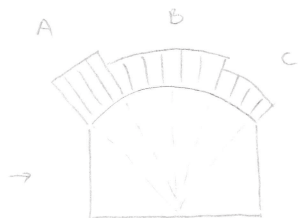
$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b(z)^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,63 \text{ Pa}$$

$$q_p(z) = 1,19 \cdot 390,63 = \underline{\underline{472,2 \text{ Pa}}}$$





2.4.1 PŘÍČNÝ VÍTR - střecha 4. NP



$$w_e = q_f(z) \cdot c_{pe}$$

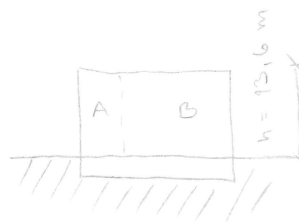
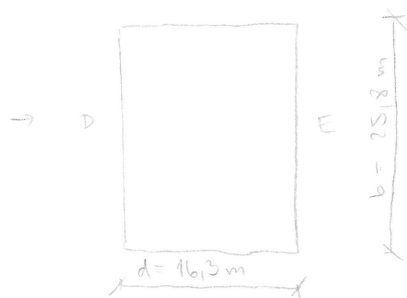
tlak větru na povrchy:

$$w_{eA} = 742,2 \cdot (-1,15) = -853,53 \text{ Pa}$$

$$w_{eB} = 742,2 \cdot (-0,8) = -593,76 \text{ Pa}$$

$$w_{eC} = 742,2 \cdot (-0,45) = -335,99 \text{ Pa}$$

2.4.2 PŘÍČNÝ VÍTR - fasáda 4. NP



$$e = \min(b; 2h) = \min(25,8; 2 \cdot 15,6 = 27,2) = 25,8 \text{ m}$$

$$e > d \sim 25,8 > 16,3 \rightarrow \text{oblast A, B}$$

$$h/d = 15,6 / 16,3 = 0,95 \sim 1,0$$

$$w_{eA} = 742,2 \cdot (-1,2) = -890,64 \text{ Pa}$$

$$w_{eB} = 742,2 \cdot (-0,8) = -593,76 \text{ Pa}$$

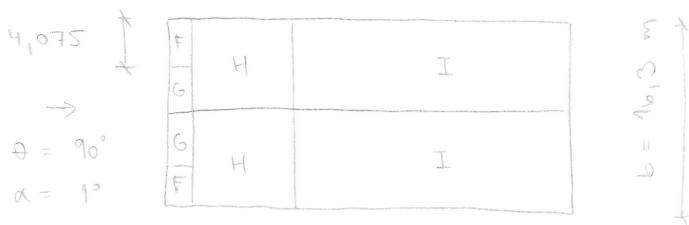
$$w_{eD} = 742,2 \cdot (+0,8) = +593,76 \text{ Pa}$$

$$w_{eE} = 742,2 \cdot (-0,5) = -371,10 \text{ Pa}$$



2.4.3 PODEĽNÝ VÍTR - střecha 4. NP

$$e/4 = 16,3/4 = 4,075 \text{ m}$$



$$d = 25,8 \text{ m}$$

$$e/10 = 16,3 / 10 = 1,63 \text{ m}$$

$$e/2 = 16,3 / 2 = 8,15 \text{ m}$$

$$e = \min(b; 2h) = (16,3; 2 \cdot 13,6 = 27,2) = 16,3 \text{ m}$$

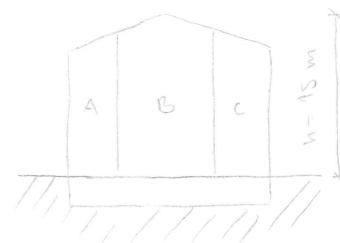
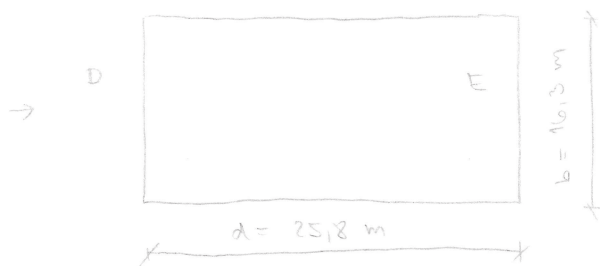
$$w_{eF} = 742,2 \quad (-1,7) = -1261,74 \text{ Pa}$$

$$w_{eG} = 742,2 \quad (-1,25) = -927,75 \text{ Pa}$$

$$w_{eH} = 742,2 \quad (-0,7) = -519,54 \text{ Pa}$$

$$w_{eI} = 742,2 \quad (-0,6) = -445,32 \text{ Pa}$$

2.4.4 PODEĽNÝ VÍTR - fasáda 4. NP



$$e = \min(b; 2h) = (16,3; 2 \cdot 15 = 30) = 16,3 \text{ m}$$

$$e < d \sim 16,3 < 25,8 \quad \rightarrow \text{oblast A, B, C}$$

$$h/d = 15 / 25,8 = 0,58 \sim 1$$

$$w_{eA} = 742,2 \quad (-1,2) = -890,64 \text{ Pa}$$

$$w_{eB} = 742,2 \quad (-0,8) = -593,76 \text{ Pa}$$

$$w_{eC} = 742,2 \quad (-0,5) = -371,10 \text{ Pa}$$

$$w_{eD} = 742,2 \quad (+0,8) = +593,76 \text{ Pa}$$

$$w_{eE} = 742,2 \quad (-0,5) = -371,10 \text{ Pa}$$









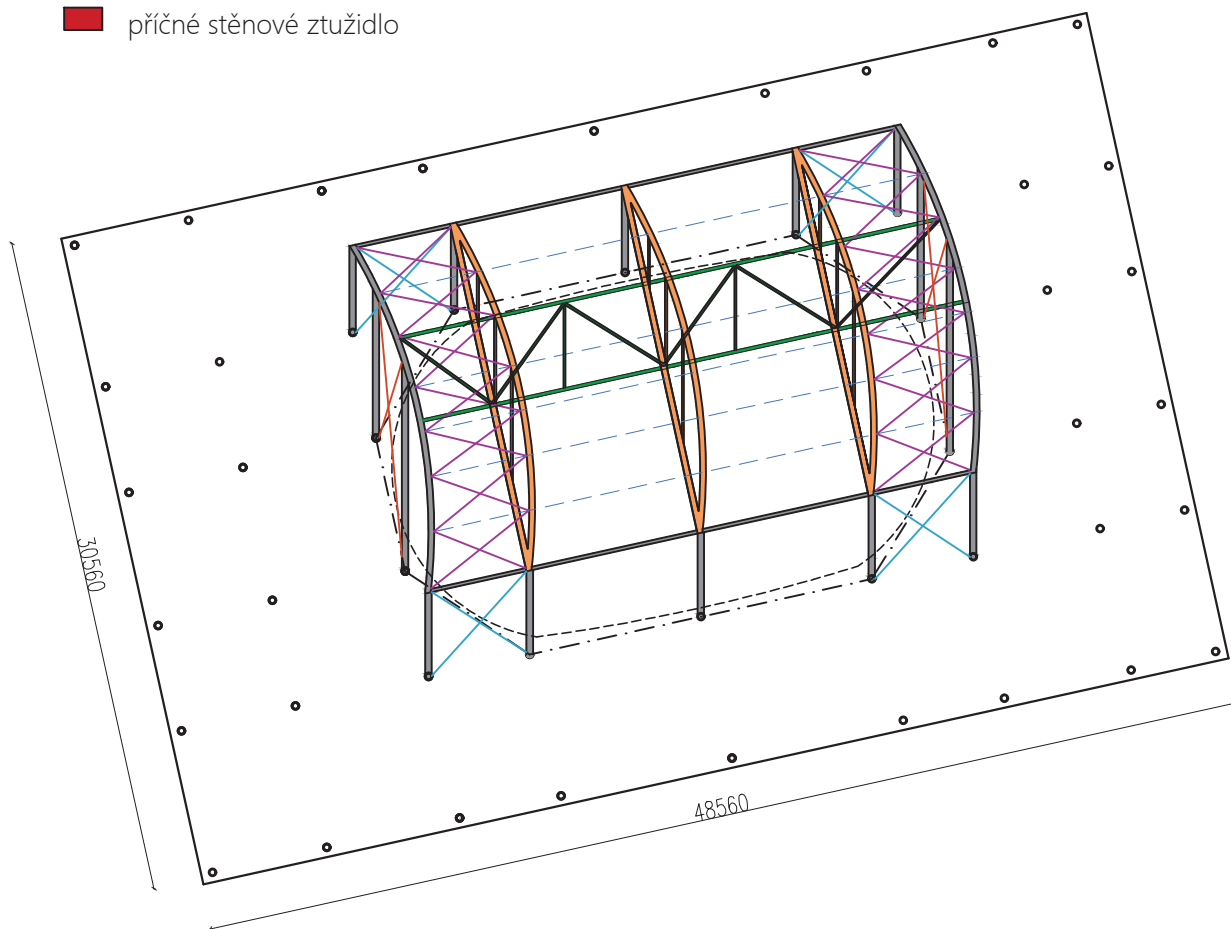
kapitola 3:
STATICKÝ NÁVRH A POSOUZENÍ
HLAVNÍCH PRVKŮ



3.1 STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 4.NP

Prvky 4.NP:

-  trubkový příhradový vazník
-  plnostěnná IPE vaznice
-  podélné svislé střešní ztužidlo
-  podélné stěnové ztužidlo
-  příčné střešní ztužidlo
-  příčné stěnové ztužidlo

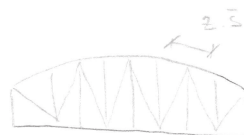




3.1.1 PLNOSTĚNNÁ VAZNICE IPE

střecha 4. NP

zatížení :
max. z.š. 2,85 m



STĚLE	g	char. [kN/m]	γ_G	návlh. [kN/m]
izolační dvojsklo 20 kg/m ²				
0,2 · 2,85 =		0,57	1,35	0,77
vlastní tíha vaznice (odhad)		0,1	1,35	0,135
celkem		0,67		0,91

PRŮMĚNNÉ	q	char. [kN/m]	γ_Q	návlh. [kN/m]
nážitvé zatížení				
0,75 kN/m ² · z.š.		2,14	1,5	3,15
snih 2,65 kN/m ² · z.š.		7,55	1,5	11,33
větr = tlak nosníka = sání :		9,69		14,48
- 1261,74 Pa - 1,26 kN/m ²				

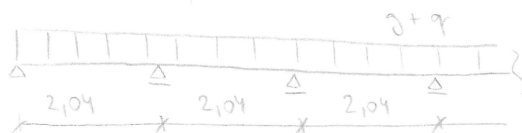
Rozhodující je kombinace s max.
svislým zatížením :

stěle + snih + 4 · případný tlak větru

vnitřní síly vaznice - spjatý nosník viz. obr.

$$M_{ed} = \frac{1}{16} \cdot g_d \cdot (stěle + snih) \cdot L^2$$

$$= \frac{1}{16} \cdot (0,91 + 14,48) \cdot 8,1^2 = \underline{\underline{63,1 \text{ kNm}}}$$





a) MSÚ :

$$W_{pl,y, \min} = \frac{\overline{M_{ed}} \cdot \gamma_{M0}}{\delta_y}$$

$$= \frac{63,1 \cdot 1,0}{235} \cdot 10^6 = \underline{\underline{268,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3}}$$

NAVRH : IPE 300

$$\hookrightarrow W_{pl,y} = 628,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3 > 268,5 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

max. dyb. moment vyvolaný zatížením :

$$M_{ed} = \overline{M_{ed}} + M_{ed}^{IPE}$$

$$= \overline{M_{ed}} + \frac{1}{8} \gamma_G g \cdot l^2$$

$$= 63,1 + \frac{1}{8} \cdot 1,35 \cdot 0,422 \cdot 8,1^2 = \underline{\underline{67,8 \text{ kNm}}}$$

moment únosnosti prutu IPE 240 :

$$M_{pl, Rd} = \frac{W_{pl} \cdot \delta_y}{\gamma_{M0}} = \frac{628,4 \cdot 10^3 \cdot 235}{1,0} = 147,7 \cdot 10^6 \text{ Nmm} =$$

$$= \underline{\underline{147,7 \text{ kNm}}}$$

Posouzení :

$$M_{ed} \leq M_{pl, Rd}$$

$$67,8 \leq 147,7 \text{ [kNm]} \quad \dots \quad \text{VÝHOVUJE}$$

b) MSP :

doporučený mezní průhyb vaznice :

$$\delta_{\max} = \frac{L}{200} = \frac{8100}{200} = 40,5 \text{ mm}$$

$$I_{y, \min} = \frac{5 (g_k + s_k) L^4}{384 \cdot E \cdot \delta_{\max}} = \frac{5 (0,167 + 9,167) 8100^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^9 \cdot 40,5} =$$

$$= \underline{\underline{68,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}}$$

IPE 300 : $I_y = 83,56 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$

$A_v = 2568 \text{ mm}^2$

hmotnost = 42,2 kg/m



zatřídění průřezu :

stojina : $\frac{d}{t_w} = \frac{248,6}{7,1} = 35,01 < 72 \varepsilon = 72$

$$72 \varepsilon = 72 \cdot \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 72 \sqrt{\frac{235}{235}} = 72$$

pásnice : $\frac{c}{t_f} = \frac{75}{10,7} = 7 < 9 \varepsilon = 9$

... průřez třídy 1

vypočet průhybu :

$$\begin{aligned} \delta &= \delta_G + \delta_Q = \frac{5 (g_k + g_k^{PE}) L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} + \frac{5 s_k L^4}{384 \cdot E \cdot I_y} = \\ &= \frac{5 (0,167 + 0,422) \cdot 8100^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 83,56 \cdot 10^6} + \frac{5 \cdot 9,69 \cdot 8100^4}{384 \cdot 210 \cdot 10^3 \cdot 83,56 \cdot 10^6} = \\ &= 3,49 + 30,95 = \underline{\underline{34,44 \text{ mm}}} \end{aligned}$$

posouzení :

nahodilé zatřídění :

$$\delta \leq \frac{L}{250} = \frac{8100}{250} = 32,4 \text{ mm}$$

$$\underline{30,95 < 32,4 \text{ [mm]} \dots \text{VYHODNĚ}} \quad \underline{\underline{\text{VYHODNĚ}}}$$

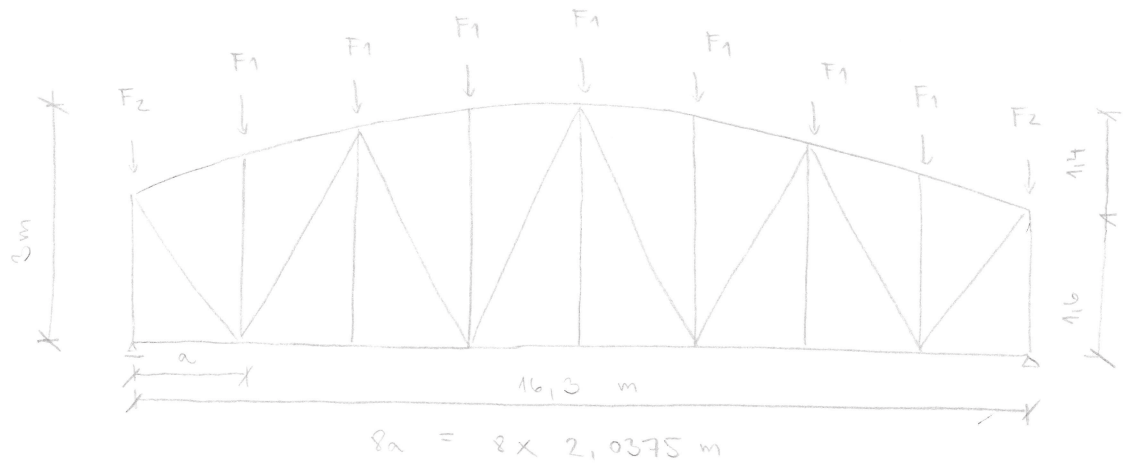
velký průhyb :

$$\delta_{\text{oth}} \leq \frac{L}{200} = \frac{8100}{200} = 40,5 \text{ mm}$$

$$\underline{34,44 < 40,5 \text{ [mm]} \dots \text{VYHODNĚ}} \quad \underline{\underline{\text{VYHODNĚ}}}$$



3.1.2 PŘÍHRADOVÝ VAZNÍK



3.1.2.1 zářezová stav:

ZS1 = stále zatížení

odhad vl. tíha vazníku

$$g_k = \frac{L}{76} \sqrt{q \cdot B} = \frac{16,3}{76} \sqrt{8,51 \cdot 2,5} = 0,989 \text{ kN/m}$$

$L = 16,3 \text{ m}$

$q = \text{svěsní pláště} + \text{vl. tíha vazníku} / B + \text{zat. svěskem}$
 $= 0,91 + 0,42 / 8,11 + 7,55 = 8,51 \text{ kN/m}$

$B = 2,5 \text{ m}$ (vzd. příčnyků vazeb)

$F_2 = g_k \cdot a/2 = 0,989 \cdot 2,04/2 = 1 \text{ kN}$

$F_1 = g_k \cdot a = 0,989 \cdot 2,04 = 2,02 \text{ kN}$

ZS2 = minimální stále zatížení

$g_{k, \min} = 0,5 g_k = 0,5 \cdot 0,989 = 0,495 \text{ kN/m}$

$F_2 = g_{k, \min} \cdot a/2 = 0,495 \cdot 2,04/2 = 0,5 \text{ kN}$

$F_1 = g_{k, \min} \cdot a = 0,495 \cdot 2,04 = 1,01 \text{ kN}$

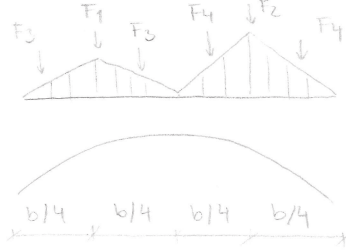
ZS3 = sníh i

$F_2 = s_k \cdot a/2 \cdot B = 2 \cdot 2,04/2 \cdot 2,5 = 5,1 \text{ kN}$

$F_1 = s_k \cdot a \cdot B = 2 \cdot 2,04 \cdot 2,5 = 10,2 \text{ kN}$



ZS4 = sniž. ii



$$F = s_k \cdot a \cdot B$$

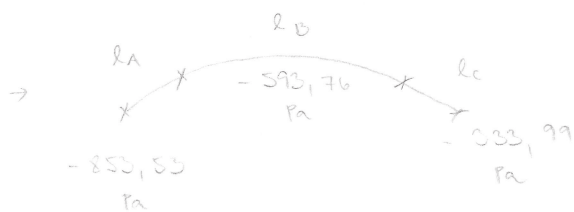
$$F_1 = (2,65/2) \cdot 2,04 \cdot 2,5 = 6,8 \text{ kN}$$

$$F_2 = 2,65 \cdot 2,04 \cdot 2,5 = 13,5 \text{ kN}$$

$$F_3 = F_1/2 = 3,4 \text{ kN}$$

$$F_4 = F_2/2 = 6,75 \text{ kN}$$

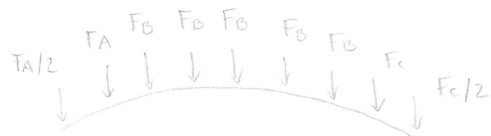
ZS5 = příčný vítr



$$A: -0,85 \text{ kN/m}^2$$

$$B: -0,59 \text{ kN/m}^2$$

$$C: -0,33 \text{ kN/m}^2$$



$$F_A = w_e^A \cdot a \cdot 2,85 = -0,85 \cdot 2,04 \cdot 2,85 = -4,94 \text{ kN}$$

$$F_{A/2} = -2,47 \text{ kN}$$

$$F_B = w_e^B \cdot a \cdot 2,85 = -0,59 \cdot 2,04 \cdot 2,85 = -3,43 \text{ kN}$$

$$F_C = w_e^C \cdot a \cdot 2,85 = -0,33 \cdot 2,04 \cdot 2,85 = -1,92 \text{ kN}$$

$$F_{C/2} = -0,96 \text{ kN}$$

ZS6 = podélný vítr

$$F_2 = w_{e,H} \cdot a/2 \cdot B = -0,52 \cdot 2,04/2 \cdot 2,5 = -1,33 \text{ kN}$$

$$F_1 = w_{e,H} \cdot a \cdot B = -0,52 \cdot 2,04 \cdot 2,5 = -2,65 \text{ kN}$$



Kombinace zatěžovacích stavů :

- 01 : stálé (2S1) + sníh i (2S3)
02 : stálé (2S1) + sníh ii (2S4)
03 : stálé min (2S2) + podélný vítr (2S6)
04 : stálé min (2S2) + příčný vítr (2S5)
05 : stálé (2S1) + sníh i (2S3) + γ_0 příčný vítr (2S5)
06 : stálé (2S1) + sníh ii (2S4) + γ_0 příčný vítr (2S5)
07 : stálé (2S1) + příčný vítr (2S5) + γ_1 sníh i (2S3)
08 : stálé (2S1) + příčný vítr (2S5) + γ_1 sníh ii (2S4)

bezpečnostní součinitele :

stálé $\gamma_G = 1,35$ (2S1)

min. stálé $\gamma_{G,min} = 1,0$ (2S2)

proměnné $\gamma_Q = 1,5$ (2S3, 2S4, 2S5, 2S6)

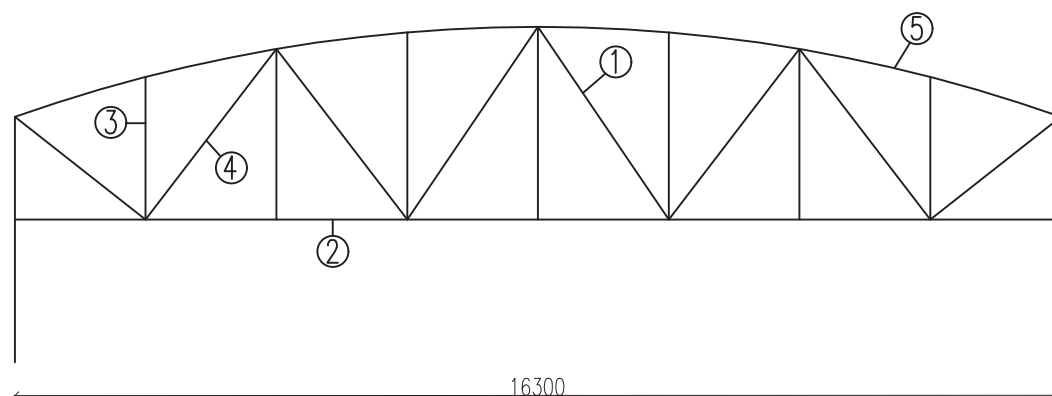
$\gamma_0 = 0,16$

$\gamma_1 = 0,15$



3.1.2.2 Rozhodující výsledky vnitřních sil

Příhradový vazník



Rozhodující kombinace zatěžovacích stavů:

CO1 - stálé zatížení (ZS1) + sníh i (ZS3)

Posuzované prvky:

TAŽENÉ

1 - Diagonála

2 - Dolní pás

TLAČENÉ

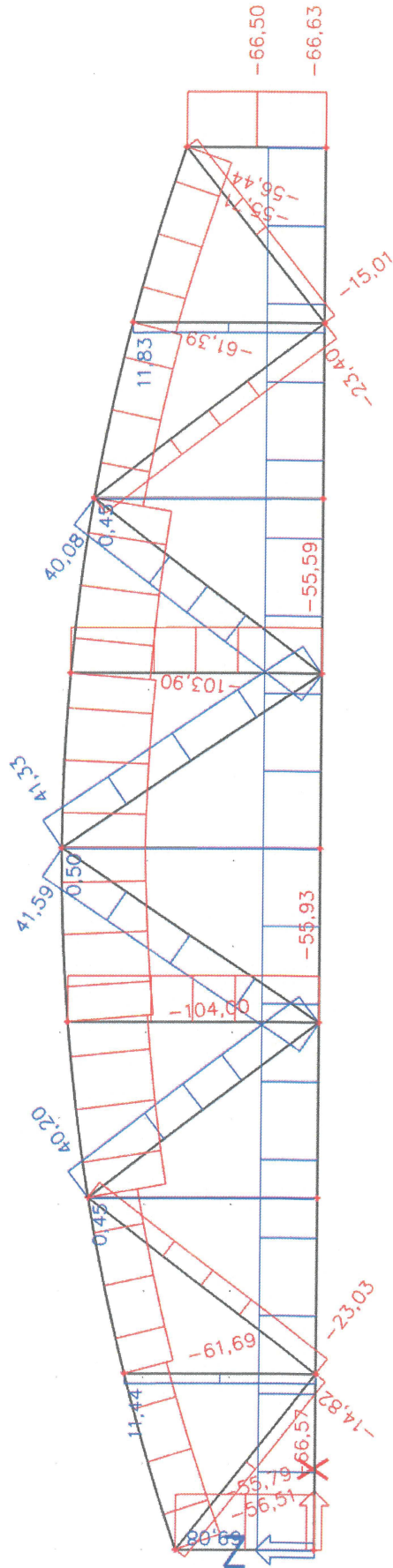
3 - Svislý prvek

4 - Diagonála

5 - Horní pás

2 - Dolní pás

(tlačený v případě kombinace CO4 - minimální stálé zatížené (ZS2) +
příčný vítr (ZS5))



Statický výpočet v programu SCIA Engineer

Rozhodující kombinace zatěžovacích stavů CO1:

