

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

Multifunkční kulturní centrum v Trutnově
Multipurpose cultural centre in Trutnov

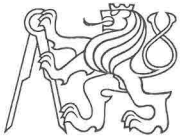
Diplomová práce
2019



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: 7.1.2018

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: CELOVĚ KONSTRUKCE podíl: 80 %

Formulace úkolů: Model a posouzení nosné OK - rozšíření
sálu vlnu střešou a detailu; nové prvky střešou - stoup,
příslab, skupice vlnu detailu; koberce + výhledová,
dehumidace: fideomys, rny, detaily 1:10 + technické
opava

Podpis vedoucího DP: Datum: 5.10.2018

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

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

Konzultant (jméno, katedra): Ing. CTISLAV FIALA, Ph.D., K124

Formulace úkolů: DSP - PŘÍPŘEYS 1.NP, PŘÍPŘEYS STŘECHY, PRŮČNÝ ŘEZ 1:100
SKLADBY KONSTRUKCI, 5x DETAILS 1:10-1:5

Podpis konzultanta: Datum: 11.12.2018

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 19. 5. 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 30,3 x 48,1 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 30,3 x 48,1 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 components which ensure the sufficient stiffness of the construction.

The result of the thesis 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

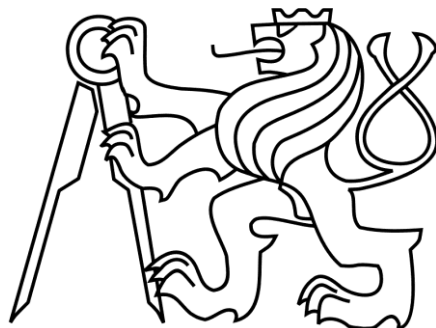
steel construction, skeletal system, beam, column, glass facade, arched roof

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	- 5 -
2.1	VODOROVNÉ KONSTRUKCE.....	- 5 -
2.2	SVISLÉ KONSTRUKCE	- 5 -
2.3	ZTUŽENÍ.....	- 6 -
2.3.1	<i>Část konstrukce s plochou střechou.....</i>	<i>- 6 -</i>
2.3.2	<i>Část konstrukce s válcovou střechou.....</i>	<i>- 6 -</i>
3	ZATÍŽENÍ.....	- 8 -
3.1	STÁLÉ ZATÍŽENÍ.....	- 8 -
3.2	PROMĚNNÉ ZATÍŽENÍ	- 8 -
3.2.1	<i>Zatížení sněhem</i>	<i>- 8 -</i>
3.2.2	<i>Zatížení větrem</i>	<i>- 8 -</i>
3.2.3	<i>Užitné zatížení</i>	<i>- 8 -</i>
4	MATERIÁLY.....	- 9 -
5	VÝROBA A MONTÁŽ	- 10 -
6	PROTIKOROZNÍ OCHRANA.....	- 11 -
7	PROTIPOŽÁRNÍ OCHRANA.....	- 12 -
8	ZDROJE	- 13 -
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	- 14 -

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 skeletového systému (Obr. 1). Hala má jedno podzemní podlaží sloužící pro parkování. Nadzemní část konstrukce je tvořena třemi patry s hlavním oválným sálem přibližně uprostřed. Jedná se o multifunkční prostor využitelný jako koncertní sál, divadlo či galerie. Hlavní sál je zastřešen prosklenou válcovou střechou o půdorysných rozměrech 16,3x25,8 m. Tato část střechy má svůj vrchol ve výšce 15,5 m. Zbýlá část střechy 3.NP je tvořena plochou střechou zakončenou atikou ve výšce 12,5 m.

Celková dispozice objektu je tvořena obdélníkovým půdorysem o rozměrech 30,3x48,1 m. Ocelovou 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 vyčnívající válcové střechy je ztužení 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 opět ocelové sloupy s průvlaky a stropnicemi. 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.



Obr. 1: 3D model konstrukce

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 podlaží činí 4 m. Strop mezi 1.PP a 1.NP je navíc zateplen díky přechodu mezi vytápěným prostorem vstupního podlaží a nevytápěným prostorem podzemních garáží.