Stálé zatížení (ZS1) + sníh i (ZS3)

Extrémy osově normálové síly N:

- 1 - tažená diagonála
 $N_{\max,1} = 41,33$ [kN]
- 2 - tažený dolní pás
 $N_{\max,2} = 69,08$ [kN]
- 3 - tlačný svislý prvek
 $N_{\max,3} = -55,93$ [kN]
- 4 - tlačná diagonála
 $N_{\max,4} = -23,03$ [kN]
- 5 - tlačný horní pás
 $N_{\max,5} = -104,00$ [kN]

Statický výpočet v programu SCIA Engineer

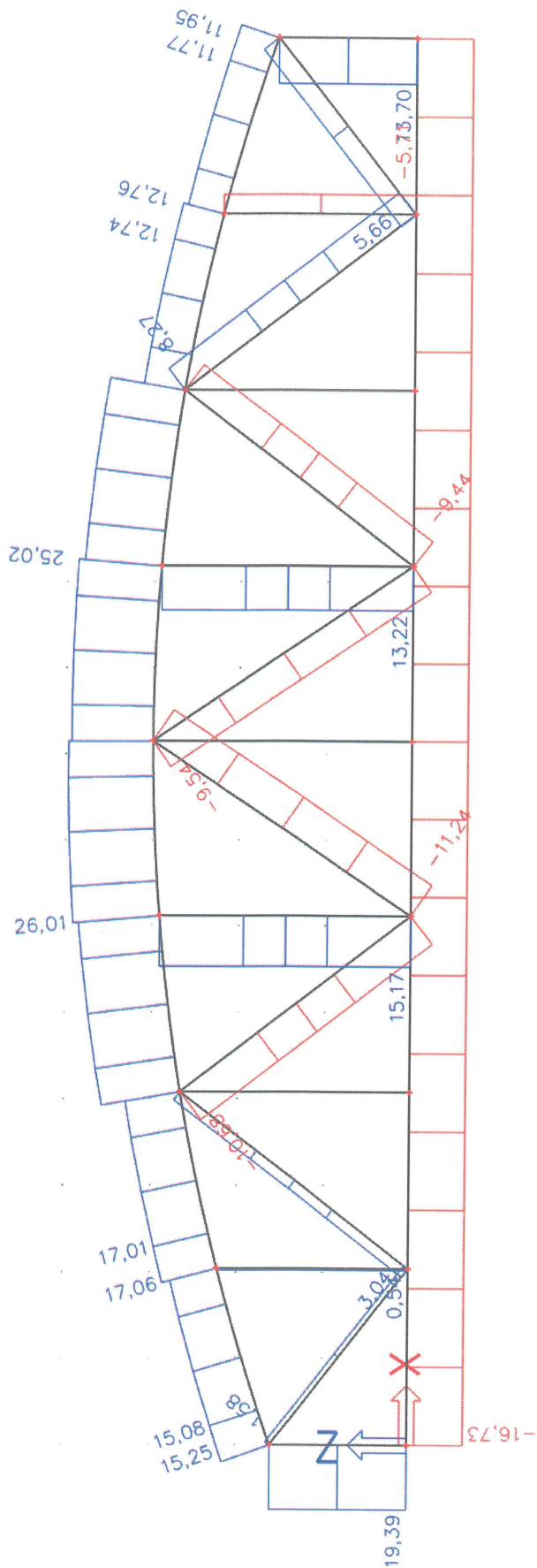
Kombinace zatěžovacích stavů CO4 vyvozuje tlak v dolním pásu:

**Minimální stálé zatížení (ZS2) +
příčný vítr (ZS5)**

Extrém osově normálové síly N:

2 - tlačení dolní pás

$$N_{\max,2} = -16,73 \text{ [kN]}$$

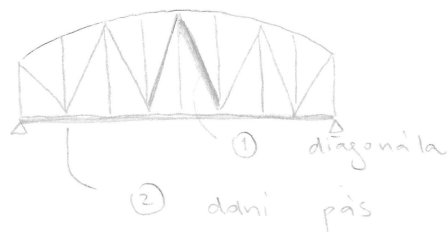




3.1.2.3 NÁVRH A POSOUZENÍ PRUTŮ VAZNIKU

trubkový páhvací vazník

POSOUZENÍ TAŽENÝCH PRUTŮ



① DIAGONÁLA :

TR 54 x 4

$$N_{Ed} = 41,33 \text{ kN}$$

$$\lambda = \frac{L}{i} = \frac{2625}{12,7} = 204,8$$

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} = 628 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = 273,2 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

$$41,33 \leq 273,2 \text{ [kN]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

② DOLNÍ PÁS :

TR 40 x 4

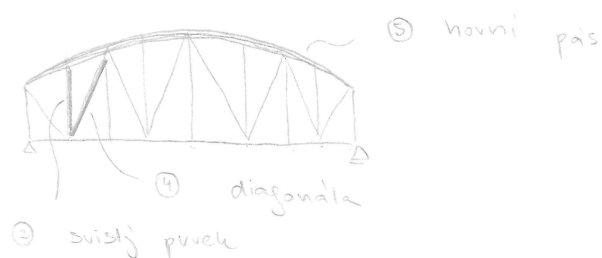
$$N_{Ed} = 69,08 \text{ kN}$$

$$N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd} = 452 \cdot 435 \cdot 10^{-3} = 196,6 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} \leq N_{t,Rd}$$

$$69,08 \leq 196,6 \text{ [kN]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

POSOUZENÍ TLAŽENÝCH PRUTŮ





③ SVISLÝ PRŮEK :

$$N_{ed} = - 55,93 \text{ kN}$$

$$L_{cr} = 0,75 L = 0,75 \cdot 2,92 = 2,19 \text{ m}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = L_{cr}$$

$$\boxed{\text{NÁVRH : TR } 54 \times 5}$$

$$A = 770 \text{ mm}^2$$

$$i = 17,4 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{2190}{17,4} = 125,86$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 \cdot 1 = 93,9$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{125,86}{93,9} = 1,34 \quad \dots \text{ poměrná štíhlost}$$

součinitel vzpěrnosti χ :

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}}$$

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

α ... součinitel imperfekce = 0,21
 \hookrightarrow pro křivku vzpěrné pevnosti a
 \hookrightarrow pro duté průřezy
 válcované za tepla

$$\phi = 0,5 [1 + 0,21 (1,34 - 0,2) + 1,34^2] = 1,52$$

$$\chi = \frac{1}{1,52 + \sqrt{1,52^2 - 1,34^2}} = 0,448$$

$$N_{b,rd} = \chi \cdot A \cdot f_y$$

$$= 0,448 \cdot 770 \cdot 235 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{81,12 \text{ kN}}}$$

posouzení :

$$N_{ed} \leq N_{b,rd}$$

$$\underline{\underline{55,93 \leq 81,12 \text{ [kN]}}} \quad \dots \text{ VYHOVUJE}$$



④ **DIAGONÁLA :**

$$N_{Ed} = - 23,03 \text{ kN}$$

$$L_{cr} = 0,75 L = 0,75 \cdot 2,59 = 1,94 \text{ m}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = L_{cr}$$

$$\boxed{\text{NÁVRH : TR } 40 \times 4}$$

$$A = 452 \text{ mm}^2$$

$$i = 12,8 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{1942,5}{12,8} = 151,76$$

$$\lambda_1 = 93,9 \text{ } \varepsilon = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{151,76}{93,9} = 1,616 \dots \text{ poměrná štíhlost}$$

součinitel vzpěrnosti χ :

$$\begin{aligned} \phi &= 0,15 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] \quad , \quad \alpha = 0,21 \\ &= 0,15 [1 + 0,21 (1,616 - 0,2) + 1,616^2] \\ &= 1,955 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi &= \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \\ &= \frac{1}{1,955 + \sqrt{1,955^2 - 1,616^2}} = 0,327 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{b,rd} &= \chi \cdot A \cdot f_{cd} \\ &= 0,327 \cdot 452 \cdot 235 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{34,78 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

posouzení :

$$N_{Ed} \leq N_{b,rd}$$

$$\underline{\underline{23,03 \leq 34,78 \text{ [kN]} \dots \text{ VYHOVUJE}}}$$



⑤ HORNÍ PÁŠ :

$$N_{Ed} = -104 \text{ kN}$$

$$L_{cr} = 0,75 L = 0,75 \cdot 2,85 = 2,14 \text{ m}$$

$$L_{cr,y} = L_{cr,z} = L_{cr}$$

$$\boxed{\text{NA'VRH : TR } 70 \times 4}$$

$$A = 829 \text{ mm}^2$$

$$i = 23,4 \text{ mm}$$

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = \frac{2137,5}{23,4} = 91,35$$

$$\lambda_1 = 93,9 \text{ z} = 93,9$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{91,35}{93,9} = 0,973 \dots \text{ poměrná štíhlost}$$

součinitel vzpěrnosti χ :

$$\begin{aligned} \phi &= 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2] \\ &= 0,5 [1 + 0,21 (0,973 - 0,2) + 0,973^2] \\ &= 1,054 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \chi &= \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} \\ &= \frac{1}{1,054 + \sqrt{1,054^2 - 0,973^2}} = 0,685 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} N_{b,rd} &= \chi \cdot A \cdot f_d \\ &= 0,685 \cdot 829 \cdot 235 \cdot 10^3 = \underline{\underline{133,36 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

posouzení :

$$\begin{aligned} N_{Ed} &\leq N_{b,rd} \\ 104 &\leq 133,36 \text{ [kN]} \dots \text{ VYHOVUJE} \end{aligned}$$



② DOLNÍ PÁŠ :

nutno posoudit na tlak
viz kombinace zatížení C04 (min. stálé + příčný vítr)

$$\underline{N_{Ed} = -16,73 \text{ kN}}$$

vybočení z roviny :

$$L_{cr,2} = b/2 = 16,3/2 = 8,15 \text{ m}$$

vybočení v rovině :

$$L_{cr,y} = \text{vzd. stěnic} = 2,04 \text{ m}$$

NÁVŘEH : TR 102 x 4

$$A = 1232 \text{ mm}^2$$

$$i = 34,7 \text{ mm}$$

$$\lambda_1 = 93,9 \text{ ε} = 93,9$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i} = \frac{2040}{34,7} = 58,79$$

$$\lambda_2 = \frac{L_{cr,2}}{i} = \frac{8150}{34,7} = 234,87$$

$$\bar{\lambda}_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = \frac{58,79}{93,9} = 0,626$$

$$\bar{\lambda}_2 = \frac{\lambda_2}{\lambda_1} = \frac{234,87}{93,9} = 2,5$$

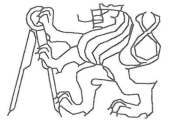
součinitel vepřevnosti: α :

$$\begin{aligned} \phi_y &= 0,15 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_y - 0,2) + \bar{\lambda}_y^2] \\ &= 0,15 [1 + 0,21 (0,626 - 0,2) + 0,626^2] = 0,74 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \phi_z &= 0,15 [1 + \alpha (\bar{\lambda}_2 - 0,2) + \bar{\lambda}_2^2] \\ &= 0,15 [1 + 0,21 (2,5 - 0,2) + 2,5^2] = 3,87 \end{aligned}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_y^2}} = \frac{1}{0,74 + \sqrt{0,74^2 - 0,626^2}} = 0,88$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_2^2}} = \frac{1}{3,87 + \sqrt{3,87^2 - 2,5^2}} = 0,147$$



vyboření z roviny :

$$N_{b, Rd} = \chi_z \cdot A \cdot f_{yd}$$
$$= 0,147 \cdot 1232 \cdot 235 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{42,44 \text{ kN}}}$$

posouzení :

$$N_{Ed} \leq N_{b, Rd}$$
$$16,73 \leq 42,44 \text{ [kN]} \dots \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

vyboření v rovině :

$$N_{b, Rd} = \chi_y \cdot A \cdot f_{yd}$$
$$= 0,88 \cdot 1232 \cdot 235 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{254,73 \text{ kN}}}$$

posouzení :

$$N_{Ed} \leq N_{b, Rd}$$
$$16,73 \leq 254,73 \text{ [kN]} \dots \underline{\underline{\text{VYHOVUJE}}}$$

MSP - svídný průhyb vazníků :

$$f = 36,4 \text{ mm} \quad (\text{výpočet v programu Sica Engineer})$$
$$f_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{6 \cdot 2,0375 \cdot 10^3}{250} = 48,9 \text{ mm}$$

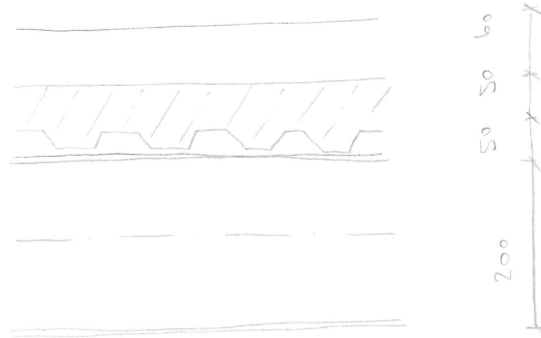
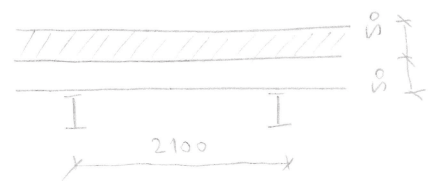
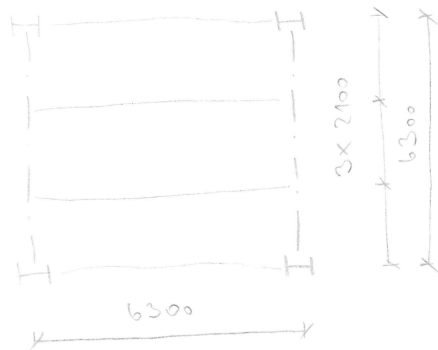
$$f \leq f_{lim}$$

$$\underline{\underline{36,4 \leq 48,9 \text{ [mm]} \dots \text{VYHOVUJE}}}$$



3.2 STROPNÍ KONSTRUKCE

ocelobetonová stropnice



NAŠLAPNÁ VRSTVA

BET. DESKA

TRAPÉZ. PLECH TR 50/262,5

STROPNICE IPE 200

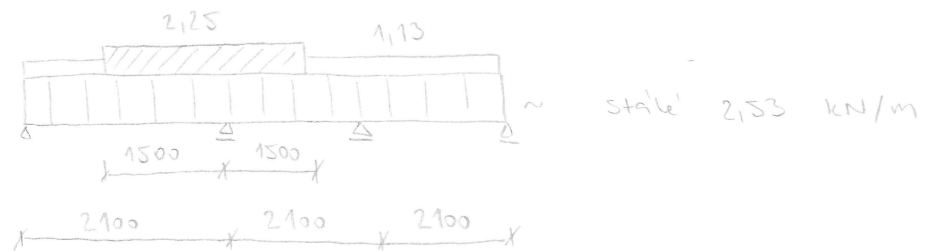
Zatížení:

(zajiřování žiřha 1m)

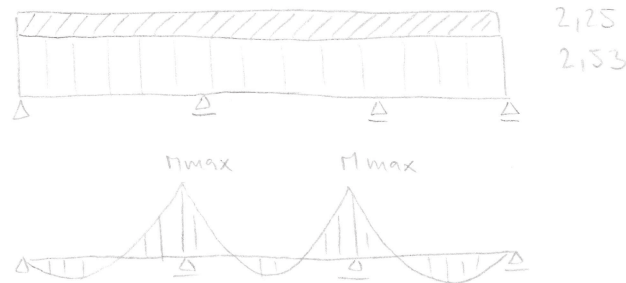
STÁLE g	char. [kN/m]	γ_G	návl. [kN/m]
beton. deska:			
srovnaná leouřha 18 mm	1,77	1,35	2,39
+ 50 mm nad žebry			
26 (0,018 + 0,05)			
TR 50/262,5	0,1	1,35	0,14
celkem	1,77		2,53
PROMĚNNÉ q	char. [kN/m]	γ_Q	návl. [kN/m]
vounoněvne'	0,75	1,5	1,13
zvětřene'	1,5	1,5	2,25
celkem	2,25		3,38



3.2.1 TRAPÉZOVÝ PLECH :



--> bezpečně zjednodušení



$$M_{ed, max} = \frac{1}{10} (g_d + q_d) L^2$$

$$= \frac{1}{10} (2,53 + 2,125) 2,1^2 = 2,108 \text{ kNm/m}$$

$$MSU: M_{a, ed} = \frac{w_{a, eff} \cdot \delta_{SP}}{\gamma_a} = \frac{12 \cdot 10^3 \cdot 235}{1} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{a, ed} > M_{ed}$$

$$2,8 > 2,1 \text{ [kNm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

MSR :
(pouze stále)



$$M_{b, k} = - \frac{1}{10} g_k \cdot L^2 = - \frac{1}{10} \cdot 1,89 \cdot 2,1^2 = -0,83 \text{ kNm/m}$$

$$\delta_{prip} = \frac{L}{200} = \frac{2100}{200} = 10,5 \text{ mm}$$



$$\delta = \frac{1}{EI_{eff}} \left(\frac{5}{384} g_k L^4 + \frac{1}{16} M_{b,k} L^2 \right)$$

$$= \frac{1}{210 \cdot 10^3 \cdot 0,129 \cdot 10^6} \left(\frac{5}{384} \cdot 1,89 \cdot 2100^4 + \frac{1}{16} \cdot 0,83 \cdot 2100^2 \right)$$

$$= 7,86 \text{ mm}$$

$$\delta \leq \delta_{přip.}$$

$$7,86 \leq 10,5 \text{ [mm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

3.2.2 SPŘAŽENÁ OCELOBETONOVÁ STROPNICE

v průběhu montáže není podepřena

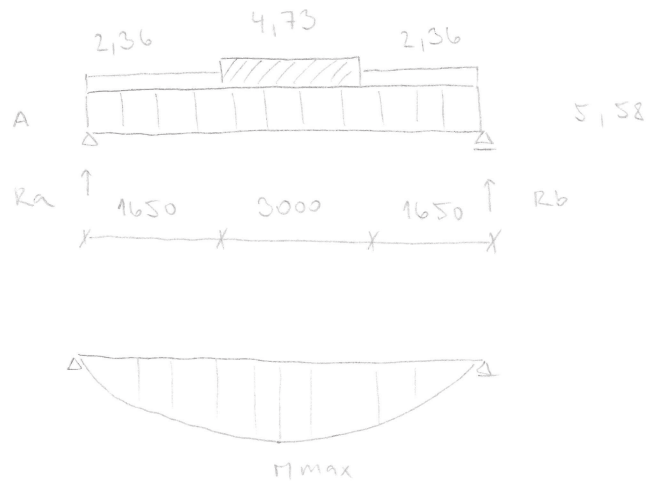
3.2.2.1 MONTÁŽNÍ STADIUM

(ocelový nosník)

z.š. 2,1 m

zatížení:

STÁLE g	char. [kN/m]	γ_G	návrh. [kN/m]
vl. tíha stropnice IPE 200	0,22	1,35	0,3
TR 50/262,5 (tl. 1mm) 0,1 · 2,1	0,21	1,35	0,28
betonová směs 26 (0,018 + 0,105) · 2,1	3,71	1,35	5,0
celkem	4,14		7,09
PROTIĚNNE q při betonáži	char. [kN/m]	γ_Q	návrh. [kN/m]
na délce 3m 1,5 · 2,1	3,15	1,5	4,73
jinde 0,75 · 2,1	1,58	1,5	2,36
celkem	4,73		7,09



$$\text{reakce: } M_A^S: 6,3 R_b - 5,58 \frac{6,3^2}{2} - 4,73 \cdot 3 \left(1,65 + \frac{3}{2} \right) - 2,36 \cdot 1,65 \left(1,65 + 3 + \frac{1,65}{2} \right) - 2,36 \frac{1,65^2}{2} = 0$$

$$R_b = R_a = 28,57 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 28,57 \cdot \frac{6,3}{2} - 4,73 \frac{1,5^2}{2} - 5,58 \frac{3,15^2}{2} - 2,36 \cdot 1,65 \left(1,65 + \frac{3}{2} \right) = 44,72 \text{ kNm}$$

potřebný průřez. modul:

$$W_{min} = \frac{M_{ed} \cdot \gamma_m}{\sigma_s} = \frac{44,72 \cdot 1,10}{235} \cdot 10^6 = 190,3 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

NAVRH: IPE 200

$$M_{pl, Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot \sigma_s}{\gamma} = \frac{220,6 \cdot 10^3 \cdot 235}{1} = 51,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

posouzení:

$$M_{ed} \leq M_{pl, Rd} \\ 44,72 \leq 51,8 \text{ [kNm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

$$MSP: \delta = \frac{5}{384} \frac{g_k L^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{4,14 \cdot 6300^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 19,4 \cdot 10^6} = 20,84 \text{ mm}$$

$$\delta_{prip} = \frac{L}{200} = \frac{6300}{200} = 31,5 \text{ mm}$$

posouzení:

$$\delta < \delta_{prip}$$

$$20,84 < 31,5 \text{ [mm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$



3.2.2.2 PROVOZNÍ STAV

zařízení :

STAVE' g	char. [kN/m]	γ_G	návrh. [kN/m]
IPE 200	0,22	1,35	0,3
tr. plech	0,21	1,35	0,28
2b deska	3,43	1,35	4,63
24 (0,118 + 0,105) 21			
dlouhodobé'	1,5	1,35	2,025
celkem	3,86		7,235

PROMĚNNE' q	char. [kN/m]	γ_Q	návrh. [kN/m]
užitné - kat. C2 0,0 · 211	6,3	1,15	9,45
přemístitelné příčky o vlastní tíže ≤ 2 kN/m délky příčky	0,8	1,15	1,12
celkem	7,1		10,65

CELKEM $\underbrace{g_k + q_k}_{g_k} = 10,96$ $\underbrace{g_d + q_d}_{g_d} = 17,89$

$$M_{ed} = \frac{1}{8} g_d \cdot L^2 = \frac{1}{8} \cdot 17,89 \cdot 6,3^2 = 88,76 \text{ kNm}$$

$$V_{ed} = \frac{1}{2} g_d \cdot L = \frac{1}{2} \cdot 17,89 \cdot 6,3 = 56,35 \text{ kN}$$

posouzení průřezu :

→ únosnost ve smyku :

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_a} = 114 \cdot 10^3 \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1} = 189,9 \text{ kN}$$

společná sobíř síťka desky :

$$b_{eff} = 2 \cdot \frac{L}{8} = 2 \cdot \frac{6,3}{8} \cdot 10^3 = 1575 \text{ mm} < 2100 \text{ mm}$$



→ poloha n.o.

$$x = \frac{A_a \cdot \frac{f_b}{\gamma_a}}{b_{eff} \cdot 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = \frac{2850 \cdot \frac{235}{1}}{1575 \cdot 0,85 \cdot \frac{20}{1,5}} = 37,52 \text{ mm}$$

$x < 50 \text{ mm}$... n.o. leží v bet. desce

$$M_{pl, Rd} = \frac{A_a \cdot f_a}{\gamma_a} \cdot h_a = \frac{2850 \cdot 235}{1} \left(200 - \frac{37,52}{2} \right)$$

$$= 121,4 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{pl, Rd} = 121,4 > M_{ed} = 83,9 \text{ [kNm]}$$

... VYHOVUJE

NÁVRH : STROPNICE IPE 200

SPRAŽENÍ

návrh : tvrný průměru 15,8 mm ; výška 90 mm
ocel s mezí pevnosti po přivaření $f_u = 340 \text{ MPa}$

charakteristická únosnost tvrnů v plně desce :

$$P_{Rk} = 0,18 \cdot f_u \cdot \frac{\pi d^2}{4} = 0,18 \cdot 340 \cdot \frac{\pi \cdot 15,8^2}{4} = 53 \text{ 300 N}$$

$$P_{Rk} = 0,129 d^2 \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}} = 0,129 \cdot 15,8^2 \cdot \sqrt{20 \cdot 29 \cdot 10^3} =$$

$$= 55 \text{ 100 N}$$

$$\text{Rozhoduje } P_{Rk} = 53 \text{ 300 N} = 53,3 \text{ kN}$$

Návrhová únosnost tvrnů :

$$P_{Rd} = \frac{P_{Rk}}{\gamma_v} = \frac{53,3}{1,25} = 42,6 \text{ kN}$$



Redukovaná únosnost v žebrované desce

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{N_r}} \cdot \frac{b_o}{h_p} \cdot \frac{h - h_p}{h_p} = \frac{0,7}{\sqrt{1}} \cdot \frac{91,3}{48} \cdot \frac{90 - 48}{48} = 1,17 \rightarrow k_t = 1,0$$

$$P_{rd,red} = P_{rd} \cdot k_t = 4216 \cdot 1,0 = 4216 \text{ kN}$$

Počet trnů na polovině nosníku

$$F_{cj} = N_c = N_a = \frac{A_a \cdot \sigma_a}{\gamma_a} = \frac{2850 \cdot 235}{1,0} = 669,8 \cdot 10^3 \text{ N}$$

$$N_f = \frac{F_{cj}}{P_{rd,red}} = \frac{669,8}{4216} = 15,7 \text{ ks} \sim 16 \text{ ks}$$

→ rozteč trnů:

$\frac{1}{2}$ délky nosníku / počet mezer mezi trny

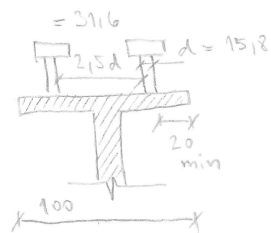
$$\left(\frac{6300}{2}\right) / 15 = 210 \text{ mm}$$

vzdálenost vln trapezového plechu = 262,5 mm

⇒ na celý nosník se vejde 24 trnů

(potřeba je 32 trnů)

⇒ návrh: trny po dvojicích do každé vlny



redukční součinitel k_t :

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{N_r}} \cdot \frac{b_o}{h_p} \cdot \frac{h - h_p}{h_p} = \frac{0,7}{\sqrt{2}} \cdot \frac{91,3}{48} \cdot \frac{90 - 48}{48} = 0,82$$

$$P_{rd,r} = P_{rd} \cdot k_t = 4216 \cdot 0,82 = 35 \text{ kN}$$

$$N_f = \frac{F_{cj}}{P_{rd,r}} = \frac{669,8}{35} = 19,1 \text{ ks}$$

na polovině rozpětí je 12 vln, v každé vlně budou 2 trny; celkem na nosníku bude 48 trnů



úplné spájení \rightarrow redukce $M_{pl, Rd}$

úhinnost trnu $F_{Rd} = 42,6 \text{ kN}$

síla k přenesení $F_{cf} = 669,8 \text{ kN}$

$n_f = 16$ ks trno na polovině rozpětí
trny v rozteči 210 mm

na převlak se (na polovinu rozpětí)
umístí

$$n = \frac{3150}{210} = 15 \text{ trno}$$

$$\eta = \frac{n}{n_f} = \frac{15}{16} = 0,94 \quad \dots \text{ jedná se o} \\ \text{částkové smykové spojení}$$

IPE 200 : $W_{pl,y} = 220,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$

$$M_{a,pl,Rd} = W_{pl,y} \cdot f_y$$

$$= 220,6 \cdot 10^3 \cdot 235 \cdot 10^{-6} = \underline{\underline{51,84 \text{ kNm}}}$$

$$M_{Rd} = M_{pl,a,Rd} + (M_{pl,Rd} - M_{pl,a,Rd}) \cdot \eta$$

$$= 51,84 + (121,4 - 51,84) \cdot 0,94$$

$$= \underline{\underline{117,23 \text{ kNm} \approx 121,4 \text{ kNm}}}$$

lze považovat za vyhovující



(MSP) provozní stav - nosník působí pružně
účinný modul pružnosti betonu uvažován
s vlivem dotvarování betonu

$$E_c' = \frac{E_{cm}}{2} = \frac{29 \cdot 10^3}{2} = 14,5 \cdot 10^3 \text{ MPa}$$

pracovní součinitel:

$$n = \frac{E_a}{E_c'} = \frac{210 \cdot 10^3}{14,5 \cdot 10^3} = 14,5$$

poloha pružné n.o.

$$e = \frac{A_a z_a + \frac{1}{n} A_c z_c}{A_a + \frac{1}{n} A_c} = \frac{2850 \cdot 200 + \frac{1}{14,5} \cdot 1575 \cdot 25 \cdot 50}{2850 + \frac{1}{14,5} \cdot 1575 \cdot 50}$$

$$= 85,23 \text{ mm}$$

moment setrvačnosti ideálního prutu:

$$I_i = 1914 \cdot 10^6 + 2850 \cdot 112,8^2 + \frac{1}{14,5} \left(\frac{1}{12} \cdot 1575 \cdot 50^3 + 50 \cdot 1575 \cdot 62,2^2 \right)$$

$$= 77,81 \cdot 10^6 \text{ mm}^4$$

proměnné zatížení $g_k = 7,1 \text{ kN/m}$

průhyb nahodilého zatížení:

$$\delta_{g_1} = \frac{5}{384} \cdot \frac{7,1 \cdot 6300^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 77,81 \cdot 10^6} = 8,91 \text{ mm}$$

$$\delta_{g_1} = 8,91 < \frac{L}{300} = \frac{6300}{300} = 21 \text{ [mm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

velký průhyb spodní hraný nosníku

$$\delta_{\text{velk}} = \delta_{g_1} + \delta_{g_2} = 8,91 + 20,84 = 29,75 \text{ mm}$$

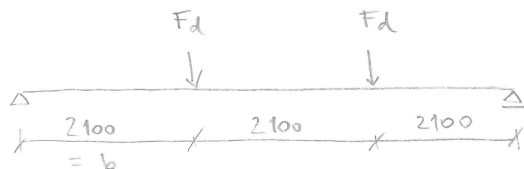
$$\delta_{\text{lim}} = \frac{L}{200} = \frac{6300}{200} = 31,5 > \delta_{\text{velk}} = 29,75 \text{ [mm]}$$

... VYHOVUJE



3.2.3 PRŮVLAK - v průběhu montáže podepřen

(MS)



$$F_d = g_{d, \text{stropnice}} \cdot \text{rozpětí}$$

$$= 17,89 \cdot 6,3 = 112,7 \text{ kN}$$

$$g_d = 0,4 \text{ kN/m} \quad \dots \text{vl. tíha}$$

moment uprosřed:

$$M_{ed} = F_d \cdot b + \frac{1}{8} \cdot g_d \cdot L^2 \text{ průvlak}$$

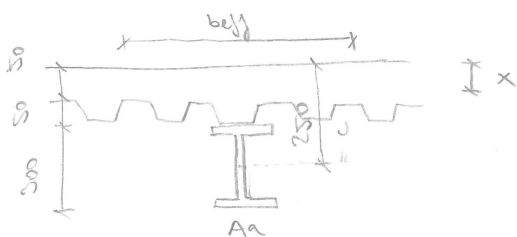
$$= 112,7 \cdot 2,1 + \frac{1}{8} \cdot 0,4 \cdot 6,3^2 = \underline{\underline{238,7 \text{ kNm}}}$$

účinná šířka desky:

$$b_{eff} = \frac{6300}{4} = \underline{\underline{1575 \text{ mm}}}$$

volba: IPE 300

$$A_a = 5381 \text{ mm}^2$$



poloha n.o.

$$x = \frac{A_a \cdot \frac{h}{2}}{b_{eff} \cdot 0,85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = \frac{5381 \cdot \frac{235}{2}}{1575 \cdot 0,85 \cdot \frac{20}{1,5}} = 70,84 \text{ mm}$$

$$M_{pl, Rd} = A_a \cdot f_y \cdot \left(c - \frac{x}{2} \right)$$

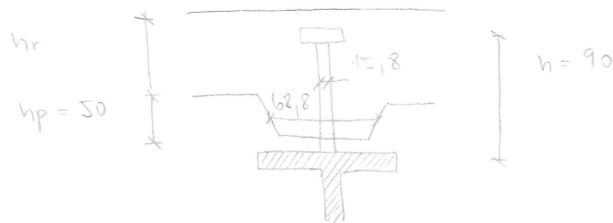
$$= 5381 \cdot 235 \left(250 - \frac{70,84}{2} \right) = 271,31 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$M_{pl, Rd} = 271 > M_{ed} = 238 \text{ [kNm]} \quad \dots \text{vyhovuje}$$



SPŘAŽENÍ

- trny ϕ 15,8 mm v žebrech desky



redukcí únosnosti :

$$k_t = 0,6 \frac{62,8}{50} \left(\frac{90}{50} - 1 \right) = 0,66$$

únosnost trny :

$$PRK = 53,3 \text{ kN}$$

$$PRd = 42,6 \text{ kN}$$

síla k přenesení :

$$F_{cj} = \frac{A_a \cdot f_{yk}}{s_a} = \frac{5381 \cdot 235}{10} \cdot 10^{-3} = 1264,5 \text{ kN}$$

$$\eta_f = \frac{F_{cj}}{PRd} = \frac{1264,5}{42,6} = 29,68 \approx 30 \text{ trnů}$$

na polovině rozpětí

vzdálenost trnů :

$$\frac{L/2}{\eta_f} = \frac{6,3/2}{30} \cdot 10^3 = 105 \text{ mm}$$

min vzd. trnů = $s_d = 5 \cdot 15,8 = 79 \text{ mm}$

(MSP)

$$M_{Ek} = b \cdot f_{tk} \cdot L_{slip} + \frac{1}{8} \text{ vl. tíhla} \cdot L_{průhled}^2$$

$$= 21 \cdot 10,96 \cdot 6,3 + \frac{1}{8} \cdot 0,14 \cdot 6,3^2 = \underline{\underline{146,99 \text{ kNm}}}$$

pracovní součinitel :

$$m = E_a / E_c' = 210000 / 14500 = 14,5$$

plocha identického průřezu :

$$A_i = A_a + h_r \cdot b_{eff} / m$$

$$= 5381 + 50 \cdot 1575 / 14,5 = 10812,03 \text{ mm}^2$$



řezové ideálního průřezu:

$$e = \frac{A_a \cdot (h_p + h_r) + h_r \cdot b_{eff} / n \cdot (h_{IPE} + h_p + h_r / 2)}{A_i}$$

$$= \frac{5581 (50 + 50) + 50 \cdot 1575 / 14,5 (300 + 50 + 50 / 2)}{10812,03}$$

$$= \underline{\underline{238,1 \text{ mm}}}$$

moment setrvačnosti ideálního průřezu:

$$I_i = \underbrace{83,56 \cdot 10^6}_{I_{IPE300}} + \underbrace{5581}_{A_a} (238,1 - 300/2)^2 +$$

$$15,1_{IPE300} + A_a (e - h_{IPE}/2)^2 +$$

$$\frac{1}{14,5} \left(\frac{1575 \cdot 50^3}{12} + 1575 \cdot 50 (238,1 - 300 - 50 - 50/2)^2 \right) =$$

$$\frac{1}{n} \left(\frac{b_{eff} \cdot h_r^3}{12} + b_{eff} \cdot h_r (e - h_{IPE} - h_p - h_r/2)^2 \right)$$

$$= \underline{\underline{228,24 \cdot 10^6 \text{ mm}^4}}$$

napětí:

dolní vlákna ocelového nosníku:

$$\sigma_{a,max} = \frac{M_{EK}}{I_i} \cdot z_d$$

$$= \frac{146,99 \cdot 10^6}{228,24 \cdot 10^6} \cdot 238,1$$

$$= \underline{\underline{153,34 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}}}$$



horní vláhna betonové desky :

$$\begin{aligned}\sigma_{c, \max} &= \frac{M_{\text{ek}}}{n \cdot I_i} \cdot z_h \\ &= \frac{146,99 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 228,24 \cdot 10^6} \cdot (400 - 238,1) \\ &= 7,19 \text{ MPa} < 0,85 f_{ck} = 0,85 \cdot 25 = 21,25 \text{ MPa}\end{aligned}$$

$$\underline{\underline{\sigma_{c, \max} = 7,19 < 0,85 f_{ck} = 21,25 \text{ [MPa]}}}$$

$$\begin{aligned}F_k &= g_{k, \text{prom}} \cdot L \\ &= 7,1 \cdot 6,3 = 44,73 \text{ kN}\end{aligned}$$

prohyb od proměnného zatížení :

$$\begin{aligned}\sigma_z &= \frac{23}{648} \cdot \frac{F_k \cdot L^3}{E \cdot I_i} \\ &= \frac{23}{648} \cdot \frac{44,73 \cdot 6300^3 \cdot 10^3}{210000 \cdot 228,24 \cdot 10^6} = \underline{\underline{8,28 \text{ mm}}}\end{aligned}$$

$$\sigma_{\text{přip}} = \frac{L}{400} = \frac{6300}{400} = 15,75 \text{ mm}$$

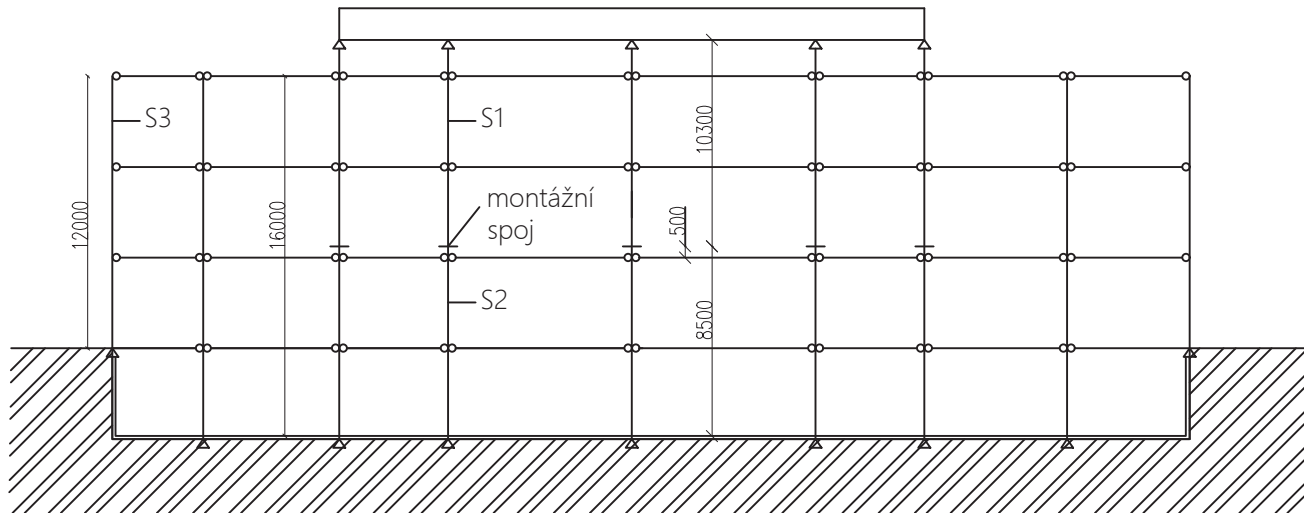
$$\sigma_z \leq \sigma_{\text{přip}}$$

$$\underline{\underline{8,28 \leq 15,75 \text{ [mm]} \dots \text{ VYHOVUJE}}}$$

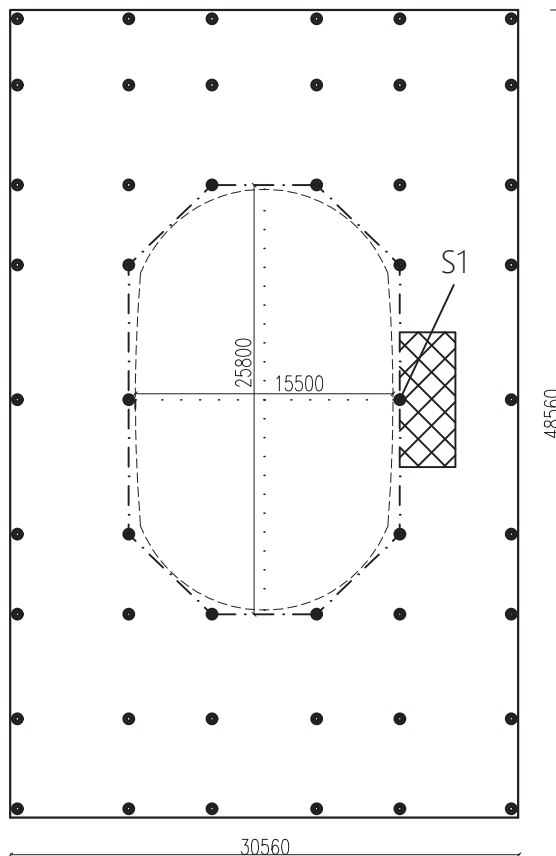


3.3 SVISLÉ KONSTRUKCE


Podélný řez



4.NP



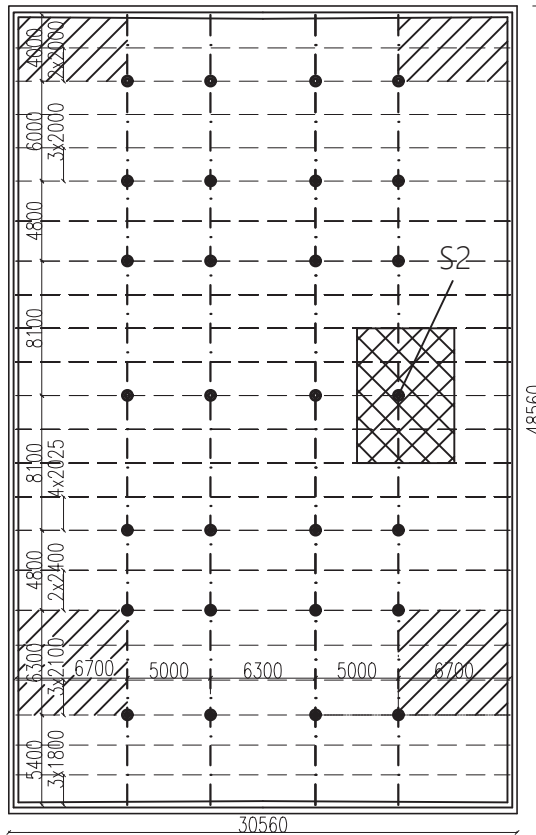
S1: $L = 10,3 \text{ m}$

 zatěžovací plocha sloupu



Návrh sloupů:

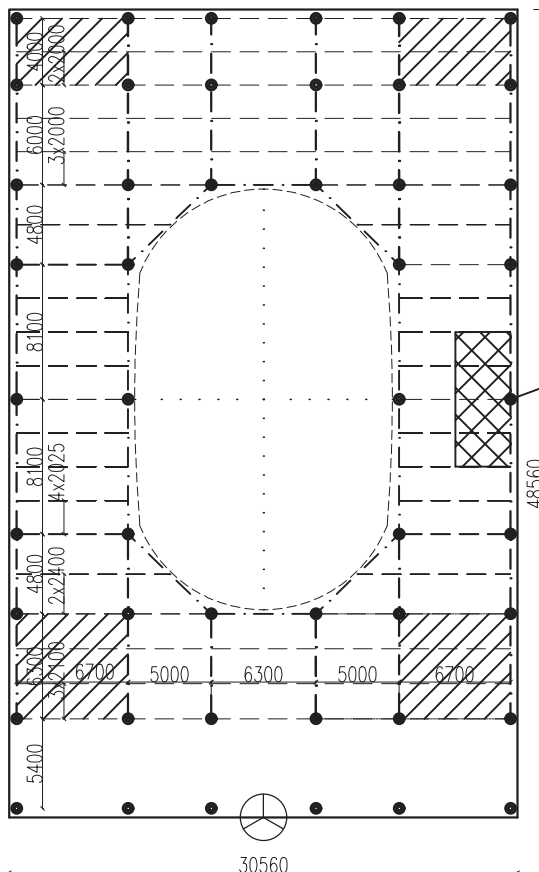
1.PP - vnitřní sloupy



S2: L = 8,5 m
S1+S2: L = 18,8 m

- ztužující žb jádro
- zatěžovací plocha sloupu

1.NP - krajní sloup S3



S3: L = 12 m

- ztužující žb jádro
- zatěžovací plocha sloupu

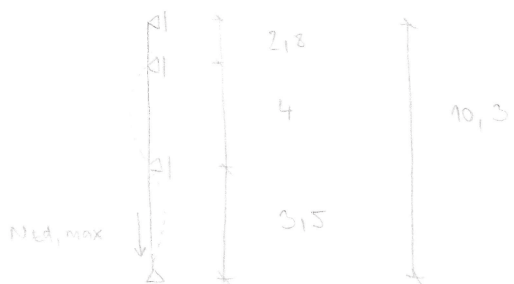


3.3.1 VNITŘNÍ SLOUP S1

zatežovaná plocha $A_{zaf} = 8,1 \cdot (6,7/2)$
 $= 27,14 \text{ m}^2$

zatižení :

STÁLE g	char. [kN]	γ_G	návrh. [kN]
g_k , střecha 4.NP $0,5 \cdot 62,8$	31,4	1,35	42,38
g_k , střecha 3.NP $0,5 \cdot 27,14$	13,57	1,35	18,32
g_k , shop 2.NP $1,97 \cdot 27,14$	53,47	1,35	72,18
vl. hlna sloupu $1,25 \cdot 10,5$	12,88	1,35	17,38
celkem g	98,76		130,31
PROMĚNNÉ q	char. [kN]	γ_Q	návrh. [kN]
q_k , střecha 4.NP $0,75 \cdot 62,8$	47,1	1,5	70,65
q_k , střecha 3.NP $0,75 \cdot 27,14$	20,36	1,5	30,54
q_k , shop 2.NP $3 \cdot 27,14$	81,42	1,5	122,13
snih $2 \cdot 27,14$	54,28	1,5	81,42
vitr $0,14 \cdot 27,14$	3,80	1,5	5,70
celkem q	206,96		310,44
CELKEM $g+q$	305,72		443,75



$L = 10,3 \text{ m}$
 $L_{cr,z} = L_{cr,y} = 4 \text{ m}$

rozhoduje vybočení
kolmo k ose z



$$N_{ed, max} = 443,75 \text{ kN}$$

návrh: HEB 200

$$i_z = 50,7 \text{ mm}$$

$$A = 7808 \text{ mm}^2$$

$$S_{235}, \quad f_{y0} = 235 \text{ MPa}$$

$$E = 210 \text{ GPa}$$

$$G = 81 \text{ GPa}$$

střihlost: $\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = \frac{4000}{50,7} = 78,90$

relativní střihlost:

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \text{ } \varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 1$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

poměrná střihlost:

$$\bar{\lambda}_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = \frac{78,90}{93,9} = 0,84$$

součinitel vzpětnosti:
(tabulky)

$$\chi_z = 0,772$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y = 7808 \cdot 235 \cdot 10^{-3} = 1834,88 \text{ kN}$$

$$\gamma_{M1} = 1,15$$

Podmínka Spolehlivosti:

$$\frac{N_{ed, max}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$\frac{443,75}{\frac{0,772 \cdot 1834,88}{1,15}} \leq 1,0$$

$$0,56 \leq 1,0 \quad \dots \quad \text{VYHOVUJE}$$



3.3.2 VNITŘNÍ SLOUP S2

zatěžení plocha $A_{zat} = 8,1 \cdot (6,7/2 + 3/2)$
 $= 47,39 \text{ m}^2$

zatížení :

S1 : $\left. \begin{array}{l} g_d = 130,31 \text{ kN} \\ q_d = 310,44 \text{ kN} \end{array} \right\} g_d + q_d = 440,75$

STÁLE g	char. [kN]	γ_G	návrh. [kN]
$g_{k, \text{shop 1.NP}}$ $1,97 \cdot 27,14$	53,47	1,35	72,18
$g_{k, \text{shop 1.PP}}$ $1,97 \cdot 47,39$	93,36	1,35	126,03
vl. hmot. sloupů $1,25 \cdot 8,5$	10,63	1,35	14,34
celkem g	157,46		212,55

PROMĚNNÉ q	char. [kN]	γ_Q	návrh. [kN]
$q_{k, \text{shop}}$ $3 \cdot (27,14 + 47,39)$	223,59	1,5	335,39
CELKEM $g+q$	381,05		547,94

max. návrhová síla (včetně sil sloupů S1)

$$N_{Ed, \max} = 547,94 + 440,75 = \underline{\underline{988,69 \text{ kN}}}$$

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

$$L_{cr, z} = L_{cr, y} = 4 \text{ m}$$

rozhodující vybrání kolmo k ose z



$$N_{ed, max} = 991,69 \text{ kN}$$

návrh: **HEB 300**

postup výpočtu viz. výpočet S1
provedeno v MS Excel

$$i_z = 75,8 \text{ mm}$$

$$A = 14\,910 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_z = 52,77$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,562$$

$$\chi_z = 0,905$$

$$N_{Rk} = 3503,85 \text{ kN}$$

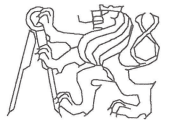
podm. spolehlivosti $0,36 \leq 1,0 \dots$ VYHOVUJE

3.3.3 KRAJNÍ SLOUP S3

zářezováni plocha $A_{zst} = 8,1 \cdot (6,7/2) = 27,14 \text{ m}^2$

zářezání:

STÁLE g	char. [kN]	γ_G	návrh. [kN]
$g_k, střecha$ $0,5 \cdot 27,14$	13,57	1,35	18,32
$g_k, strop \cdot 3$ podlaží $1,97 \cdot 27,14 \cdot 3$	160,40	1,35	216,54
vl. tíha sloupu $1,25 \cdot 12$	15	1,35	20,25
fasáda $1,5 \cdot 12 \cdot 8,1$	145,8	1,35	196,83
celkem g	334,77		451,94
PROMĚNNÉ q	char. [kN]	γ_Q	návrh. [kN]
$q_k, střecha$ $0,75 \cdot 27,14$	20,36	1,5	30,54
$q_k, strop$ $3 \cdot 3 \cdot 27,14$	244,26	1,5	366,39
sníh $2 \cdot 27,14$	54,28	1,5	81,42
vítr $0,14 \cdot 27,14$	3,80	1,5	5,70
celkem q	322,7		484,05
CELKEM $g+q$	657,47		935,99



$$N_{Ed, \max} = 935,97 \text{ kN}$$

návrh: HE B 300

postup výpočtu viz. výpočet S1
provedeno v MS Exul

$$i_z = 75,8 \text{ mm}$$

$$A = 14\,910 \text{ mm}^2$$

$$\lambda_z = 52,77$$

$$\lambda_1 = 93,9$$

$$\bar{\lambda}_z = 0,1562$$

$$\chi_z = 0,905$$

$$N_{Rk} = 3500,85 \text{ kN}$$

podm. spolehlivosti

$$\underline{0,34 \leq 1,0 \dots \text{VYHOVUJE}}$$



3.4 ZÁKLADOVÉ KONSTRUKCE

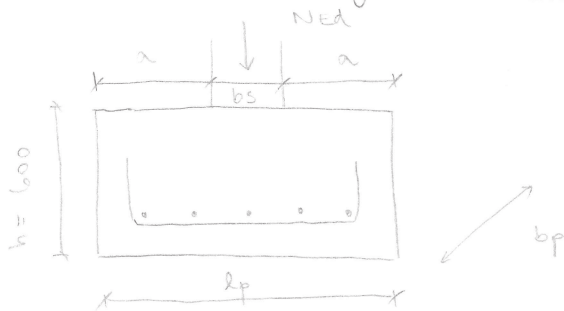
spodní stavba = bílá vana
návrh klouby žb sloup = 300 mm

$$R_{dt} = 700 \text{ kPa}$$

beton C25/30

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_m} = \frac{25}{1,5} = 16,67 \text{ MPa}$$

výpočet plochy působení - zatížení sloupem



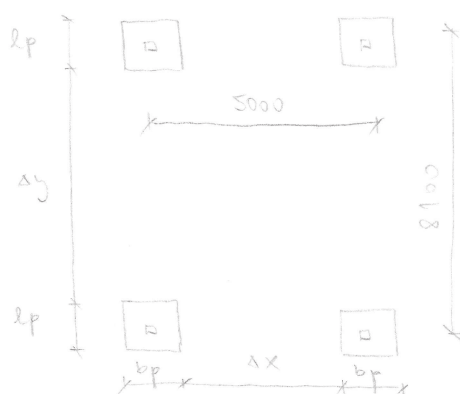
$N_{Ed, \max} = 991,69 \text{ kN}$... síla v patě sloupů SZ
odhad vl. tíhy paty
 $\gamma_{\text{pata}} = 0,05 N_{Ed, \max} = 0,05 \cdot 991,69 = 49,6 \text{ kN}$

požadovaná efektivní plocha:

$$R_{dt} = \frac{N}{A_{\text{reqd}}} \Rightarrow A_{\text{reqd}} = \frac{N}{R_{dt}} = \frac{1,05 N_{Ed, \max}}{R_{dt}}$$

$$A_{\text{reqd}} = \frac{1,05 \cdot 991,69}{700} = \underline{\underline{1,49 \text{ m}^2}}$$

plocha 1,5 x 1,5 m



$$b_p \leq \frac{\Delta x}{2}$$

$$112 \leq \frac{5 - 112}{2} = 1,9 \text{ m} \dots \text{VYHOVUJE}$$

$$l_p \leq \frac{\Delta y}{2}$$

$$114 \leq \frac{8,1 - 114}{2} = 3,95 \text{ m} \dots \text{VYHOVUJE}$$

výběží patky

$$a = \frac{l_p - b_s}{2} = \frac{1,4 - 0,3}{2} = 0,55 \text{ m}$$

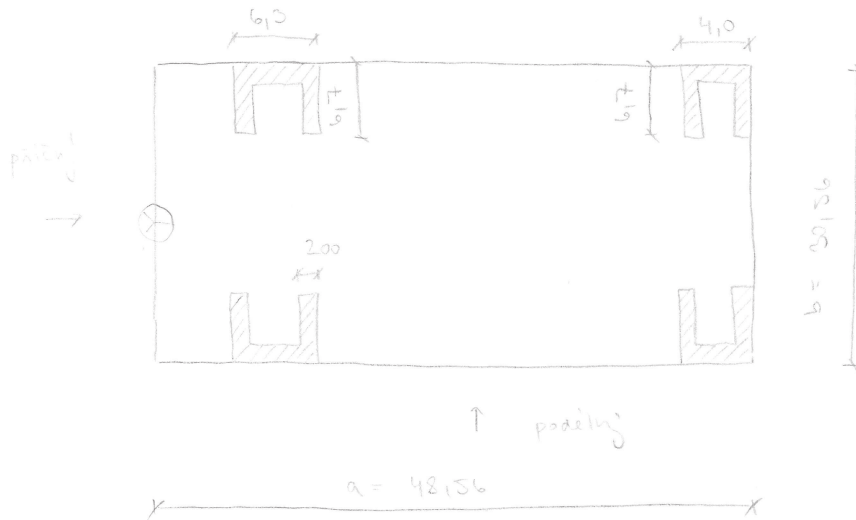


kapitola 4:
ZTUŽENÍ KONSTRUKCE



ZTUŽENÍ KONSTRUKCE :

4.1 ZTUŽUJÍCÍ ŽB JÁDRA 1.-3.NP



zatížení větrem :

$$w_k = \gamma_{pe} \cdot c_e(z) \cdot c_{pe} \quad [\text{kn/m}^2]$$

(iz. kapitola zatížení větrem)

$$w_k = 390,63 \cdot 1,8 \cdot 1,3 = 914,07 \text{ N/m}^2 = \underline{0,91 \text{ kn/m}^2}$$

$$w_d = \gamma_Q \cdot w_k = 1,5 \cdot 0,91 = \underline{1,37 \text{ kn/m}^2}$$



$$w_{k,lin,přič} = w_k \cdot b = 0,91 \cdot 30,56 = 27,8 \text{ kn/m}$$

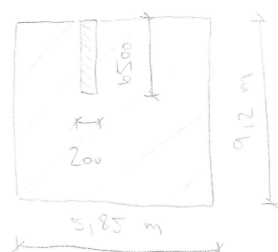
$$w_{d,lin,přič} = w_d \cdot b = 1,37 \cdot 30,56 = 41,9 \text{ kn/m}$$

$$w_{k,lin,podél} = w_k \cdot a = 0,91 \cdot 48,56 = 44,2 \text{ kn/m}$$

$$w_{d,lin,podél} = w_d \cdot a = 1,37 \cdot 48,56 = 66,5 \text{ kn/m}$$

PŘÍČNÝ SMĚR

návrh : 8 sňh





zatížení :

$$K2S1 = \text{vl. tíha stropu + stěny} \quad (\text{dan.})$$

$$R_1 = 622,71 \text{ kN}$$

$$K2S2 = \text{veškeré zatížení} \quad (\text{návrh.})$$

$$R_2 = 1189,51 \text{ kN}$$

Napětí v páteř. stěně :

K2S1 : úč. M od dan. zat. větrem

$$M_w = \frac{1}{2} w_{k,lin} \cdot pátč \cdot H^2$$

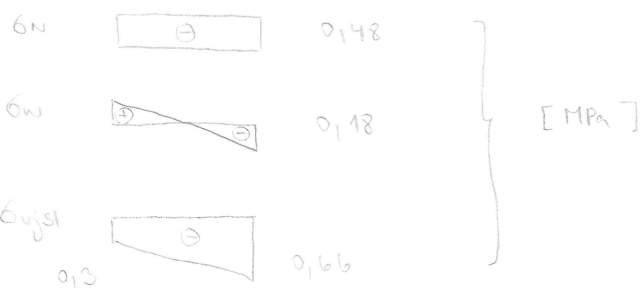
$$= \frac{1}{2} \cdot 27,8 \cdot 12^2 = 2001,6 \text{ kNm}$$

$$W_{stěny} = \frac{1}{6} t \cdot L^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 6500^2 = 14,08 \cdot 10^8 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_w = \pm \frac{1}{W} \cdot \frac{M_w}{t}$$

$$= \pm \frac{1}{8} \cdot \frac{2001,6 \cdot 10^6}{14,08 \cdot 10^8} = \pm \underline{\underline{0,148 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_N = \frac{R}{A} = \frac{R_1}{t \cdot L} = \frac{622,71}{0,2 \cdot 6,5} = \underline{\underline{0,48 \text{ MPa}}}$$



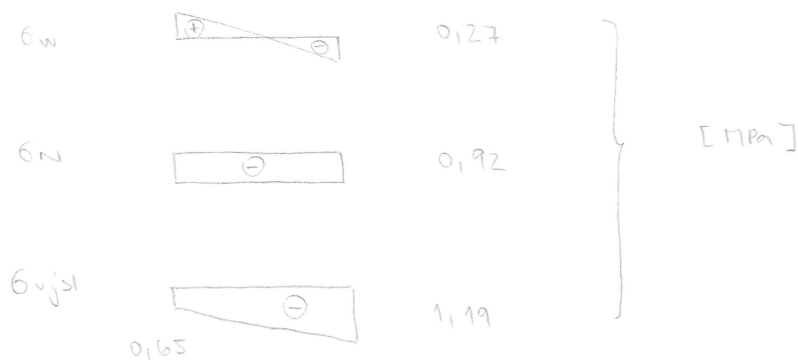
K2S2 : $M_w = \frac{1}{2} w_{d,lin} \cdot pátč \cdot H^2$

$$= \frac{1}{2} \cdot 41,9 \cdot 12^2 = 3016,8 \text{ kNm}$$

$$\sigma_w = \pm \frac{1}{W} \cdot \frac{M_w}{t}$$

$$= \pm \frac{1}{8} \cdot \frac{3016,8 \cdot 10^6}{14,08 \cdot 10^8} = \pm \underline{\underline{0,27 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_N = \frac{R}{A} = \frac{R_2}{t \cdot L} = \frac{1189,51 \cdot 10^3}{200 \cdot 6500} = \underline{\underline{0,92 \text{ MPa}}}$$



v prkě stěny nevzniká tah ... OK

PODELNÝ SMĚR

návrh: 4 stěny
 $L = 6,3 \text{ m}$
 $A_{zat} = 38,19 \text{ m}^2$

zatížení:

K2S1 = v. tíha stropu + stěny (nav.)

$R1 = 560,4 \text{ kN}$

K2S2 = vodor. zatížení (nav.)

$R2 = 1220,5 \text{ kN}$

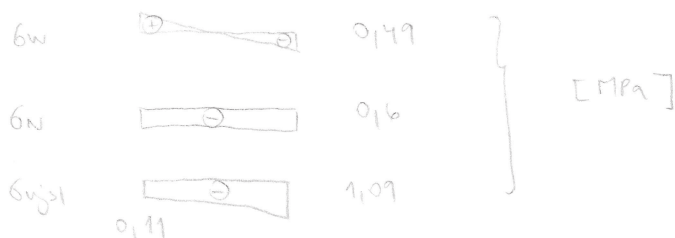
Napětí v prkě ztuž. stěny:

$$K2S1: \quad M_w = \frac{1}{2} \cdot w_{k,lin, pod} \cdot H^2 \\ = \frac{1}{2} \cdot 44,2 \cdot 12^2 = 3182,4 \text{ kNm}$$

$$W_{stěny} = \frac{1}{6} \cdot t \cdot L^2 = \frac{1}{6} \cdot 200 \cdot 6300^2 = 13,23 \cdot 10^8 \text{ mm}^3$$

$$\sigma_w = \pm \frac{1}{m} \cdot \frac{M_w}{W} \\ = \pm \frac{1}{4} \cdot \frac{3182,4 \cdot 10^6}{13,23 \cdot 10^8} = \pm 0,149 \text{ MPa}$$

$$\sigma_N = \frac{R}{A} = \frac{R1}{t \cdot L} = \frac{560,4 \cdot 10^3}{200 \cdot 6300} = 0,16 \text{ MPa}$$





$$K2S2 : \quad M_w = \frac{1}{2} w_d \cdot l_n \cdot p_{od} \cdot l^2 \\ = \frac{1}{2} \cdot 6615 \cdot 12^2 = 4788 \text{ kNm}$$

$$\sigma_w = \pm \frac{1}{m} \cdot \frac{M_w}{W} \\ = \pm \frac{1}{4} \cdot \frac{4788 \cdot 10^6}{13,23 \cdot 10^8} = \pm \underline{\underline{0,9 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_N = \frac{R_z}{t \cdot L} = \frac{1220,5 \cdot 10^3}{200 \cdot 6300} = \underline{\underline{0,97 \text{ MPa}}}$$

σ_w  0,9

σ_N  0,96

$\sigma_{y\text{st}}$  0,06 1,86

v pře stěny nevzniká tah ... OK



4.2 ŽTUŽENÍ 4. NP

4.2.1 PODÉLNĚ SVISLÉ ŽTUŽIDLO

návrh žtužidla mezi uzly
konstrukčně $\lambda \sim 200$

návrh : TR 89x5

$$L_{cr} = 0,75 L = 0,75 \cdot 8,1 = 6,075 \text{ m}$$

$$L_{cr, y} = L_{cr, z} = L_{cr}$$

$$i = 29,8 \text{ mm}$$

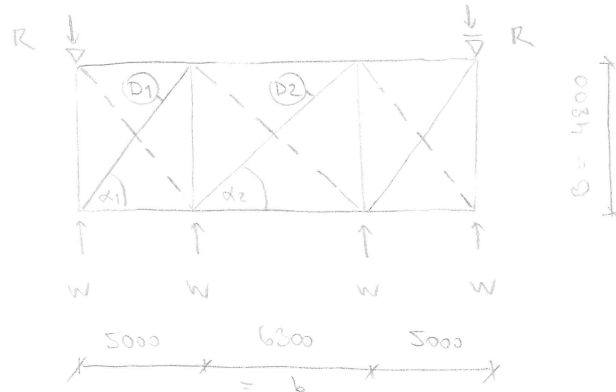
posouzení :

$$\text{žtíhlost } \lambda = \frac{L}{i} = \frac{6075}{29,8} = 203,9$$

$$\lambda = 203,9 \sim 200 \dots \text{ VYHOVUJE}$$



4.2.2 PŘÍČNÉ STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO



pólitíme jen s taženými diagonálami
(stlačené = uvořené)

zátěž větrem:

(viz. kap. zátěž větrem 4.NP)

$$w_{e,k} = -0,89 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,d} = 1,5 \cdot w_{e,k} = 1,5 \cdot (-0,89) = -1,34 \text{ kN/m}^2$$

zjednodušení \rightarrow vypočet pro h

$$q = w_{e,d} \cdot b = -1,34 \cdot 6,3 = -8,54 \text{ kN/m}$$

$$w_{Ed} = q \cdot h/2 = -8,54 \cdot 15/2 = -63,3 \text{ kN}$$

reakce:

$$R_{Ed} = \frac{\sum W}{2} = \frac{4 \cdot 63,3}{2} = 31,65 \text{ kN}$$

diagonála:

$$D_2 = \frac{R - W}{\sin \alpha_2} = \frac{31,65 + 63,3}{\sin 37,3} = 136,1 \text{ kN}$$

průs:

$$N_{max} = \frac{(R - W) \cdot 2b - W \cdot b}{b}$$

$$= \frac{(31,65 + 63,3) \cdot 2 \cdot 6,3 + 63,3 \cdot 6,3}{4,8} = 332,3 \text{ kN}$$

svislice:

$$N_{Ed} = -R = -31,65 \text{ kN}$$



diagonála ztužidla :

$$N_{Ed} = 136,1 \text{ kN}$$

$$\frac{N}{A} = f_y \rightarrow A = \frac{N}{f_y} = \frac{136,1 \cdot 10^3}{235} = 579 \text{ mm}^2$$

návrh : L 90 x 9

$$A = 1550 \text{ mm}^2$$

$$i_y = 27,3 \text{ mm}$$

návrh přípoje : šroubový s jednou řadou šroubů

M20 S.6

k. plechu 6 mm

$$e_1 = 35 \text{ mm}$$

$$p_1 = 50 \text{ mm}$$

$$d_0 = 22 \text{ mm}$$

únosnost šroubu ve střihu $F_{v,Rd} = 58,8 \text{ kN}$

únosnost šroubu v otláčení :

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 \cdot d_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 \cdot 0,508 \cdot 360 \cdot 20 \cdot 6}{1,25} = 43,89 \text{ kN}$$

$$d_b = \min \left(1,0 ; \frac{f_{ub}}{f_u} ; \frac{e_1}{3d_0} ; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right) = 0,508$$

$$\frac{500}{360} = 1,39 \quad \frac{35}{3 \cdot 22} = 0,53 \quad \frac{50}{3 \cdot 22} - \frac{1}{4} = 0,508$$

počet šroubů :

$$n = \frac{D_1}{\min(F_{v,Rd} ; F_{b,Rd})} = \frac{136,1}{\min(58,8 ; 43,89)} = 3,1 \sim 3 \text{ šrouby}$$

posouzení prutu :

plast. únosnost neoslab. průřezu v tahu :

$$N_{pl,Rd} = A f_y d = 1550 \cdot 204,3 = 316,7 \text{ kN}$$

tahová únosnost oslabeného průřezu :

$$N_{u,Rd} = \frac{0,4 A_{net} f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0,4 (A - d_0 \cdot t) f_u}{\gamma_{M2}}$$



$$N_{u, Rd} = \frac{0,4 (1550 - 22 \cdot 6) 360}{1,25} \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{163,4 \text{ kN}}}$$

$$\min (N_{pl, Rd}; N_{u, Rd}) \geq D1$$

$$\underline{\underline{163,4 \geq 136,1 \text{ [kN]} \dots \text{ VYHODUJE}}}$$

$$\lambda = \frac{L}{i_y} = \frac{0,95 \cdot L_{evl}}{i_y} = \frac{0,95 \cdot 7,92 \cdot 10^3}{27,3} = 275,6$$

evistie ztužidla:

$$N_{Ed} = -31,65 \text{ kN}$$

návrh: TR 89x4

$$A = 1068 \text{ mm}^2$$

$$i = 30,1 \text{ mm}$$

$$L_{ev} = L_{evistie} = 4,8 \text{ m}$$

$$\lambda = \frac{L_{ev}}{i} = \frac{4800}{30,1} = 159,5$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = \frac{159,5}{93,9} = 1,7$$

$$\phi = 0,5 [1 + \alpha (\bar{\lambda} - 0,2) + \bar{\lambda}^2]$$

$$= 0,5 [1 + 0,21 (1,7 - 0,2) + 1,7^2] = 2,1$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \bar{\lambda}^2}} = \frac{1}{2,1 + \sqrt{2,1^2 - 1,7^2}} = 0,3$$

$$N_{b, Rd} = \chi \cdot A \cdot f_y$$

$$= 0,3 \cdot 1068 \cdot 235 \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{75,29 \text{ kN}}}$$

$$N_{b, Rd} \geq N_{Ed}$$

$$\underline{\underline{75,29 \geq 31,65 \text{ [kN]} \dots \text{ VYHODUJE}}}$$

spodni pás:

$$N_{max} = 332,3 \text{ kN}$$

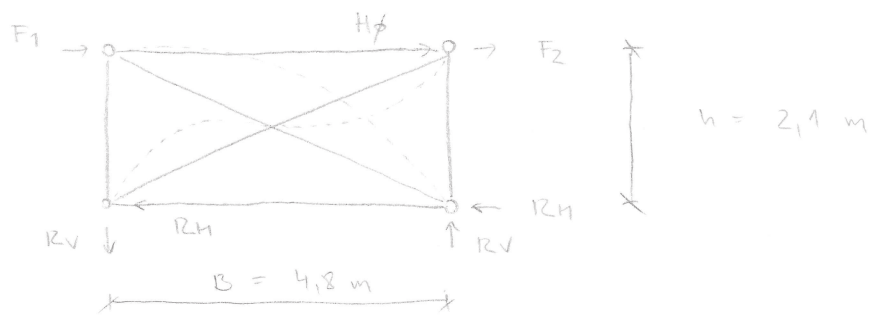
$$\frac{N}{A} = f_y \rightarrow A = \frac{N}{f_y} = \frac{332,3 \cdot 10^3}{235} = 1414 \text{ mm}^2$$

návrh: TR 89x7

$$A = 1203 \text{ mm}^2$$



4.2.3 PODÉLNÉ STĚNOVÉ ŽTUŽIDLO



vitr :

$$R = 31,65 \text{ kN}$$

návětrná strana = tlak

$$F_1 = R \frac{c_{pe}^D \text{ přeč}}{c_{pe}^E \text{ přeč}} = 31,65 \cdot \frac{0,8}{(-0,8)} = \underline{\underline{-31,65 \text{ kN}}}$$

závětrná strana = sání

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{c_{pe}^E \text{ podél}}{c_{pe}^D \text{ podél}} = -31,65 \cdot \left(\frac{-0,5}{0,8} \right) = \underline{\underline{19,78 \text{ kN}}}$$

zajištění vlivem rámových imperfekcí

redukční součinitel v závislosti na výšce sloupů

$$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{2,1}} = 1,38$$

podm. $\frac{2}{3} \leq \alpha_h < 1,0 \Rightarrow \underline{\underline{\alpha_h = 1,0}}$

redukční součinitel pro počet sloupů v řadě

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m} \right)} \quad m \dots \text{počet sloupů}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{5} \right)} = \underline{\underline{0,77}}$$

ekvivalentní počáteční natočení sloupů :

$$\phi = \phi_0 \cdot \alpha_h \cdot \alpha_m = \frac{1}{200} \cdot 1,0 \cdot 0,77 = \underline{\underline{3,85 \cdot 10^{-3}}}$$



ekviv. vodorovná síla z všech sloupů :

$$H\phi = \phi \cdot \Sigma N = \phi \cdot m \cdot N$$

N... max. síla ve sloupu od
stálého zat. a sněhu = 19,47 kN

$$H\phi = 3,85 \cdot 10^{-3} \cdot 5 \cdot 19,47 = 0,37 \text{ kN}$$

$$\begin{aligned} \text{reakce : } R_H &= \frac{\Sigma F}{2} = \frac{F_1 + F_2 + H\phi}{2} \\ &= \frac{51,65 + 19,78 + 0,37}{2} = \underline{\underline{25,9 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

$$R_v = \pm \frac{(F_1 + F_2 + H\phi) \cdot h}{B}$$

$$= \pm \frac{(51,65 + 19,78 + 0,37) \cdot 2,1}{4,8}$$

$$= \pm \underline{\underline{22,66 \text{ kN}}}$$

Diagonála střížidla :

$$\begin{aligned} \text{unitární síla : } D_{ed} &= \pm R_H \cdot \frac{L_{diag}}{B} \\ &= \pm \frac{25,9 \cdot (\sqrt{4,8^2 + 2,1^2})}{4,8} \\ &= \pm \underline{\underline{28,27 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

$$L_{cr,y} = \frac{L}{2} \cdot 0,9 = \frac{5,24}{2} \cdot 0,9 = 2,36 \text{ m}$$

$$L_{cr,z} = \frac{L}{2} = \frac{5,24}{2} = 2,62 \text{ m} \dots \text{ rozhoduje}$$

NÁVRH : TR 54 x 4

$$A = 628 \text{ mm}^2$$

$$i = 17,7 \text{ mm}$$

vypočet viz. kláseň diagonála vazníku
vypočet pomocí MS Excel



$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 148,02$$

$$\bar{\lambda} = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 1,58$$

$$\phi = 1,887$$

$$\chi = 0,34$$

$$N_{b,rd} = 50,47 \text{ kN}$$

podmínka : $N_{b,rd} \geq D_{Ed}$
 $50,47 \geq 28,27 \text{ [kN]} \dots$ vyhovuje

návrh připojení :

Šroubový připojení se 2 šrouby

2x 1116 S.6

$$\text{plech } t = 10 \text{ mm}$$

$$p_1 = 60 \text{ mm}, c_1 = 35 \text{ mm}, d_0 = 18 \text{ mm}$$

$$\text{únosnost šroubu ve směru } F_{v,rd} = \underline{\underline{37,7 \text{ kN}}}$$

únosnost šroubu v ořtvení

$$F_{b,rd} = \frac{k_1 \cdot d_b \cdot f_u \cdot d \cdot t}{\gamma_{M2}}$$

$$k_1 = \min \left\{ 2,8 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 ; 2,5 \right\}$$

$$\min \left\{ 2,8 \frac{25}{18} - 1,7 ; 2,5 \right\} = \underline{\underline{2,19}}$$

$$d_b = \min \left\{ \frac{e_1}{3d_0} ; \frac{p_1}{3d_0} - \frac{1}{4} ; \frac{A_{ub}}{f_u} ; 1,0 \right\} = \underline{\underline{0,65}}$$

$$\frac{35}{3 \cdot 18} = 0,65 \quad \frac{60}{3 \cdot 18} - \frac{1}{4} = 0,86 \quad \frac{500}{360} = 1,39$$

$$F_{b,rd} = \frac{2,19 \cdot 0,65 \cdot 360 \cdot 16 \cdot 10}{1,25} \cdot 10^{-3} = \underline{\underline{65,6 \text{ kN}}}$$

posouzení :

$$2 \min (F_{v,rd} ; F_{b,rd}) \geq D_{Ed}$$

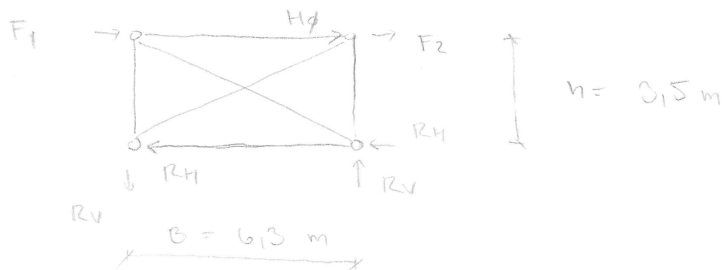
$$2 \min (37,7 ; 65,6) \geq 28,27$$

$$\text{[kN]} 75,4 \geq 28,27 \dots$$
 vyhovuje



4.2.4 PŘÍČNÉ STĚNOVÉ ŽTUŽIDLO

= žtužidlo ve šikmé stěně



návětřná strana = tlak

$$F_1 = R \cdot \frac{c_{pe}^D \text{ podél}}{c_{pe}^B \text{ podél}} = 31,65 \cdot \frac{0,8}{(-0,18)} = \underline{\underline{-31,65 \text{ kN}}}$$

závětrná strana = sání

$$F_2 = F_1 \cdot \frac{c_{pe}^E \text{ příč}}{c_{pe}^D \text{ příč}} = -31,65 \cdot \frac{(-0,15)}{0,18} = \underline{\underline{19,78 \text{ kN}}}$$

zahřívání vlivem rámcových imperfekcí
ved. souč. závislý na výšce sloupů

$$\alpha_h = \frac{z}{1h} = \frac{z}{\sqrt{3,5}} = 1,07$$

podm. $\frac{z}{2} \leq \alpha_h \leq 1 \rightarrow \underline{\underline{\alpha_h = 1,0}}$

redukční součinitel pro počet sloupů v řadě

$$\alpha_m = \sqrt{0,15 (1 + 1/4)} = \underline{\underline{0,179}}$$

ekviv. poč. natoučení sloupů

$$\phi = \frac{1}{200} \cdot 10 \cdot 0,179 = \underline{\underline{3,95 \cdot 10^{-3}}}$$

ekviv. vodov. síla ze všech sloupů

$$H_d = \phi \cdot N = \phi \cdot m \cdot N = 3,95 \cdot 10^{-3} \cdot 4 \cdot 15,6 = \underline{\underline{0,25 \text{ kN}}}$$

$$R_H = \frac{\sum F}{2} = \frac{31,65 + 19,78 + 0,25}{2} = \underline{\underline{25,84 \text{ kN}}}$$

$$R_V = \pm \frac{\sum F \cdot h}{B} = \pm \frac{31,68 \cdot 3,5}{6,3} = \pm \underline{\underline{28,7 \text{ kN}}}$$