Následující stropy nadzemních podlaží jsou tvořeny sádkartonovým podhledem. Stropní konstrukce se skládá z nosných průvlaků IPE300 uložených v podélném směru objektu. Kolmo na průvlaky jsou následně přišroubovány stropnice profilu IPE200. Stropy jsou navrženy jako spřažené ocelobetonové. Jejich konstrukci dále tvoří trapézový plech TR50/262,5 spřažený se stropnicí pomocí trnů o průměru 15,8 mm po dvojicích do každé vlny. Následuje skladba těžké plovoucí podlahy.

Ve 3.NP je po obvodě hlavního sálu realizována plochá, jednoplášťová, nepochozí střecha s klasickým pořadím vrstev. Tato část střechy je zakončena atikou ve výšce 12,5 m.

Prostřední část budovy je tvořena oválným sálem zastřešeným vyčnívající válcovou střechou se skleněnou fasádou. Konstrukce střechy je vynesena příhradovými trubkovými vazníky a dále ztužena. Kolmo na vazníky jsou uloženy plnostěnné vaznice IPE240.

2.2 Svislé konstrukce

Svislá konstrukce objektu je tvořena v podzemním podlaží po obvodě suterénními železobetonovými vodonepropustnými stěnami tl. 200 mm v rámci založení formou bílé vany. V 1.PP se dále nachází ocelové sloupy profilu HEB120 v místě hlavního sálu v následujících podlažích.

Zbylé svislé nosné konstrukce tvoří ocelové sloupy. Tyto sloupy jsou kloubově uloženy. Krajní sloupy budovy jsou realizovány jako jeden prvek o délce 12 m a profilu HEB240. Vnitřní sloupy jsou pak montážně rozděleny na dva díly. Tyto díly mají délku 11 a 8,5 m a profil HEB160, resp. HEB200. Profily sloupů jsou proměnné v závislosti na působícím zatížení.

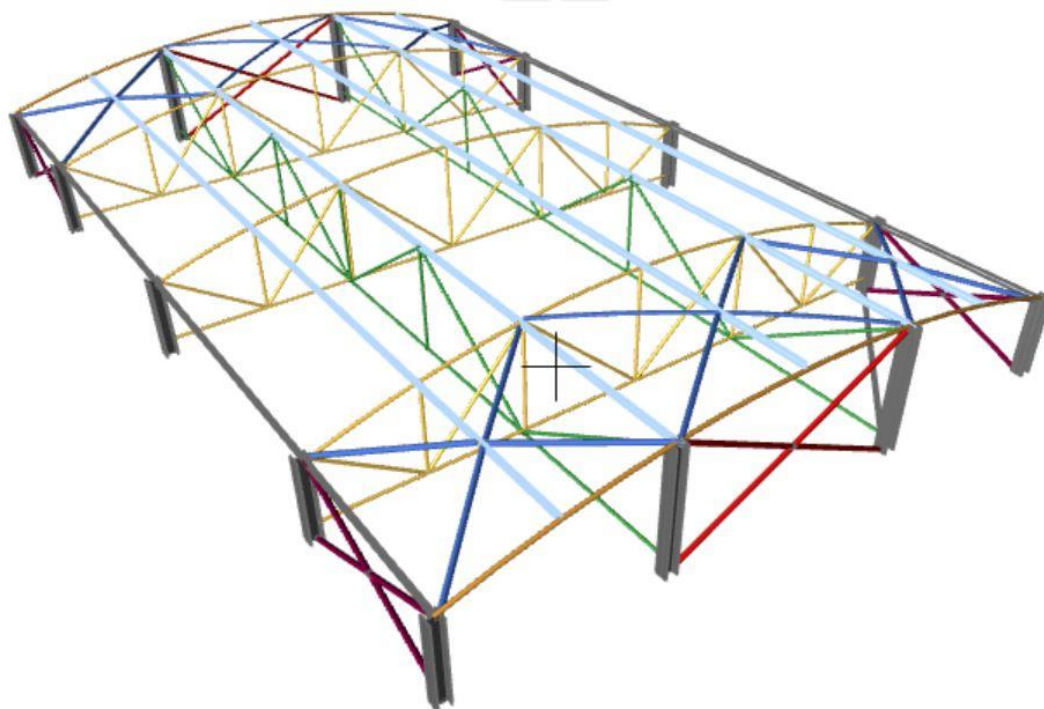
2.3 Ztužení

2.3.1 Část konstrukce s plochou střechou

Svislé ztužení konstrukce zajišťují navržená železobetonová jádra. Jedná se o čtyři jádra sloužící jako schodišťový prostor a prostor pro výtahy. Vodorovnou tuhost zajišťují navržené stropní konstrukce.