Diagonála ztužidla :

unitární síla :

$$D_{ed} = \pm R_H \frac{L_{diag}}{B} = \pm 25,84 \cdot \frac{\sqrt{6,3^2 + 3,15^2}}{6,3} = \pm \underline{\underline{29,56 \text{ kN}}}$$

$$L_{cv,1} = \frac{L}{2} \cdot 0,9 = \frac{7,2}{2} \cdot 0,9 = 3,24 \text{ m}$$

$$L_{cv,2} = \frac{L}{2} = \frac{7,2}{2} = 3,6 \text{ m} \quad \dots \text{vzhledně}$$

NÁVRH : TR 60,3 x 4

vypočet MS Excel

$$\lambda = 180$$

$$\bar{\lambda} = 1,92$$

$$\phi = 2,518$$

$$\alpha = 0,241$$

$$N_{b, Rd} = 40,09 \text{ kN}$$

podmínka : $N_{b, Rd} \geq D_{ed}$
 $40,09 \geq 29,56 \text{ [kN]} \quad \dots \text{VYHOVUJE}$

návrh připoj :

Šroubový připoj se 2 šrouby viz. podélne' stěnové ztužidlo

2x M16 5.6

plech t = 10 mm

vypočet viz. předchozí kapitola

posouzení : $2 \cdot F_{v, Rd} \geq D_{ed}$
 $75,4 \geq 29,56 \text{ [kN]} \quad \dots \text{VYHOVUJE}$



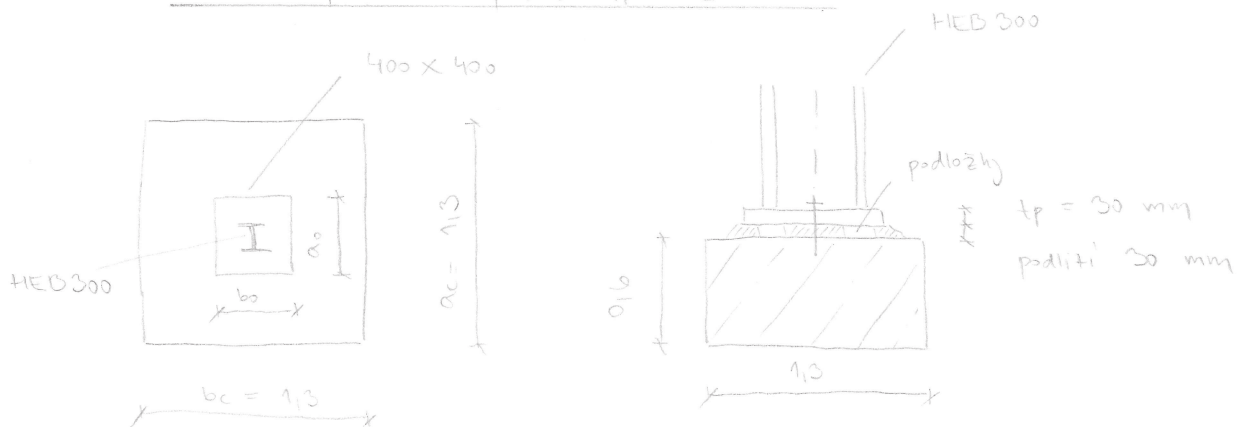
kapitola 5:
PŘÍPOJE A KOTVENÍ



5.1 NÁVRH PŘIPOJENÍ SLOUPU

patka C25/35, $f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
kloubová patka, patní plech S235

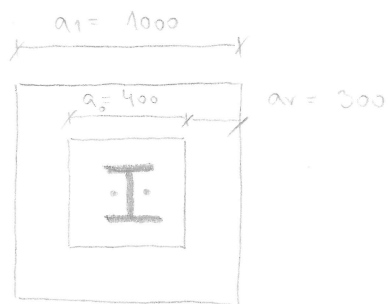
účinná plocha působení zatížení:



$$a_1 = \min(3a_0; a_0 + h; a_c)$$

$$= \min(3 \cdot 400; 400 + 600; 1300) = 1000 \text{ mm}$$

$$a_1 = b_1 = 1000 \text{ mm}$$



součinitel koncentrace napětí k_j
pro účinné rozměry

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{a_0 b_0}} = \sqrt{\frac{1000^2}{400^2}} = \underline{\underline{2,5}}$$

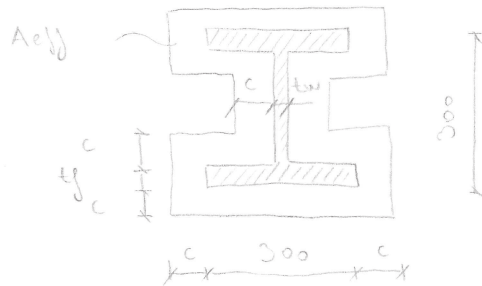
návrhová pevnost betonu

$$f_{dj} = \frac{0,67 \cdot k_j \cdot f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{0,67 \cdot 2,5 \cdot 25}{1,5} = \underline{\underline{27,92 \text{ MPa}}}$$



efektivní šířka patní desky:

$$c = t_f \sqrt{\frac{b_f}{3 \beta_f \cdot \gamma_{M_1}}} = 30 \sqrt{\frac{235}{3 \cdot 27,92 \cdot 1,0}} = \underline{\underline{50,25 \text{ mm}}}$$



$$t_w = 11 \text{ mm}$$

$$t_f = 19 \text{ mm}$$

účinná plocha patního plestu:

$$\begin{aligned} A_{eff} &= (300 + 2 \cdot 50,25) (300 + 2 \cdot 50,25) \\ &\quad - (300 + 2 \cdot 50,25 - 11 - 2 \cdot 50,25) (300 - 2 \cdot 19 - 2 \cdot 50,25) \\ &= \underline{\underline{113\,726,75 \text{ mm}^2}} \end{aligned}$$

návrhová únosnost patky:

$$\begin{aligned} N_{Rd} = A_{eff} \cdot f_d &= 113\,726,75 \cdot 27,92 \cdot 10^{-3} \\ &= \underline{\underline{3175,3 \text{ kN}}} \end{aligned}$$

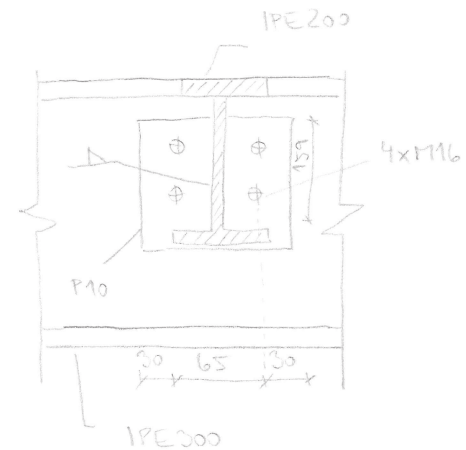
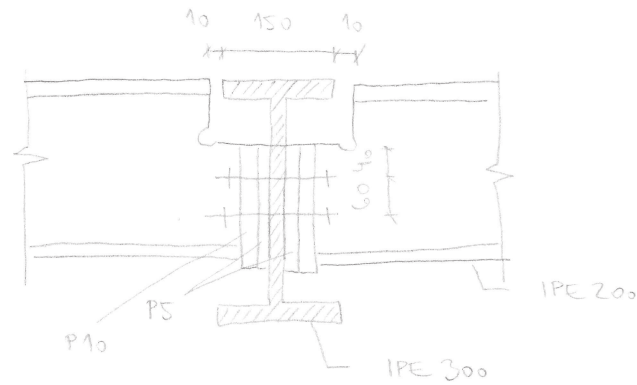
$$N_{Rd} \geq N_{Ed}$$

$$3175 \geq 991,69 \text{ [kN]} \dots \text{ VYHODNĚ}$$



5.2 PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK

stropnice IPE 200
průvlak IPE 300



Reakce z navížené stropnice:

$$R_{ed,1} = 56,35 \text{ kN}$$

Reakce z druhé (kratší, L = 5m) stropnice:

$$R_{ed,2} = 44,73 \text{ kN}$$

návrh: ŠROUBY M16 S.6

únosnost šroubu na stáh:

$$F_{v,rd} = 37,7 \text{ kN} \text{ (jedna stáhová plocha, závit po celé délce šroubu)}$$

únosnost šroubu na otláčení:

$$F_{b,rd} = 116,1 \text{ kN}$$

potřebný počet šroubů:

$$\text{stáh: } \frac{R_{ed}}{F_{v,rd}} = \frac{56,35}{37,7} = 1,5$$

otláčení: rozhoduje stojina průvlaku zajiřena dvěma stropnicemi

$$\frac{R_{ed,1} + R_{ed,2}}{F_{b,rd}} = \frac{56,35 + 44,73}{116,1 \cdot 0,71} = 1,2$$



návrh : 4 šrouby M16 5.6

návrh svaru : koutový 2x a = 3mm

délka $L_{we} = 159$ mm (uvažujeme pouze svar na stojně)

návrhová pevnost :

$$f_{ywd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M2}} = \frac{490}{\sqrt{3} \cdot 1,25} = 251,5 \text{ MPa}$$

únosnost svaru :

$$F_{w,rd} = 2a L_{we} f_{ywd} \\ = 2 \cdot 3 \cdot 159 \cdot 251,5 \cdot 10^{-3} = \underline{239,9 \text{ kN} > R_{Ed}}$$

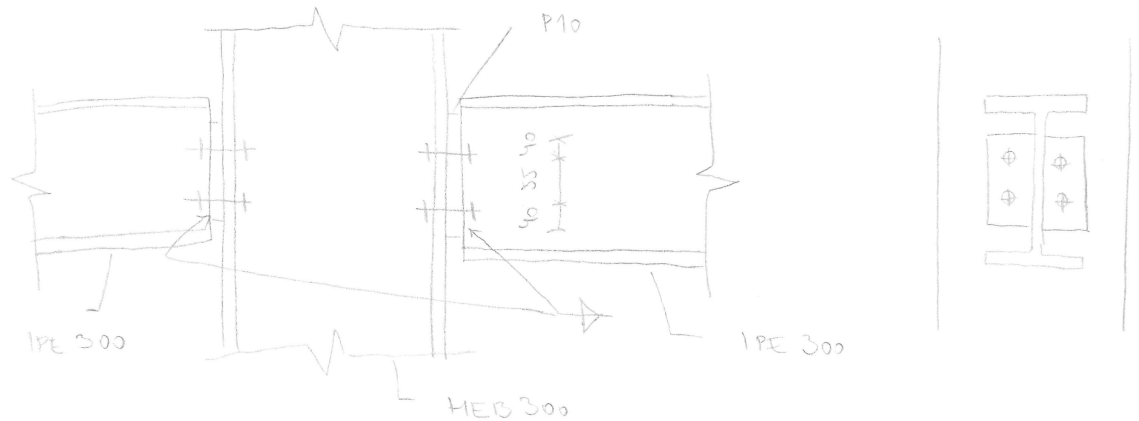
smýš. únosnost oslabeného průřezu stojnice :

$$A_{v2} = t_w \cdot L_{we} = 5,6 \cdot 159 = 890,4 \text{ mm}^2$$

$$V_{pl,rd} = A_{v2} \cdot f_{yd} / \sqrt{3} \\ = 890,4 \cdot 355 / \sqrt{3} \cdot 10^{-3} = \underline{182,5 \text{ kN} > R_{Ed}}$$



5.3 PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP



Reakce průvlaku :

$$R_{ed} = 56,35 + 44,73 + 0,49 \cdot 1,05 \cdot 6,0/2 = 103,2 \text{ kN}$$

vl. křídla kN/m

návrh : 3 vlnky M16 S.6

únosnost šroubu na stěh
ún. šroubu na okrajení

$$F_{t, Rd} = 37,7 \text{ kN}$$

$$F_{b, Rd} = 116,1 \text{ kN}$$

potřebné šrouby :

$$\text{stěh} \quad \frac{R_{ed}}{F_{t, Rd}} = \frac{103,2}{37,7} = 2,74$$

okrajení : větší deska zl. 10 mm zajištěna
jedním průvlakem ... rozhodující

$$\frac{R_{ed}}{F_{b, Rd}} = \frac{103,2}{116,1} = 0,89$$

návrh : 4 šrouby M16 S.6



návrh svaru : koutový svar $2 \times a = 3 \text{ mm}$,
 $L_{we} = 135 \text{ mm}$

návrh pevnost :

$$f_{v,wd} = \frac{f_u}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}} = \frac{470}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,25} = 251,5 \text{ MPa}$$

únosnost svaru :

$$F_{w,Rd} = 2a L_{we} f_{v,wd} \\ = 2 \cdot 3 \cdot 135 \cdot 251,5 \cdot 10^3 = 203,7 \text{ kN}$$

$$F_{w,Rd} > R_{Ed} = 103,2 \text{ [kN]}$$

... navržený připej vyhoví



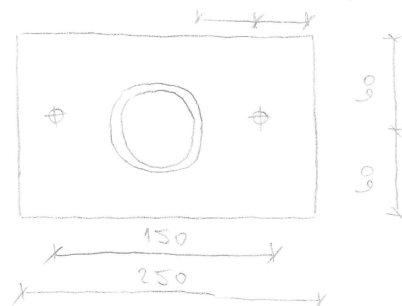
5.4 NÁVRH MONTÁŽNÍHO STYKU VAZNÍKU

5.4.1 HORNÍ PÁŠ

horní páš = TR 70 x 4
 $N_{max} = - 104 \text{ kN}$ (tlak)
 $N_{max} = 26,01 \text{ kN}$ (tah)

návrh: 2x 116 5.6

$b = 40$ $a = 50$



$$F_{t,rd} = A \cdot f_y = 157 \cdot 300 \cdot 10^{-3} = 47,1 \text{ kN}$$

$$f_u = 500 \text{ MPa}$$

$$f_y = 500 \cdot 0,6 = 300 \text{ MPa}$$

nejmenší kloušička desky, při které nedojde k přetnutí:

$$t_e = 4,3 \left(b \cdot d^2 / a \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$= 4,3 \left(40 \cdot 16^2 / 50 \right)^{\frac{1}{3}} = 25,3 \text{ mm}$$

souč. zvětšující působící sílu vlivem přetížení:

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t_0^3}{d^2}$$

$$= 1 + 0,005 \frac{25,3^3 - 20^3}{16^2} = 1,16$$

$$\gamma_p \cdot N_{t,rd} < 2 F_{t,rd}$$

$$1,16 \cdot 26,01 < 2 \cdot 47,1$$

$$[kN] \underline{30,2 < 94,2 \dots \text{ VÝHODNĚ}}$$

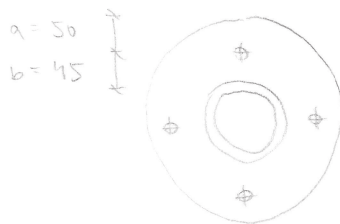


5.4.2 DOLNÍ PÁS - stýk s rovnými deskami

$$N_{max} = 69,08 \text{ (tah)}$$

$$\text{dolní pás} = TR 102 \times 4$$

návrh : 4x M16 S.6



$$F_{t,rd} = A \cdot f_d = 157 \cdot 300 \cdot 10^{-3} = 47,1 \text{ kN}$$

$$f_u = 500 \text{ MPa}$$

$$f_d = 500 \cdot 0,6 = 300 \text{ MPa}$$

$$t_e = 4,3 (bd^2/a)^{1/3} = 4,3 (45 \cdot 16^2 / 50)^{1/3} = 26,4 \text{ mm}$$

$$\gamma_p = 1 + 0,005 \frac{t_e^3 - t^3}{d^2} = 1 + 0,005 \frac{26,4^3 - 20^3}{16^2} = 1,2$$

$$\gamma_p \cdot N_{max} \leq 4 \cdot F_{t,rd}$$

$$1,2 \cdot 69,08 \leq 4 \cdot 47,1$$

$$82,9 \leq 188,4 \text{ [kN]} \dots \text{vyhovuje}$$

6 ZDROJE

- [1] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [2] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [3] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem
- [4] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [5] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků
- [6] SOKOL, Zdeněk a František WALD. *Ocelové konstrukce: tabulky*. 2., přeprac. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2010. ISBN 978-80-01-04655-5.
- [7] STUDNIČKA, Jiří. *Ocelobetonové spřažené konstrukce*. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04298-4.
- [8] ELIÁŠOVÁ, Martina a Zdeněk SOKOL. *Ocelové konstrukce 1: příklady*. 3. vyd. V Praze: České vysoké učení technické, 2013. ISBN 978-80-01-05214-3.
- [9] JANDERA, Michal, Martina ELIÁŠOVÁ a Tomáš VRANÝ. *Ocelové konstrukce 01 - Cvičení*. 3. upravené vydání. Praha, 2015.
- [10] WATTS, Andrew. *Modern construction handbook*. Third edition. Vienna, Austria: Ambra/V, [2013]. ISBN 978-3-99043-454-3.
- [11] *Schuco* [online]. [cit. 2019-01-06]. Dostupné z: <https://www.schueco.com/web2/cz>

Použitý software:

- [12] AutoCAD 2017
- [13] SCIA Engineer 18.1
- [14] Microsoft Office Excel 2016
- [15] Microsoft Office Word 2016

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Multifunkční kulturní centrum v Trutnově
Multipurpose cultural centre in Trutnov

VÝKRESOVÁ DOKUMENTACE

Diplomová práce
2019



Bc. Kateřina Outratová

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb


Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.

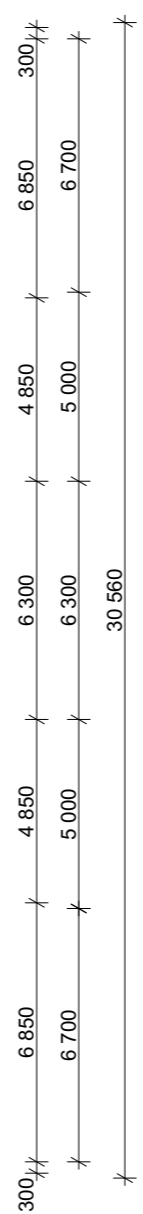
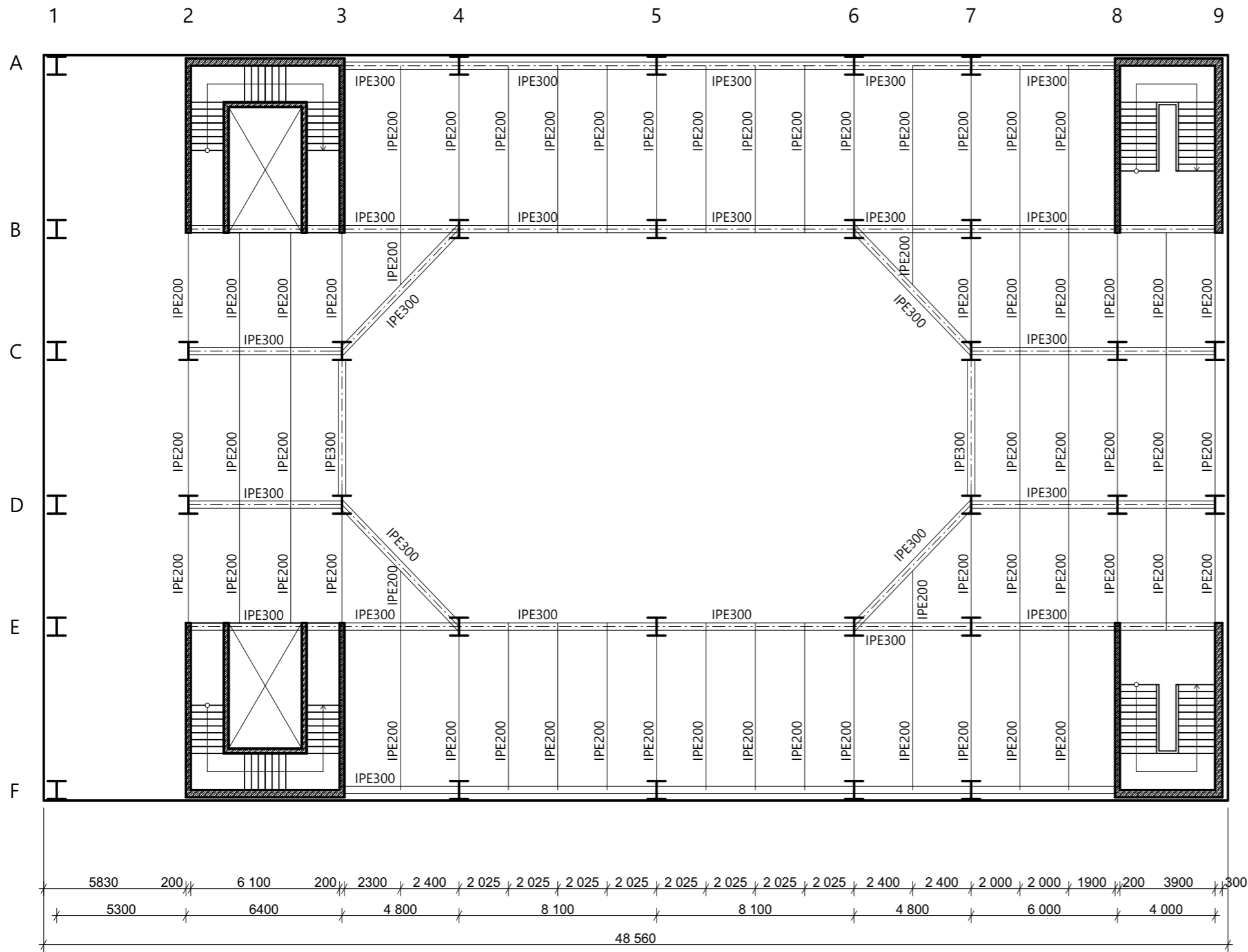
Obsah:

Výkres č. 1: Dispozice 1.PP	1:200
Výkres č. 2: Dispozice 1.NP	1:200
Výkres č. 3: Dispozice 2.PP	1:200
Výkres č. 4: Dispozice 4.NP	1:200
Výkres č. 5: Řez A-A	1:200
Výkres č. 6: Pohled C	1:200
Výkres č. 7: Řez B-B, Pohled D	1:200
Výkres č. 8: Detaily	1:10