2.3.2 Část konstrukce s válcovou střechou

Tato vyčnívající konstrukce je ztužena dvěma podélnými svislými střešními ztužidly, stěnovými ztužidly v příčném i podélném směru a příčným střešním ztužidlem (Obr. 2).



Obr. 2: Model ztužení válcové střechy

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 nachází příčné (větrové) ztužidlo ve střešní rovině. Tato konstrukce slouží k přenesení vodorovné vnější síly působící podél budovy a zajištění tlačенých pásů vazníků proti vybočení. Pásky tohoto ztužidla jsou tvořeny konstrukcí horního pásu trubkového vazníku, resp. krajním obloukem IPE180. Diagonály jsou navrženy jako L70x6, svislice ztužidla jsou tvořeny horními pásky vaznic.

Ve svislém směru je konstrukce ztužena příčnými a podélnými trubkovými stěnovými ztužidly. Tato ztužidla přenášejí zatížení větrem ze 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 v případě 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 vytvrzení 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 podepřeny nejsou. Na závěr bude provedeno ztužení střešní konstrukce válcové střechy 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

SEZNAM OBRÁZKŮ

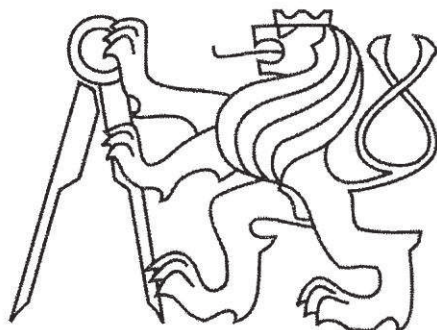
Obr. 1: 3D model konstrukce	- 4 -
Obr. 2: Model ztužení válcové střechy	- 6 -

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
1.4	3D MODEL KONSTRUKCE	9
2	KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ OBJEKTU	10
2.1	ZATÍŽENÍ SNĚHEM - PLOCHÁ STŘECHA	11
2.2	ZATÍŽENÍ SNĚHEM - VÁLCOVÁ STŘECHA	14
2.3	ZATÍŽENÍ VĚTREM - PLOCHÁ STŘECHA	16
2.3.1	Podélný vítr: fasáda	18
2.3.2	Podélný vítr: střecha	19
2.3.3	Příčný vítr: střecha	19
2.3.4	Příčný vítr: fasáda	20
2.4	ZATÍŽENÍ VĚTREM - VÁLCOVÁ STŘECHA	22
2.4.1	Příčný vítr: střecha	23
2.4.2	Příčný vítr: fasáda	23
2.4.3	Podélný vítr: střecha	24
2.4.4	Podélný vítr: fasáda	24
3	STATICKÝ NÁVRH A POSOUZENÍ HLAVNÍCH PRVKŮ	25
3.1	STŘEŠNÍ KONSTRUKCE VÁLCOVÉ STŘECHY	26
3.1.1	Plnostěnná vaznice IPE – V1	28
3.1.2	Trubkový příhradový vazník – V2	34
3.1.2.1	Zatěžovací stavy a jejich kombinace	34
3.1.2.2	Rozhodující výsledky vnitřních sil	38
3.1.2.3	Návrh a posouzení prutů vazníku	41
3.1.3	Krajní oblouk IPE – V3	47
3.2	STROPNÍ KONSTRUKCE	53
3.2.1	Trapézový plech	53
3.2.2	Spřažená ocelobetonová stropnice – U1	55
3.2.2.1	Montážní stadium	55
3.2.2.2	Provozní stav	57
3.2.3	Průvlak – U2	62
3.3	STŘEŠNÍ KONSTRUKCE PLOCHÉ STŘECHY	66
3.3.1	Trapézový plech	66
3.3.2	Spřažená ocelobetonová stropnice – U3	67
3.3.2.1	Montážní stadium	67
3.3.2.2	Provozní stav	68
3.4	SVISLÉ KONSTRUKCE	70
3.4.1	Sloup S1	73
3.4.2	Sloup S2	79
3.4.3	Sloup S3	81
3.4.4	Sloup S4	83
4	ZTUŽENÍ KONSTRUKCE	85
4.1	ZTUŽUJÍCÍ ŽELEZOBETONOVÁ JÁDRA	86
4.2	ZTUŽENÍ OBLOUKOVÉ STŘECHY	89
4.2.1	Podélné svislé střešní ztužidlo	89
4.2.2	Příčné střešní ztužidlo	90
4.2.3	Podélné stěnové ztužidlo	94
5	PŘÍPOJE A KOTVENÍ	97
5.1	PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK	98
5.2	PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP	100
5.3	MONTÁŽNÍ STYK VAZNÍKU	102
5.3.1	Horní pás	102
5.3.2	Dolní pás	103
6	ZDROJE	104