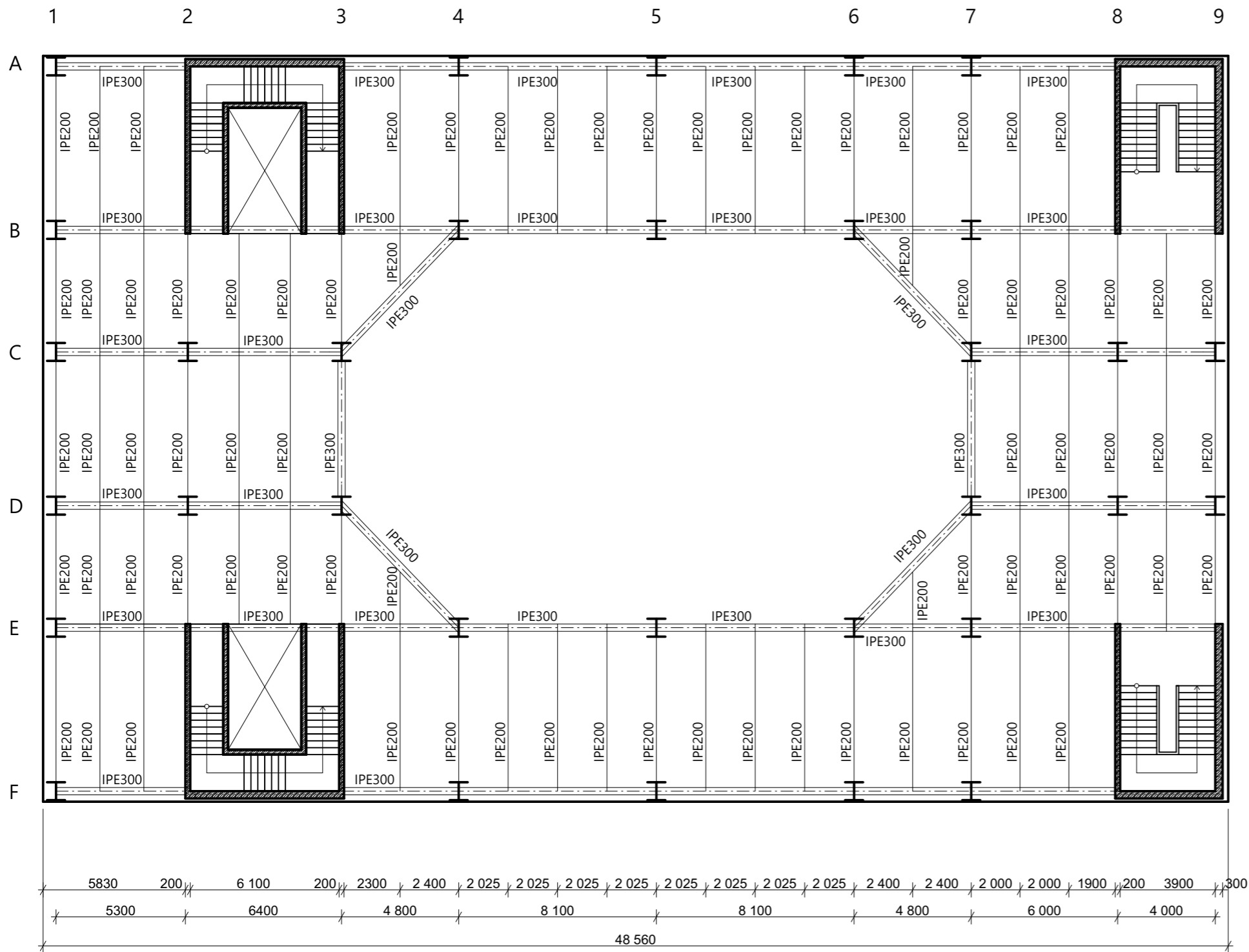
OCEL S235
 BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	MĚŘÍTKO
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:200
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
DISPOZICE 1.PP		1



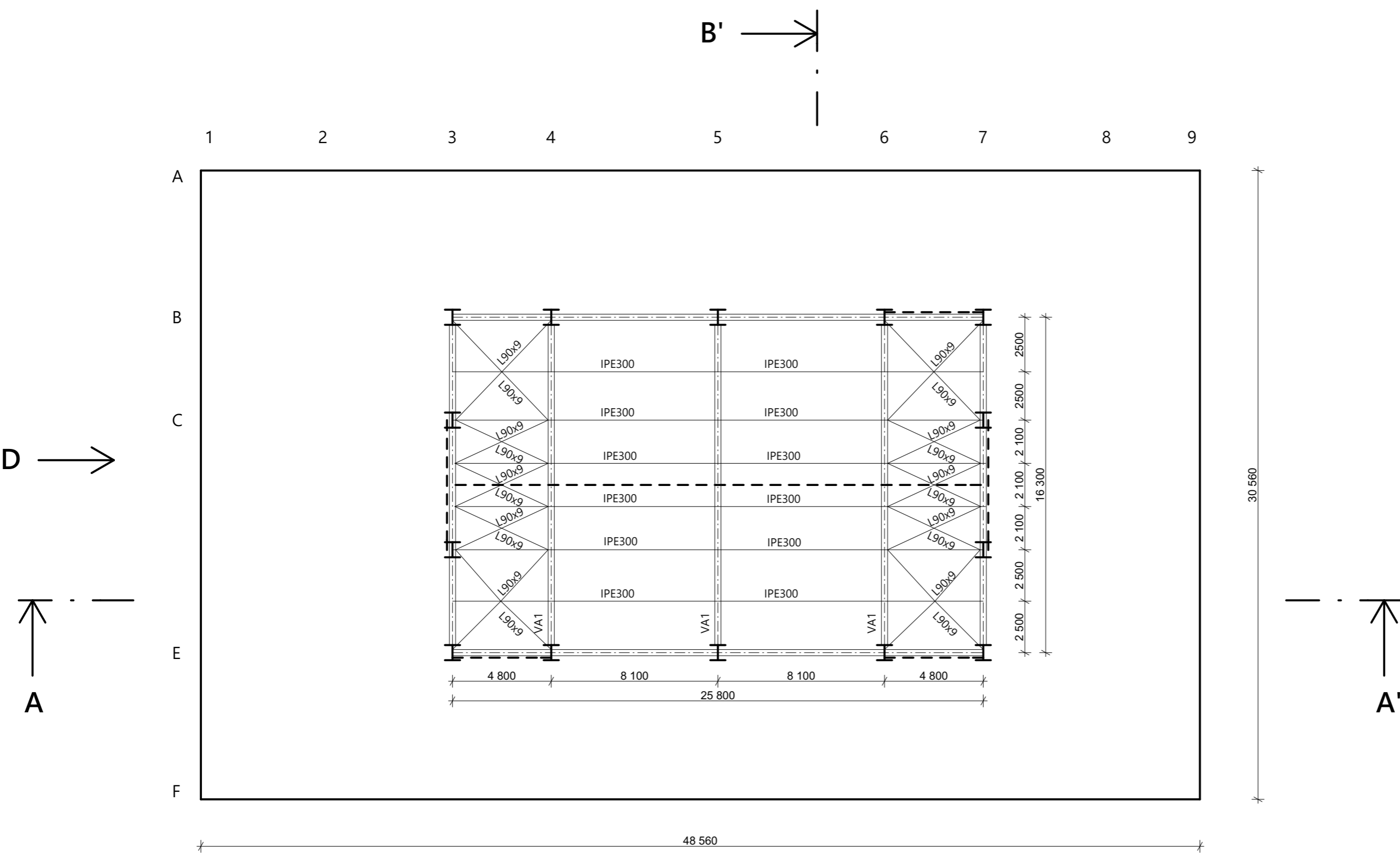
OCEL S235
 BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	MĚŘÍTKO
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:200
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
DISPOZICE 1.NP		2



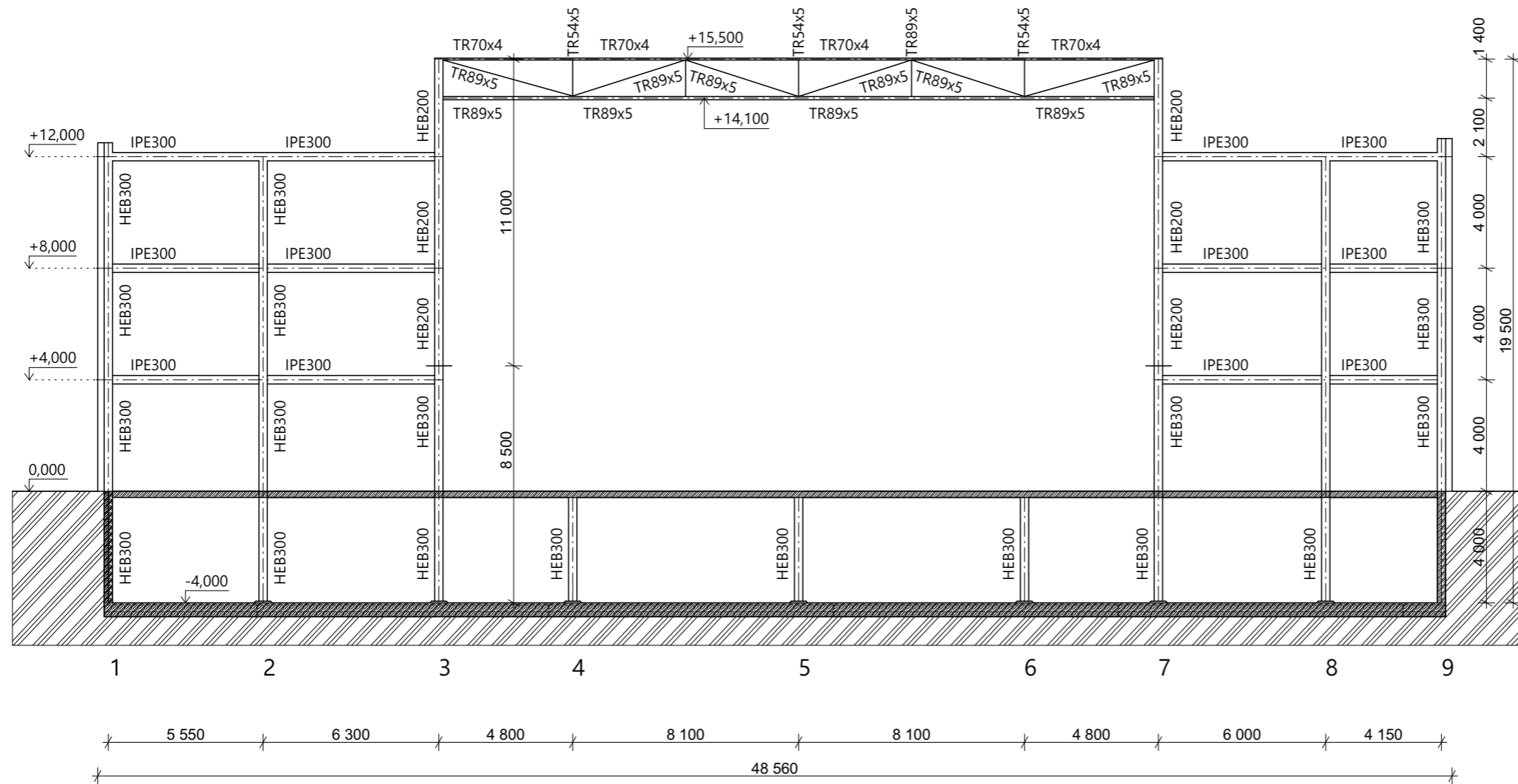
OCEL S235
 BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	MĚŘÍTKO
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	1:200
DISPOZICE 2.NP		3




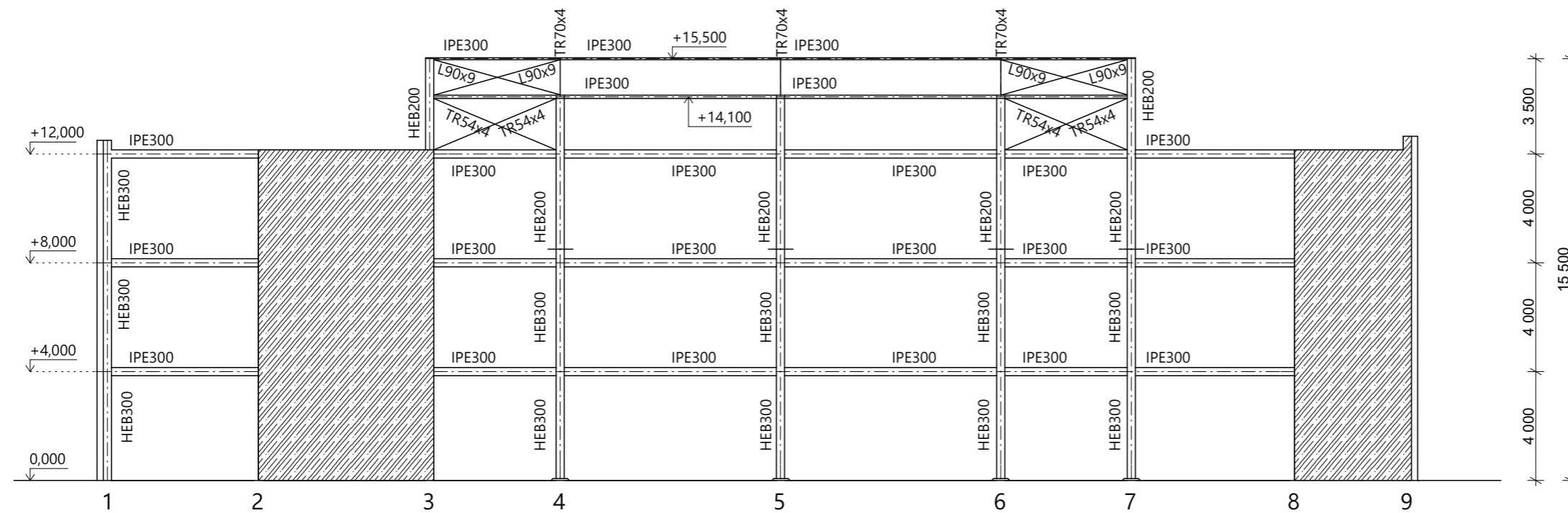
OCEL S235
 BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	MĚŘÍTKO
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	1:200
DISPOZICE 4.NP		4




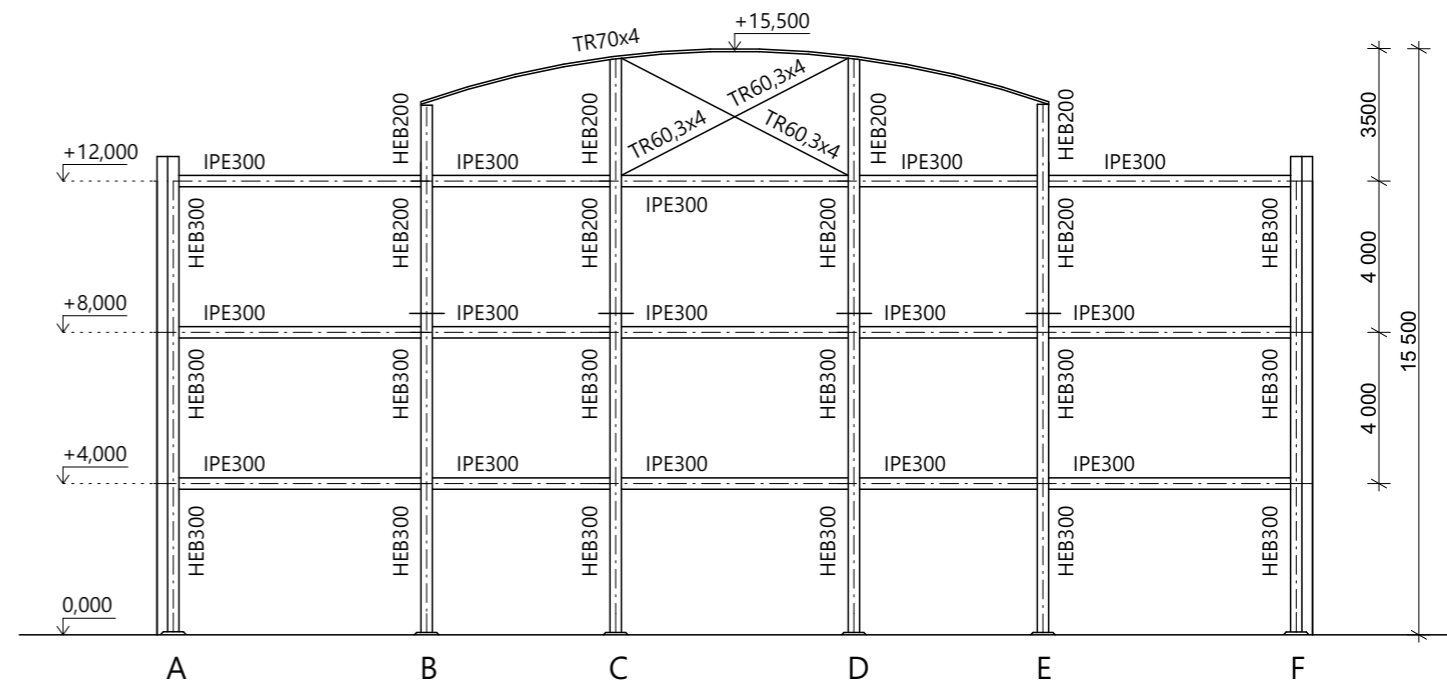
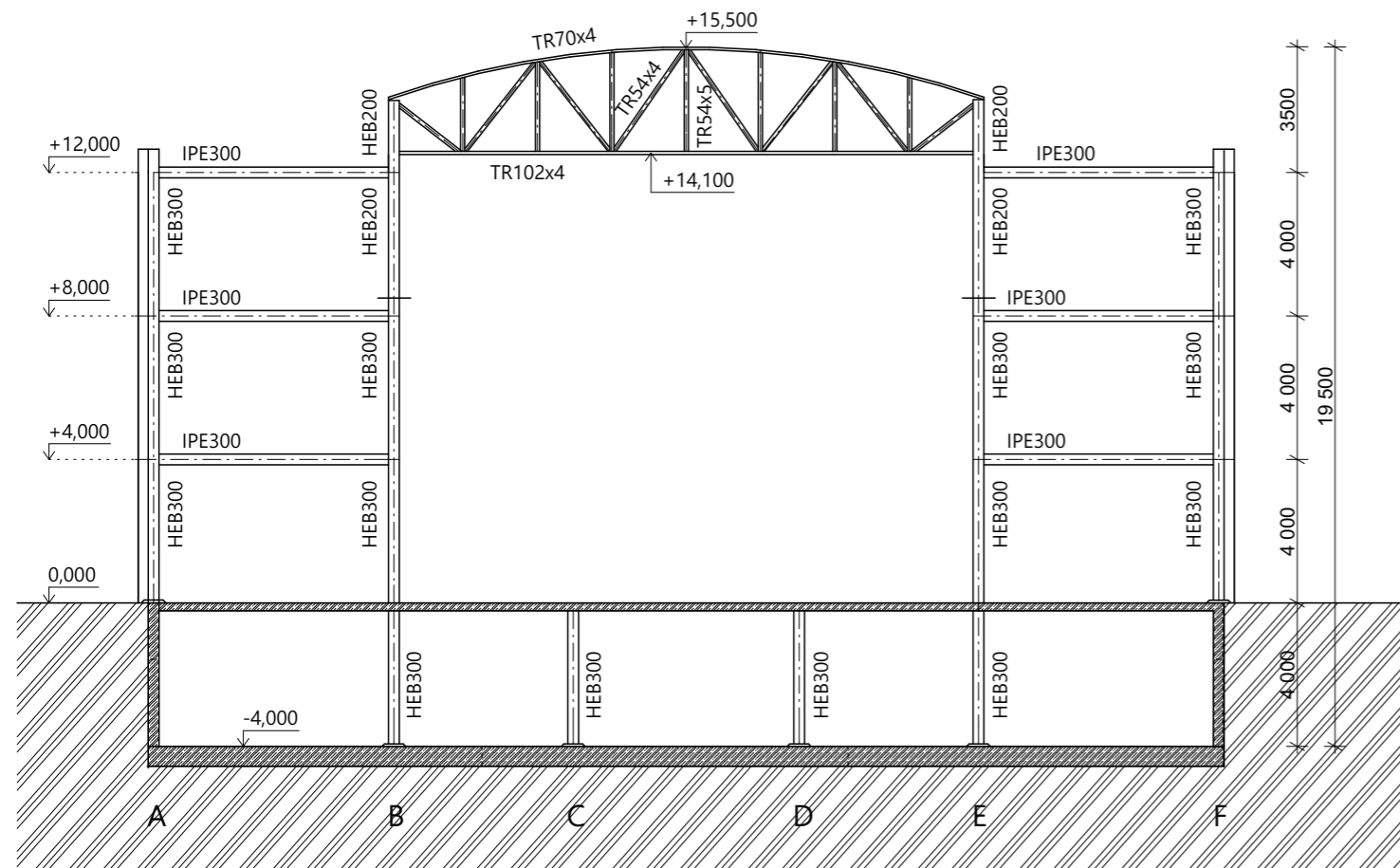
OCEL S235
 BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	MĚŘÍTKO
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:200
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
ŘEZ A - A'		5



OCEL S235
 BETON C25/30

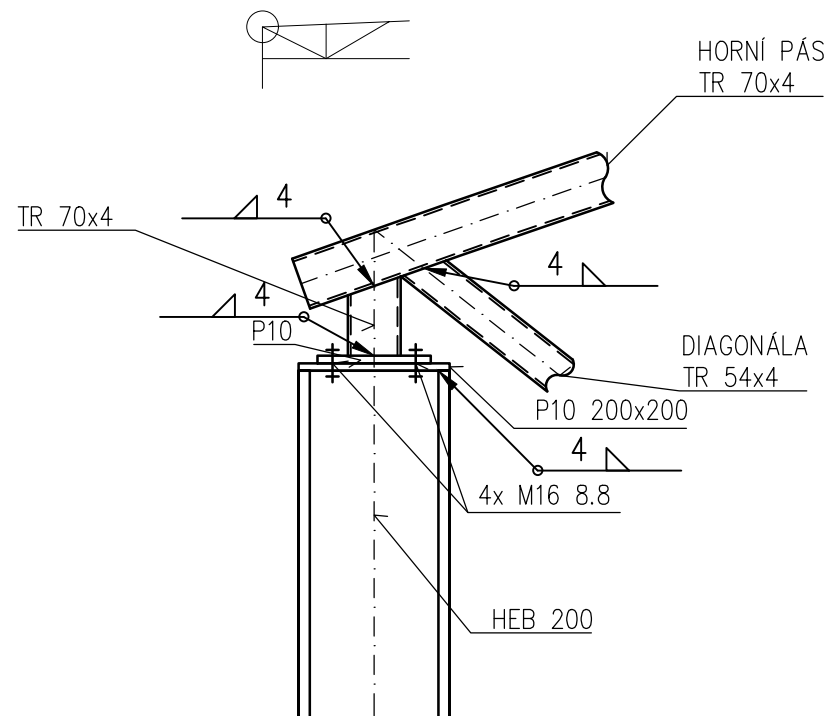
OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	MĚŘÍTKO
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	1:200
POHLED C		6



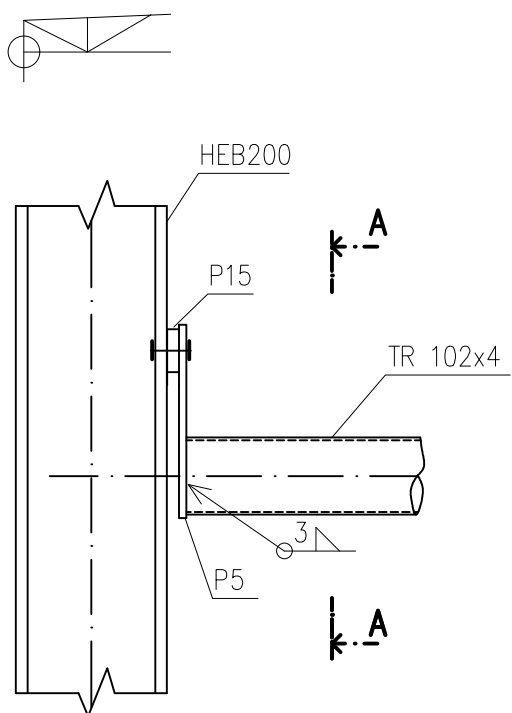
OCEL S235
BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČJÍCÍ	MĚŘÍTKO
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:200
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
ŘEZ B - B', POHLED D		7

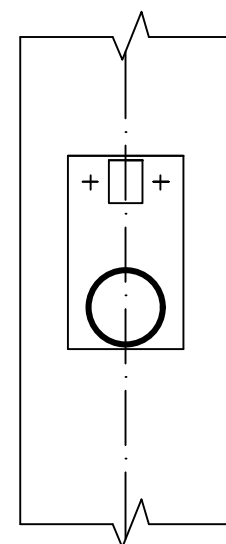
D1: ULOŽENÍ VAZNÍKU NA SLOUP



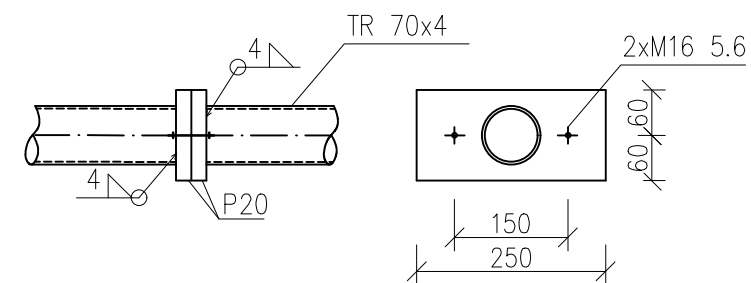
D2: ULOŽENÍ VAZNÍKU NA SLOUP
DOLNÍ PÁS



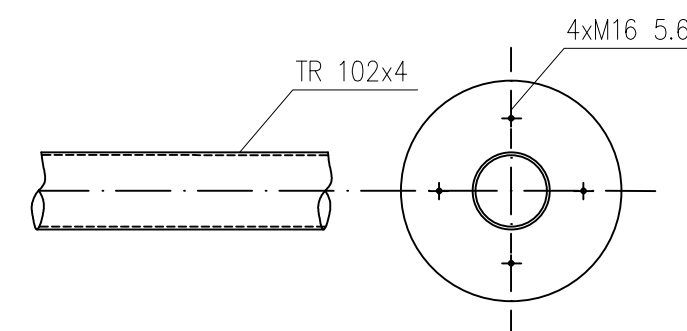
ŘEZ A-A:



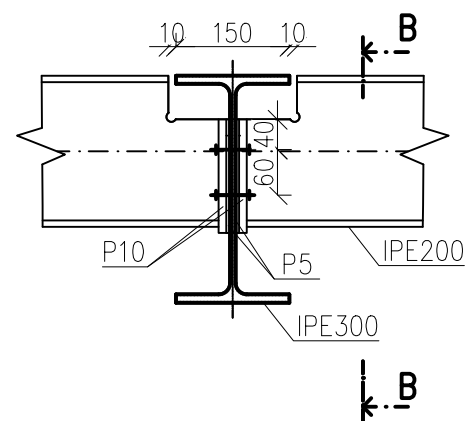
D3: MONTÁŽNÍ STYK HORNÍHO PÁSU VAZNÍKU



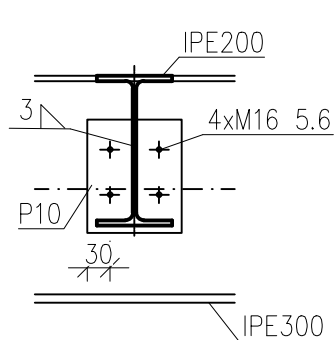
D4: MONTÁŽNÍ STYK DOLNÍHO PÁSU VAZNÍKU



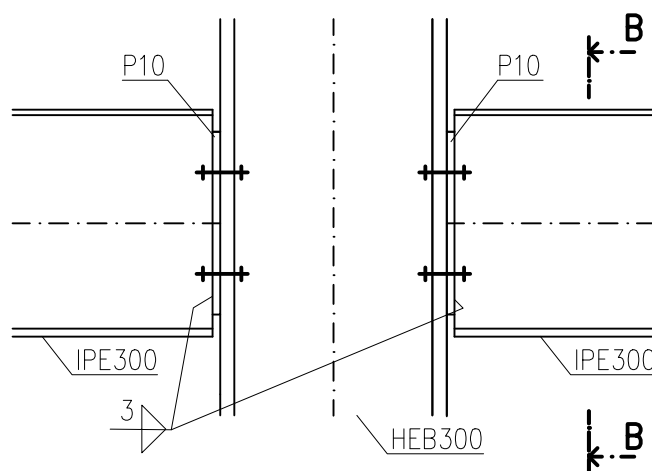
D5: PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK



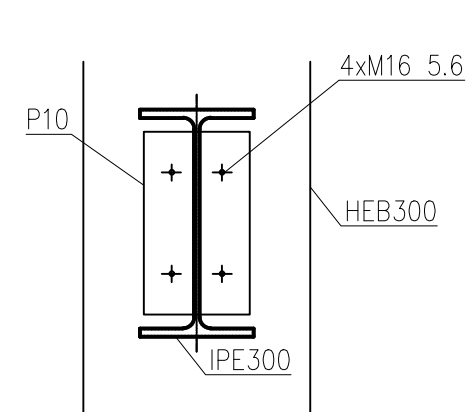
ŘEZ B-B:



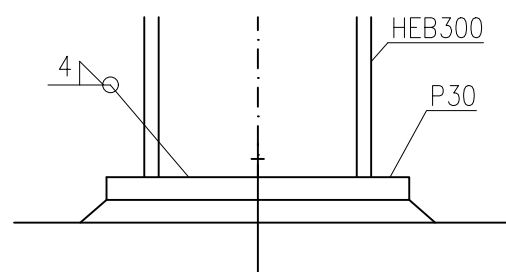
D6: PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP



ŘEZ B-B:



D7: PATKA BĚŽNÉHO SLOUPU



OCEL S235

Výškový systém Bpv

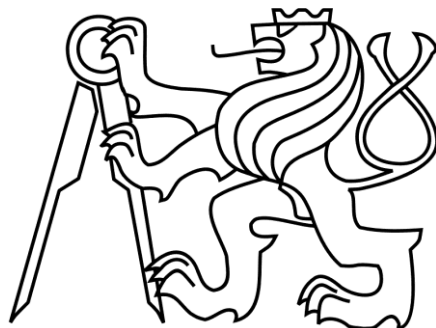
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ		
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.		
PŘEDMĚT :		Diplomová práce	
VÝKRES:		DETAILY	
		MĚŘÍTKO:	1:10
		Č. VÝKRESU:	8

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Multifunkční kulturní centrum v Trutnově
Multipurpose cultural centre in Trutnov

Část: KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB

Diplomová práce
2019



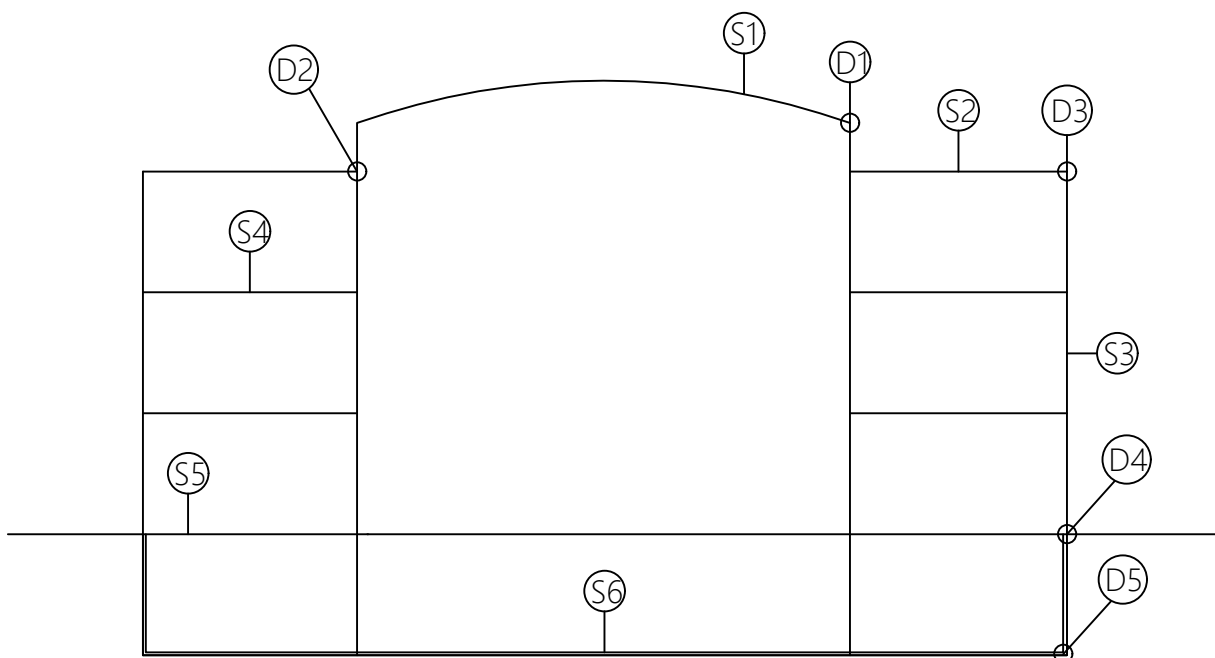
Bc. Kateřina Outratová

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.
Konzultace KP části: Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.



Umístění navrhovaných skladeb a detailů:



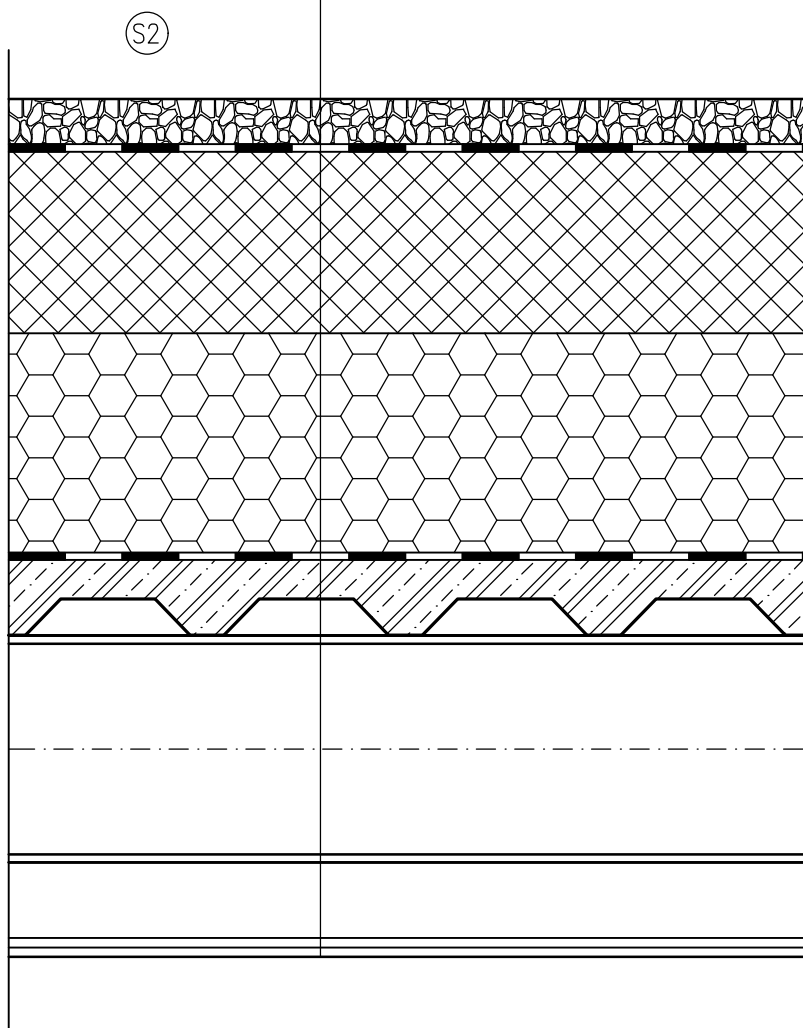
Skladby:

- S1 - prosklená střecha
- S2 - nepochozí plochá střecha
- S3 - skleněná fasáda
- S4 - těžká plovoucí podlaha
- S5 - strop nad suterénem
- S6 - podlaha podzemního podlaží

Skladby S1 a S3 navrženy dle příslušných katalogových listů firmy Schuco.

S2 – NEPOCHOZÍ PLOCHÁ STŘECHA

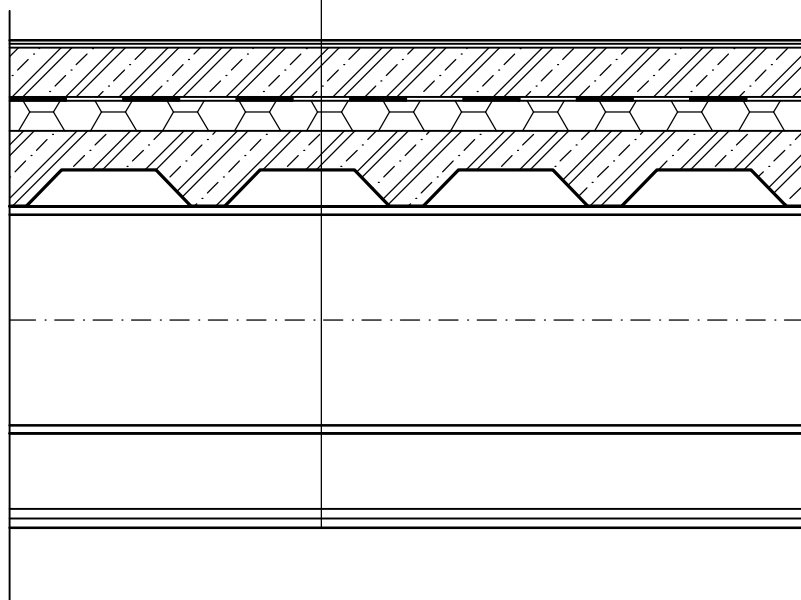
—	KAČÍREK	— 60 mm
—	OCHRANNÁ GEOTEXTÍLIE	— 1,5 mm
—	HYDROIZOLACE SIKAPLAN 5	— 0,5 mm
—	OCHRANNÁ GEOTEXTÍLIE	— 1,5 mm
—	EPS ISOVER 70Z	— 250 mm
—	SPÁDOVÁ IZOLACE ISOVER SD	— 50–300 mm
—	OCHRANNÁ GEOTEXTÍLIE	— 1,5 mm
—	PAROZAB. SARNAVAP 4000	— 0,2 mm
—	OCHRANNÁ GEOTEXTÍLIE	— 1,5 mm
—	ŽB DESKA	— 50 mm
—	TRAP. PLECH TR50/262,5	— 50 mm
—	PRŮVLAK IPE200/IPE300	— 200/300 mm
—	SDK PODHLED	— 100 mm



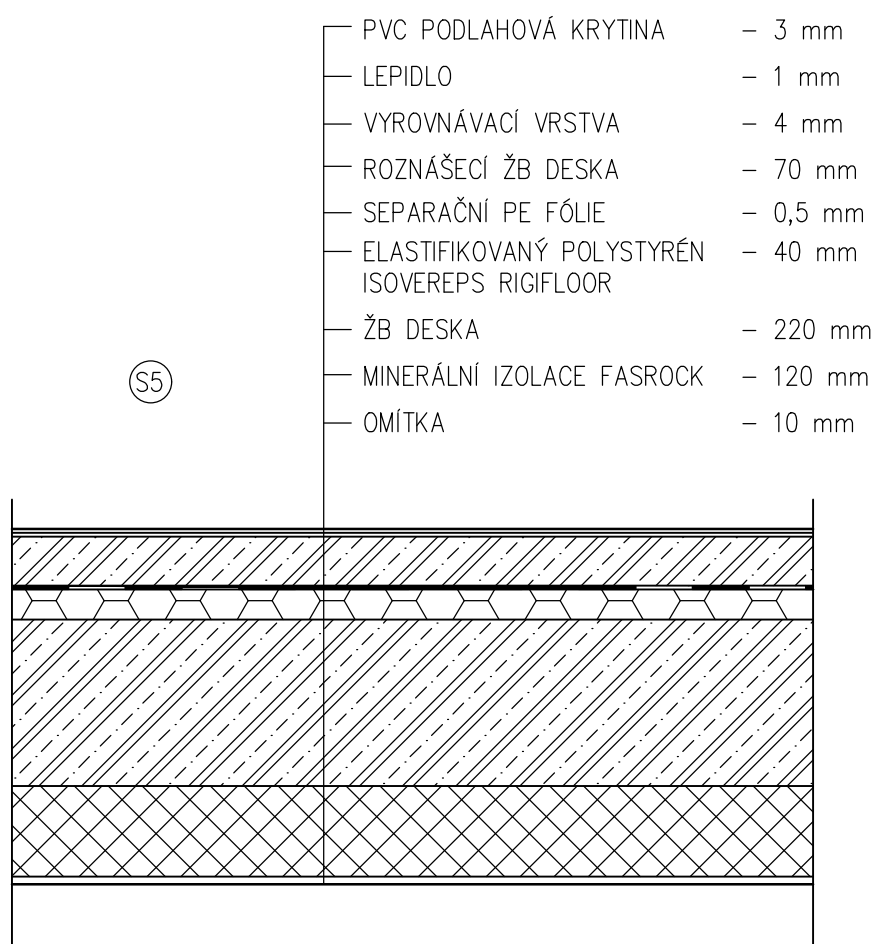
S4 – TĚŽKÁ PLOVOUCÍ PODLAHA

(S4)

— PVC PODLAHOVÁ KRYTINA	— 3 mm
— LEPIDLO	— 1 mm
— VYROVNÁVACÍ VRSTVA	— 4 mm
— ROZNÁŠECÍ ŽB DESKA	— 70 mm
— SEPARAČNÍ PE FÓLIE	— 0,5 mm
— ELASTIFIKOVANÝ POLYSTYRÉN ISOVEREPS RIGIFLOOR	— 40 mm
— ŽB DESKA	— 50 mm
— TRAP. PLECH TR50/262,5	— 50 mm
— PRŮVLAK IPE200/IPE300	— 200/300 mm
— SDK PODHLED	— 100 mm



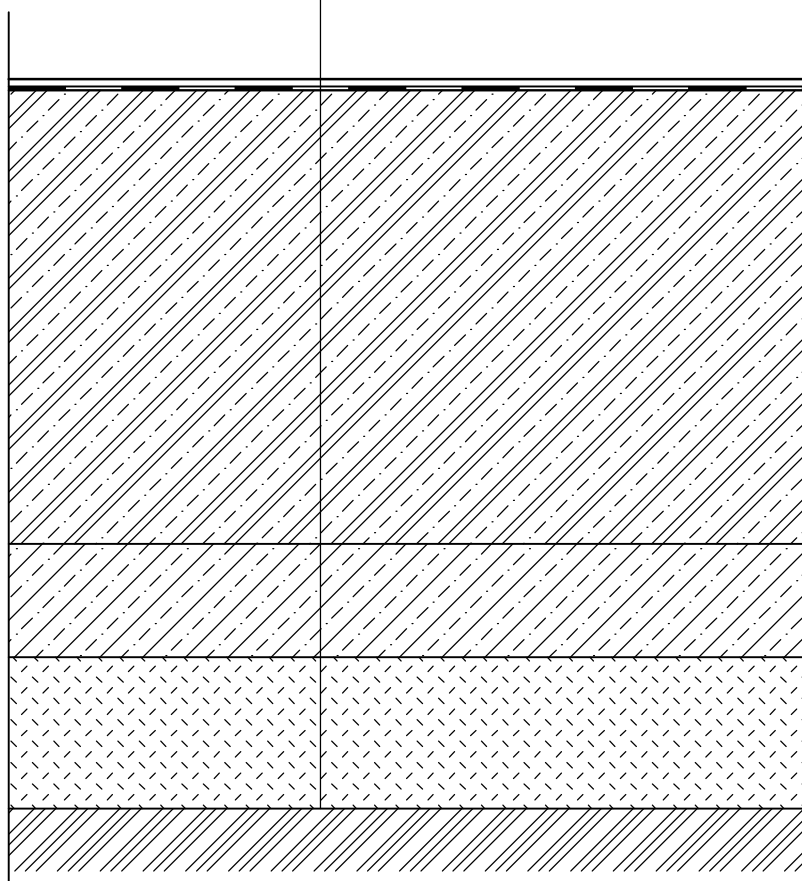
S5 – STROP NAD SUTERÉNEM

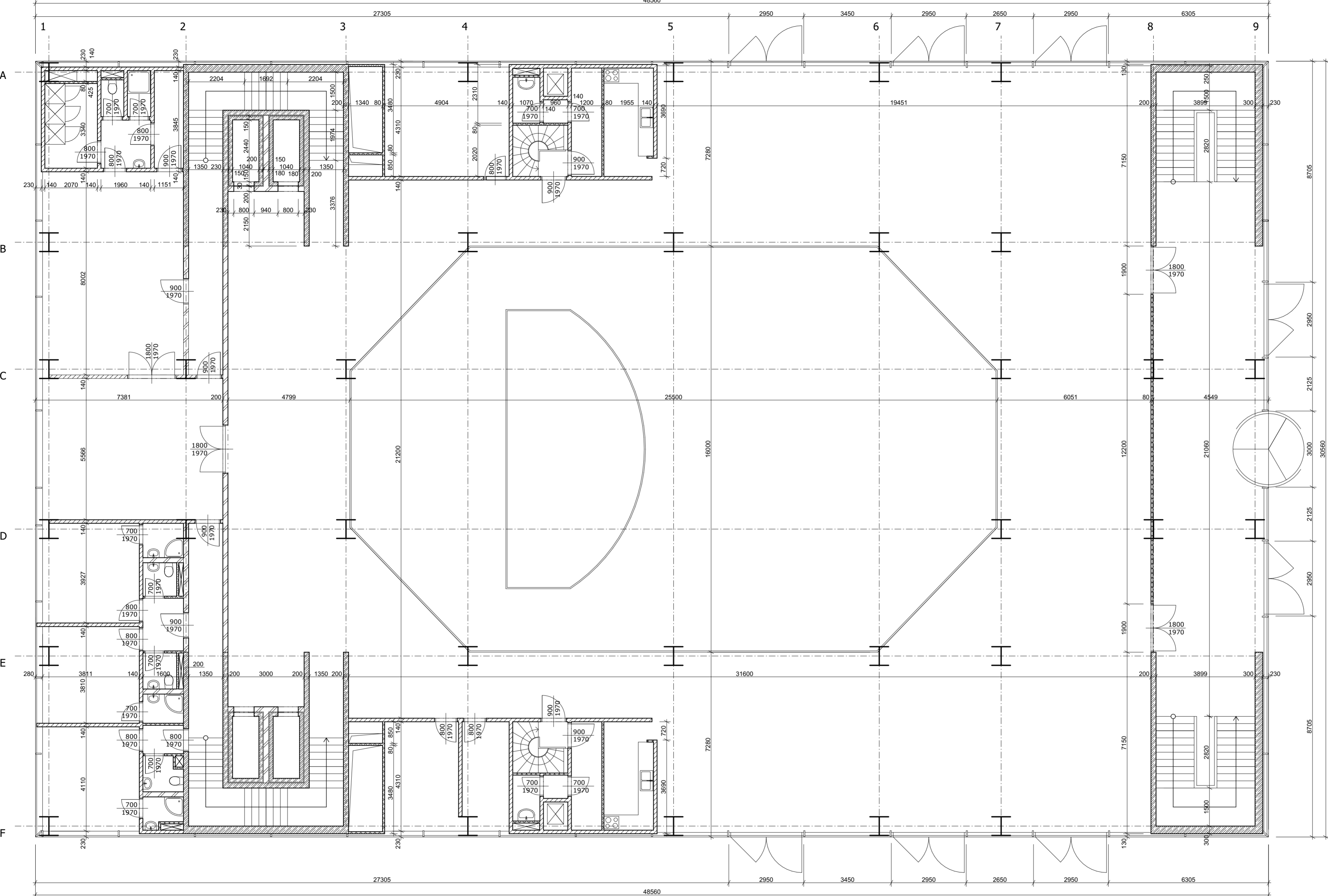


S6 – PODLAHA PODZEMNÍHO PODLAŽÍ

(S6)

— EPOXIDOVÝ NÁTĚR	— 10 mm
— SEPARAČNÍ PE FÓLIE	— 0,5 mm
— VODONEPROUSTNNÝ BETON	— 600 mm
— BETON C12/15	— 150 mm
— ZHUTNĚNÝ ŠTĚRKOVÝ NÁSYP	— 200 mm
— ROSTLÁ ZEMINA	

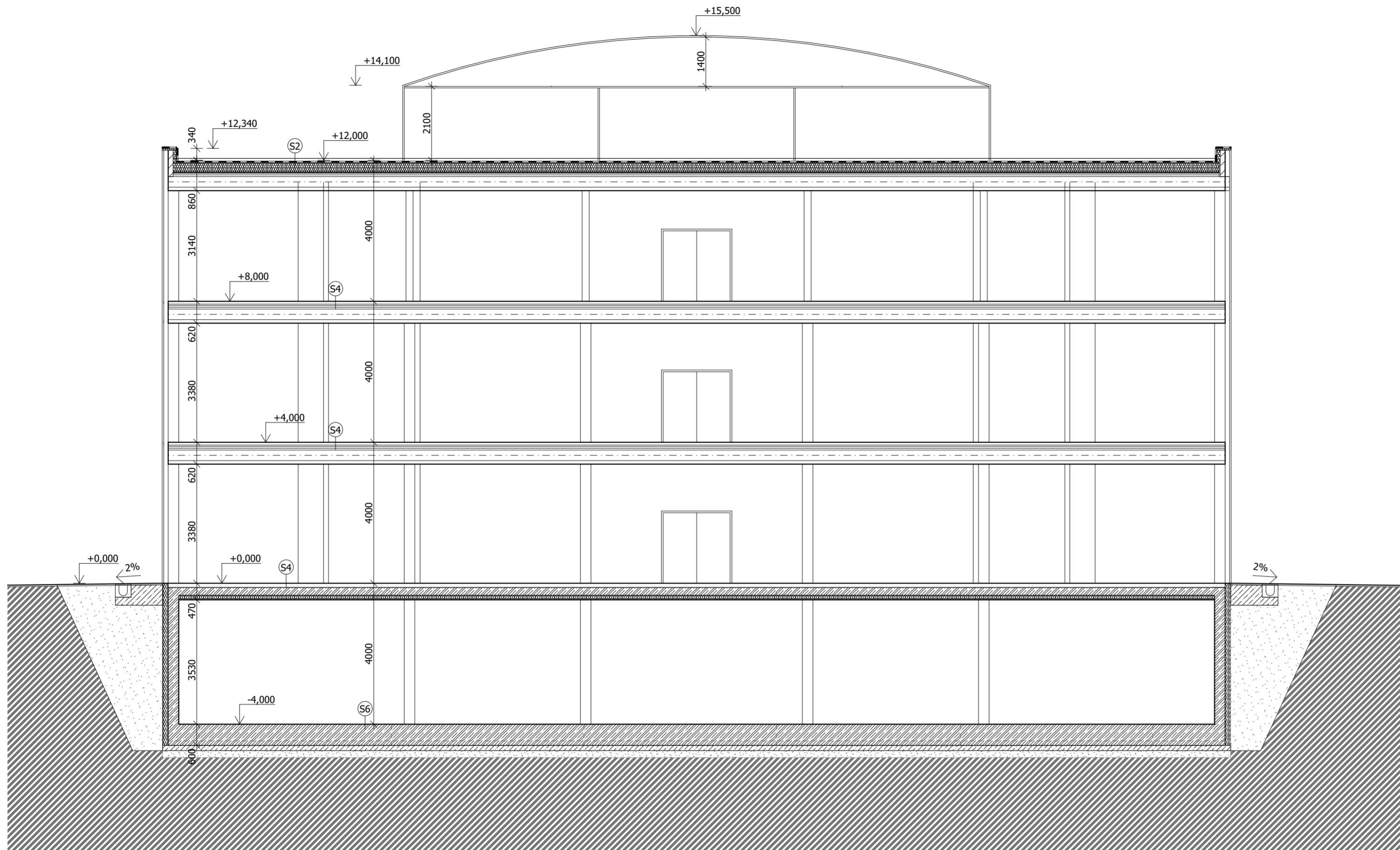





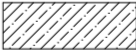
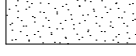
LEGENDA MATERIÁLŮ


- ŽELEZOBETON
- ZDIVO HELUZ 20
- ZDIVO HELUZ 14
- ZDIVO HELUZ 8

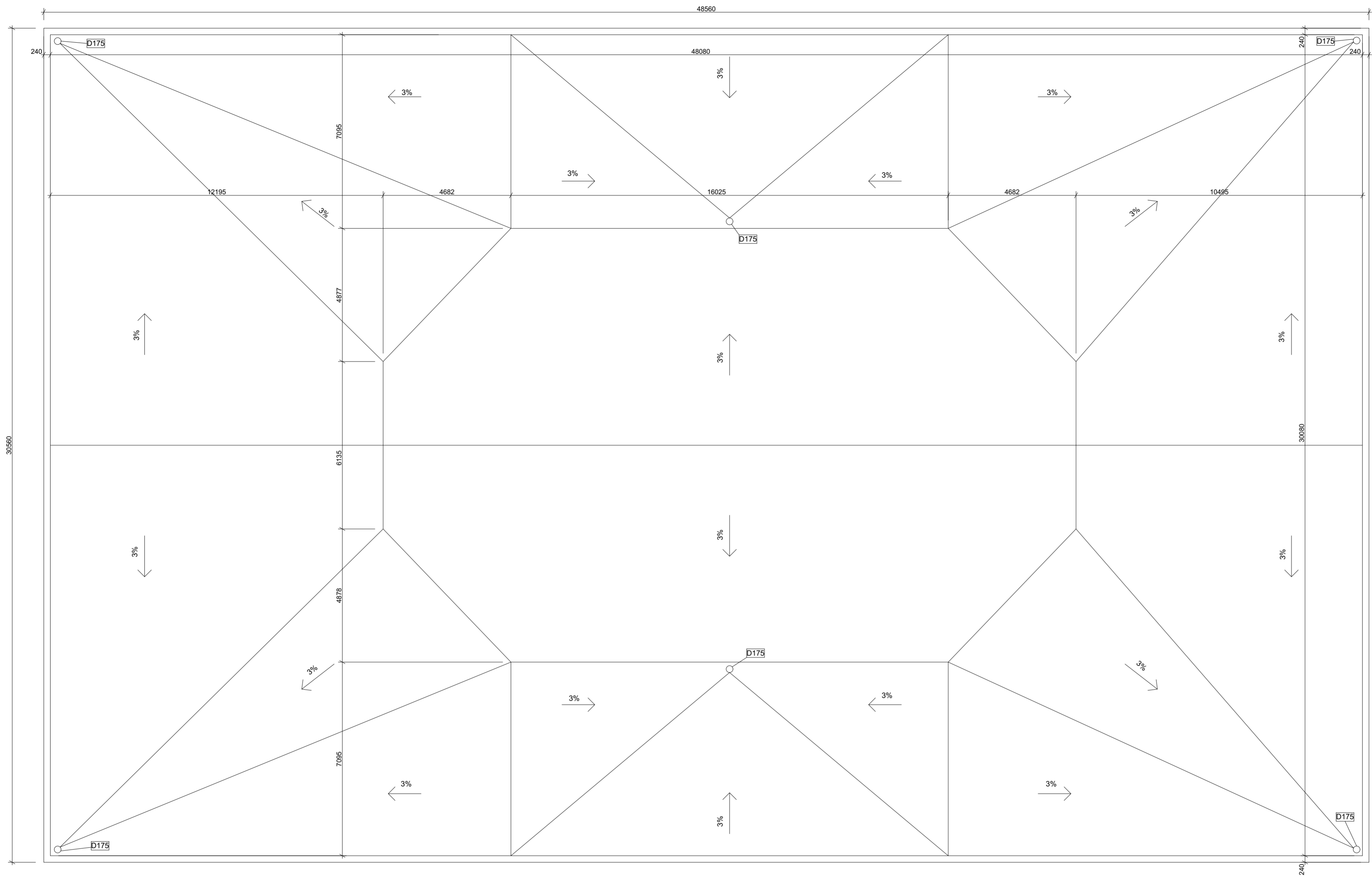
OBOR SI-C	KATEDRA K134	
ROČNÍK 2.	VYUČUJÍCÍ doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT Diplomová práce	VYPRACOVALA Bc. Kateřina Outratová	MĚŘITKO 1:100
PŮDORYS 1.NP		1



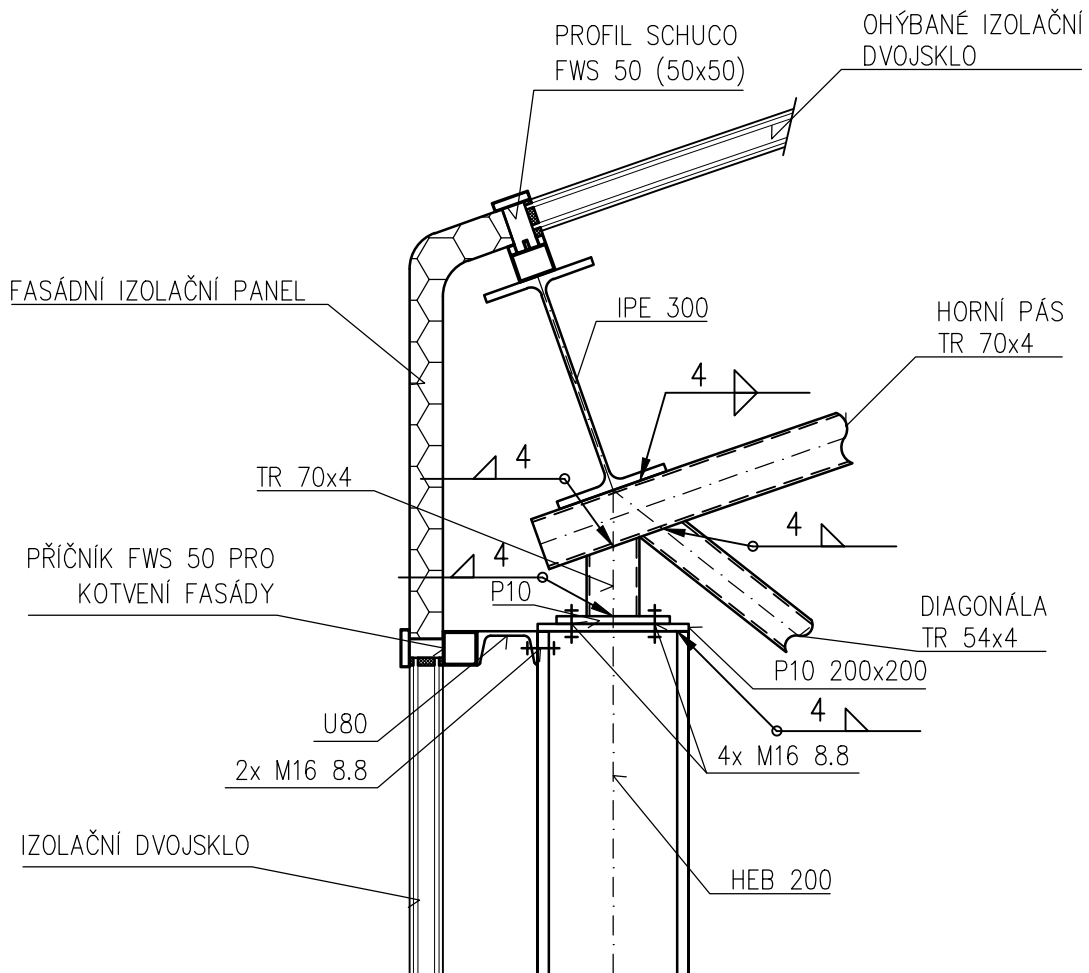
LEGENDA MATERIÁLŮ

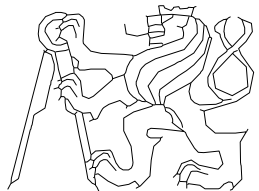
-  Zdivo HELUZ 14
-  Beton prostý 20/25
-  Drcené kamenivo, fr.4-8mm

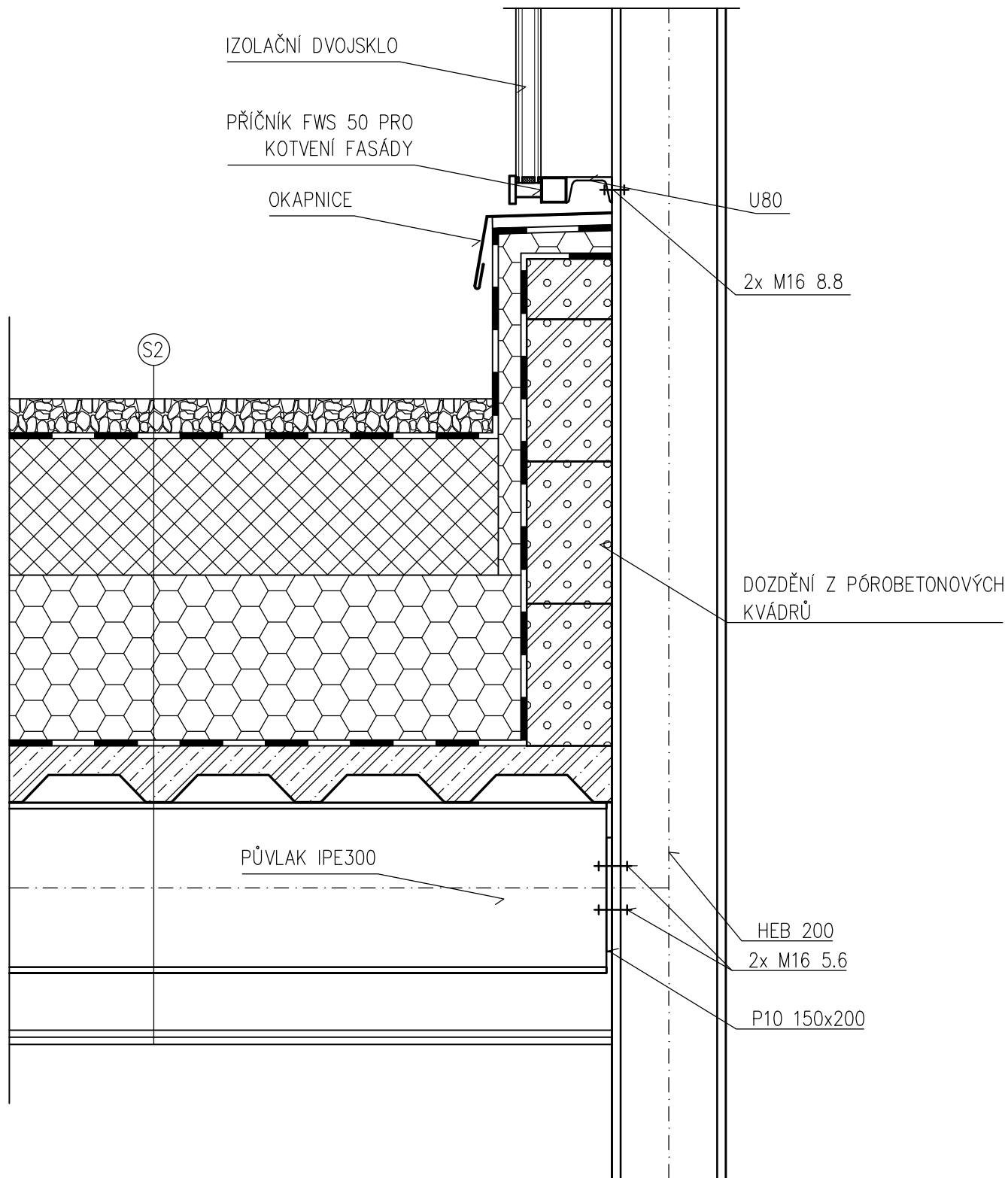
OBOR	KATEDRA	
ŠI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	MĚŘÍTKO
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	1:100
ŘEZ		2

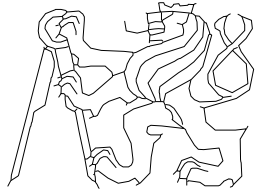


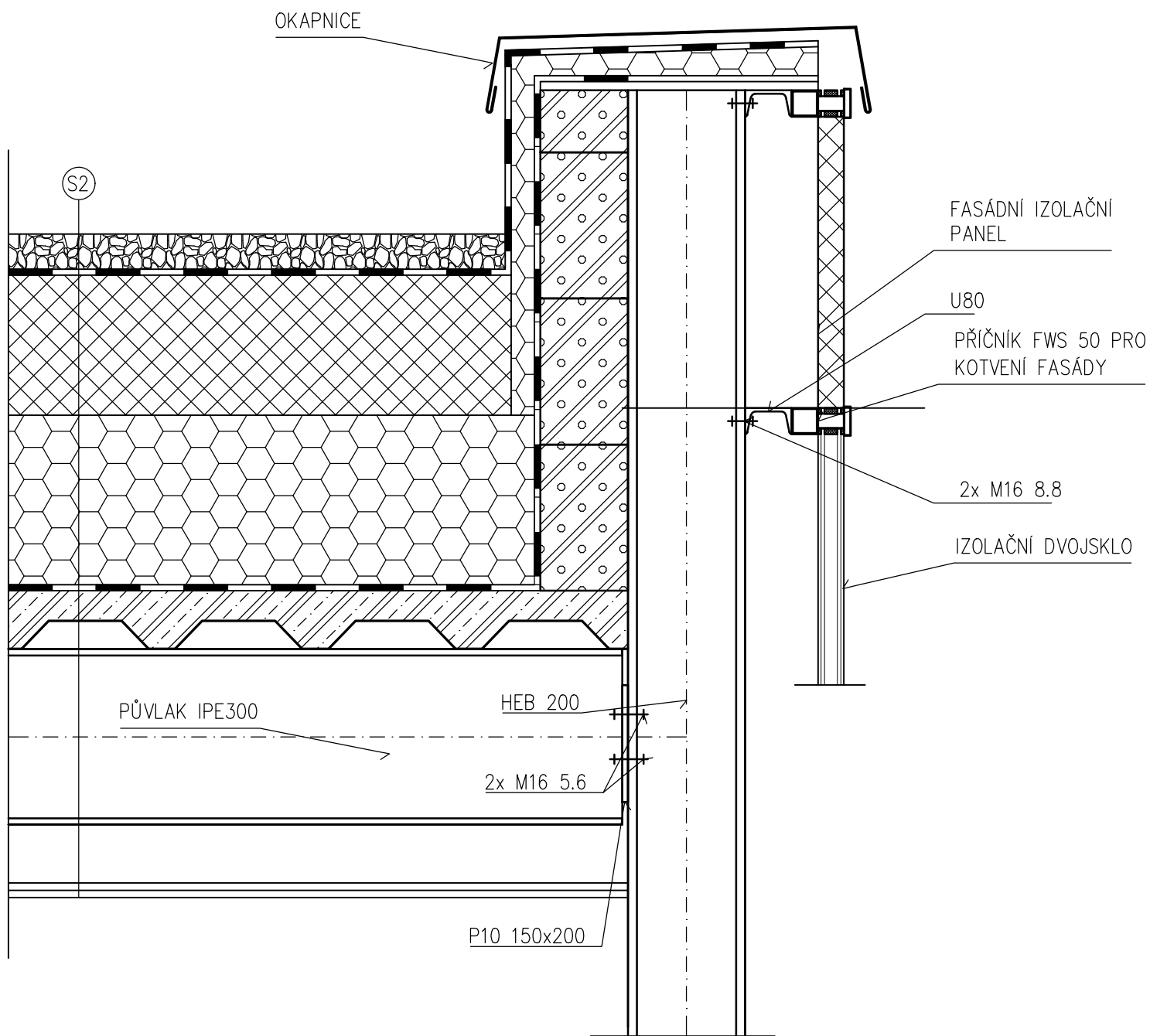
OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	MĚŘÍTKO
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	1:100
Odvodnění střechy		3



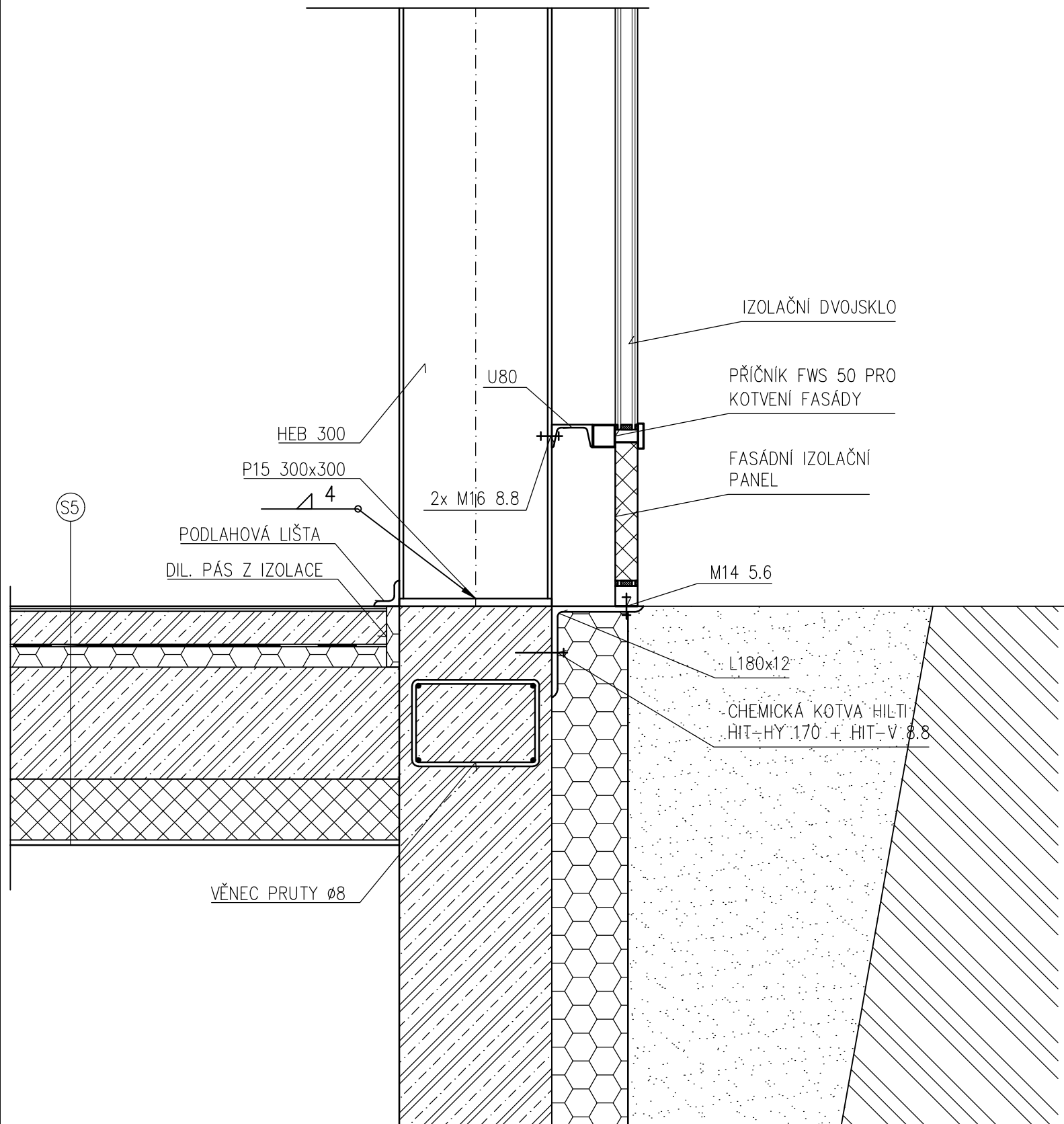
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová	
ROČNÍK	KONZULTANT ČÁSTI KP		
2.	Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.		
PŘEDMĚT :		Diplomová práce	
VÝKRES:		MĚŘÍTKO:	1:10
DETAIL D1		Č.VÝKRESU:	4

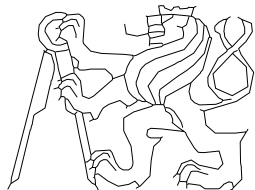


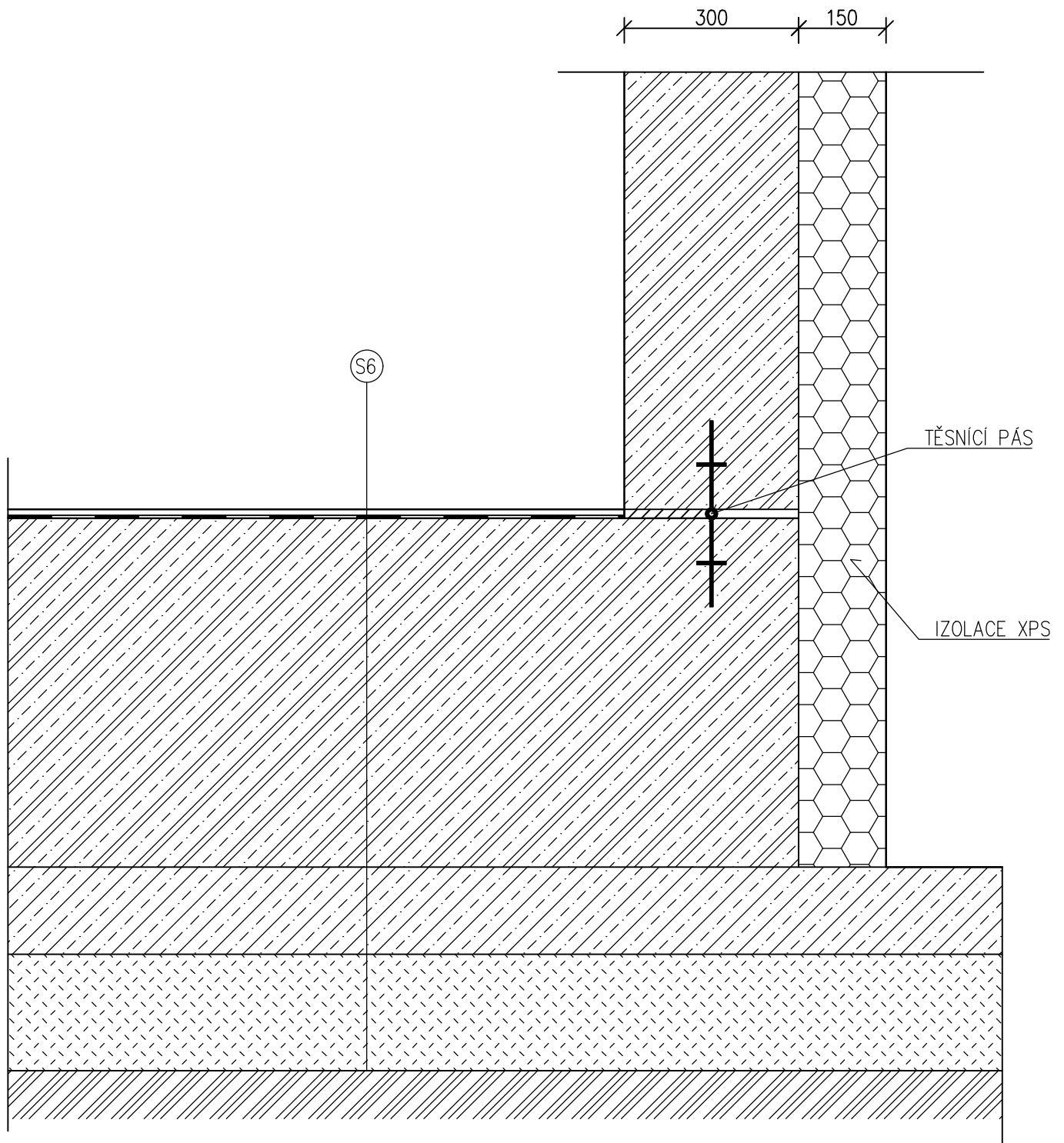
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová		
ROČNÍK	KONZULTANT ČÁSTI KP			
2.	Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.			
PŘEDMĚT :	Diplomová práce			
VÝKRES:	DETAIL D2		MĚŘÍTKO:	1:10
			Č.VÝKRESU:	5

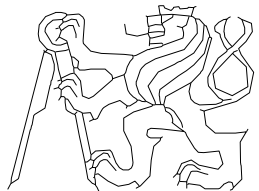


OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová	
ROČNÍK	KONZULTANT ČÁSTI KP		
2.	Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.		
PŘEDMĚT :	Diplomová práce		
VÝKRES:	DETAIL D3		MĚŘÍTKO: 1:10
			Č. VÝKRESU: 6



OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová	
ROČNÍK	KONZULTANT ČÁSTI KP		
2.	Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.		
PŘEDMĚT :	Diplomová práce		
VÝKRES:	DETAIL D4		MĚŘÍTKO: 1:10
			Č.VÝKRESU: 7



OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová		
ROČNÍK	KONZULTANT ČÁSTI KP			
2.	Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.			
PŘEDMĚT :	Diplomová práce			
VÝKRES:	DETAIL D5		MĚŘÍTKO:	1:10
			Č.VÝKRESU:	8