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 skeletového systému. Hala má jedno podzemní podlaží sloužící pro parkování. Nadzemní část konstrukce je tvořena třemi patry s hlavním oválným salem přibližně uprostřed. Jedná se o multifunkční prostor využitelný jako koncertní sál, divadlo či galerie. Hlavní sál je zastřešen prosklenou válcovou střechou o půdorysných rozměrech 16,3x25,8 m. Tato část střechy má svůj vrchol ve výšce 15,5 m. Zbylá část střechy 3.NP je tvořena plochou střechou zakončenou atikou ve výšce 12,5 m.

Celková dispozice objektu je tvořena obdélníkovým půdorysem o rozměrech 30,3x48,1 m. Ocelovou 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 vyčnívající válcové střechy je ztužení zajištěno pomocí střešních a stěnových ztužidel.

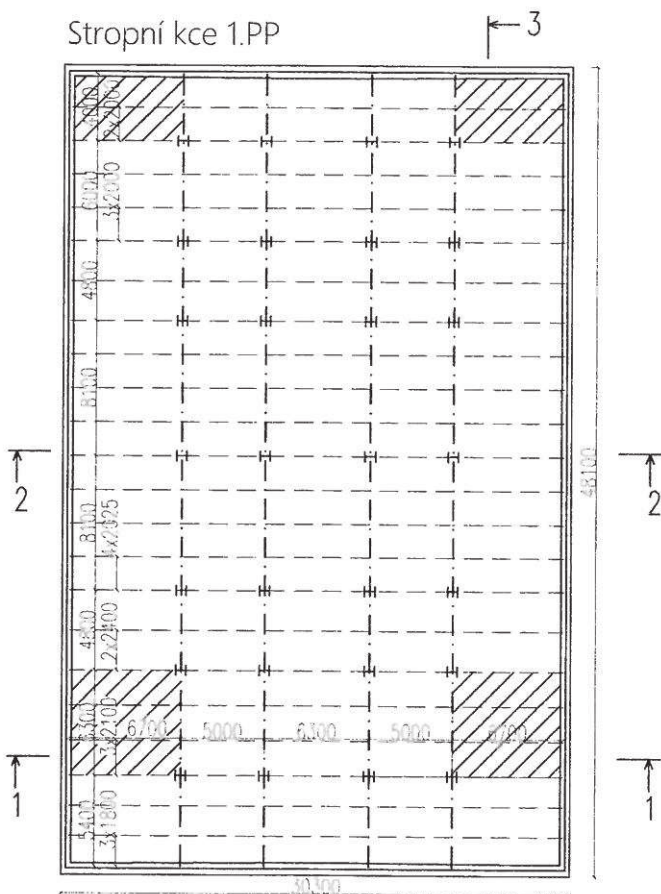
Podzemní patro po obvodě tvoří suterénní železobetonové stěny. Zbývající nosnou konstrukci podzemního podlaží, poskytující maximální dispoziční využití z hlediska parkování, tvoří opět ocelové sloupy s průvlaky a stropnicemi. Objekt je založen formou bílé vany z vodonepropustného betonu.

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

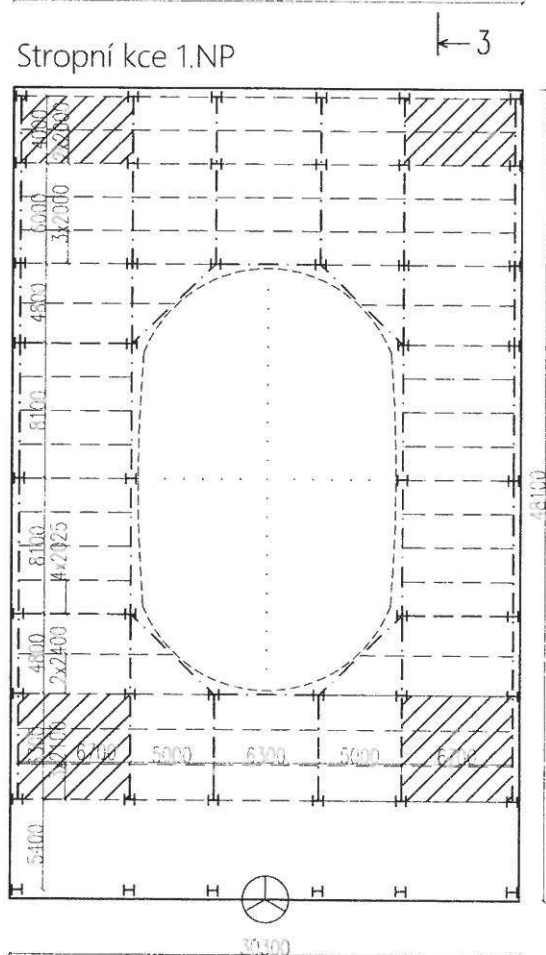
Stropní kce 1.PP



Využití 1.PP:

- podzemní garáže
- ▨ ztužující žb jádro

Stropní kce 1.NP



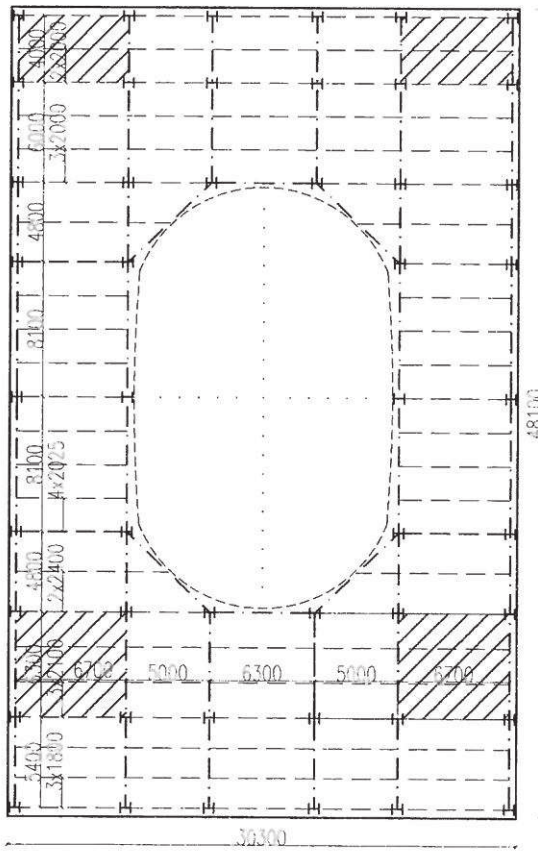
Využití 1.NP:

- vstupní podlaží:
- kavárna
- společenské prostory
- variabilní polyfunkční prostor:
 - koncertní sál
 - galerie
 - divadelní jeviště + hlediště

▨ ztužující žb jádro



Stropní kce 2.NP

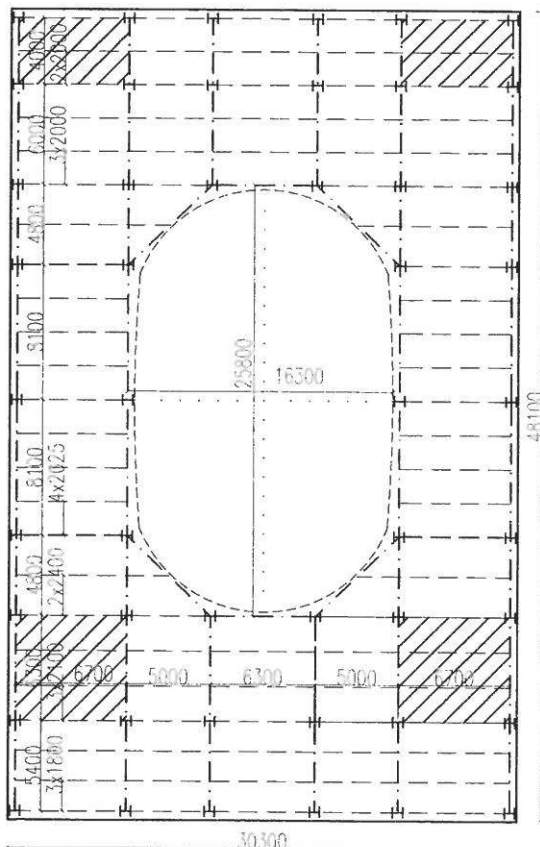


Využití 2.NP:

- společenské prostory
- variabilní polyfunkční prostor

 ztužující žb jádro

Střešní kce 3.NP - část: plochá střecha

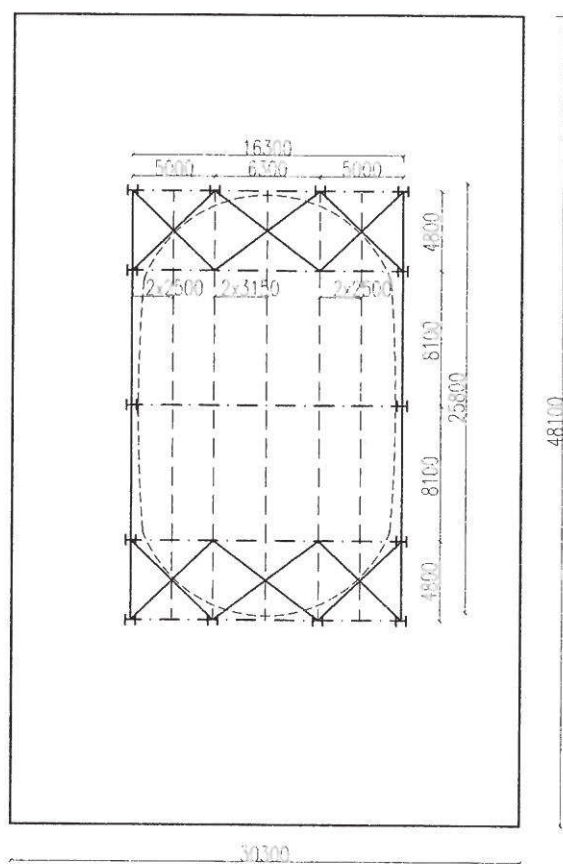


Využití 3.NP:

- společenské prostory
- variabilní polyfunkční prostor



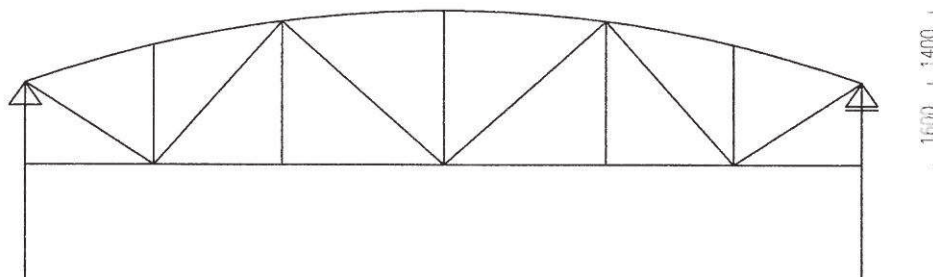
Střešní kce 3.NP - část: válcová střecha



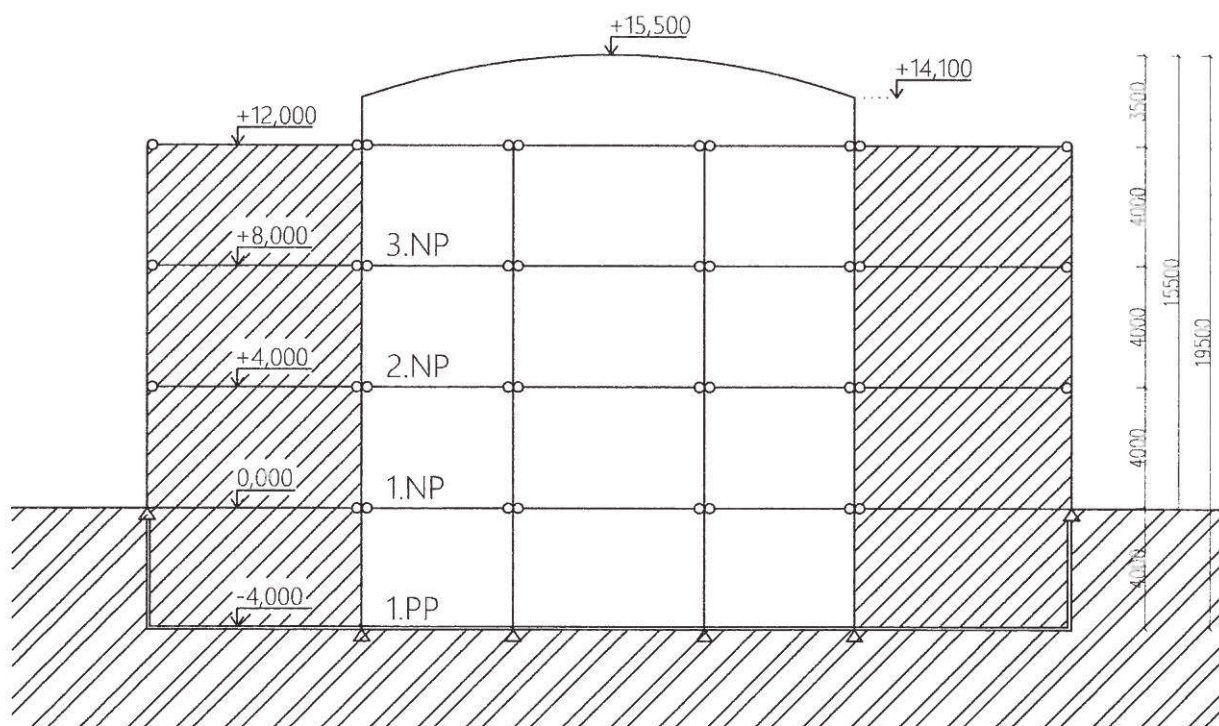


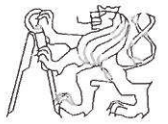
1.3 Statické schéma konstrukce:

Příhradový vazník



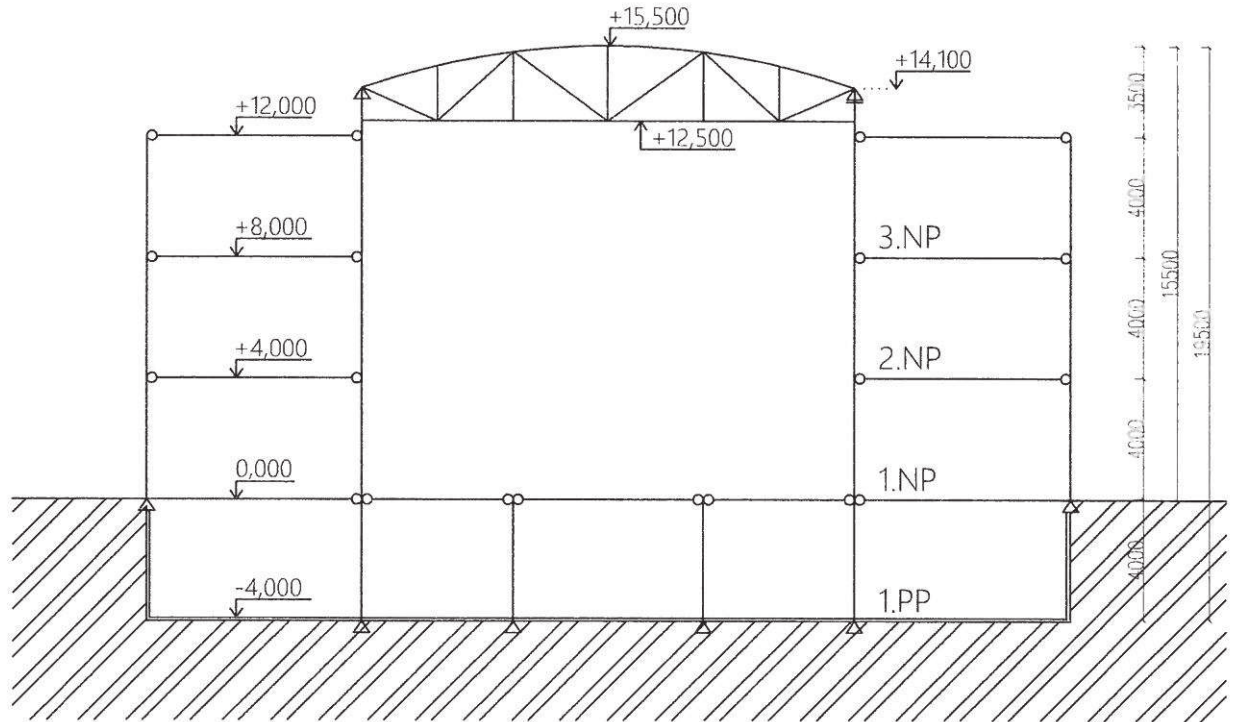
Příčný řez 1-1



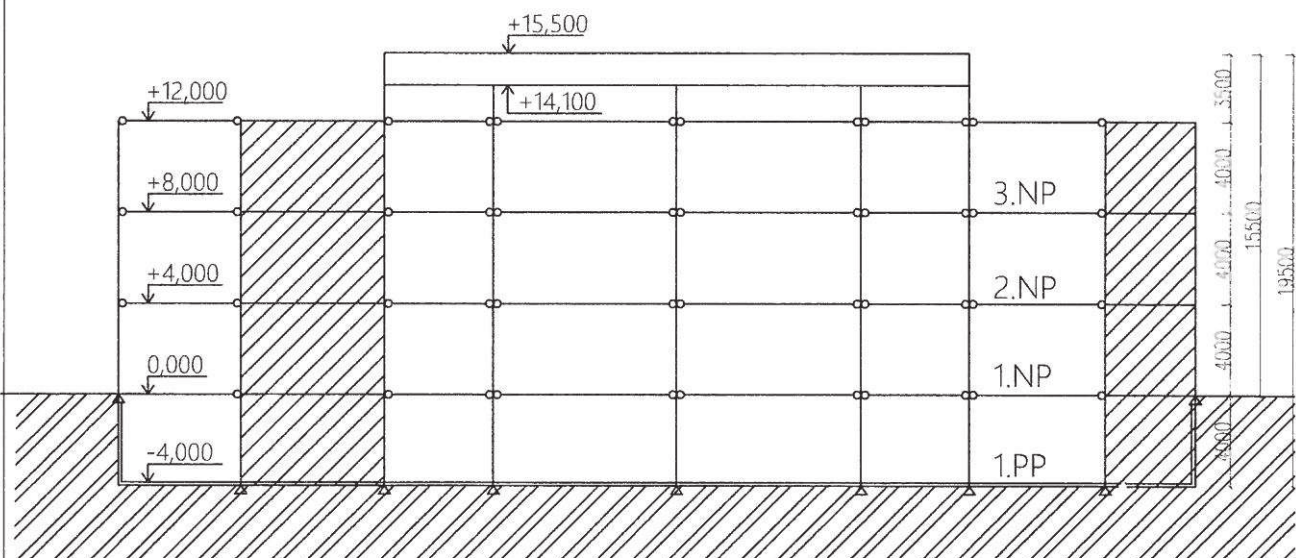


Statické schéma konstrukce:

Příčný řez 2-2

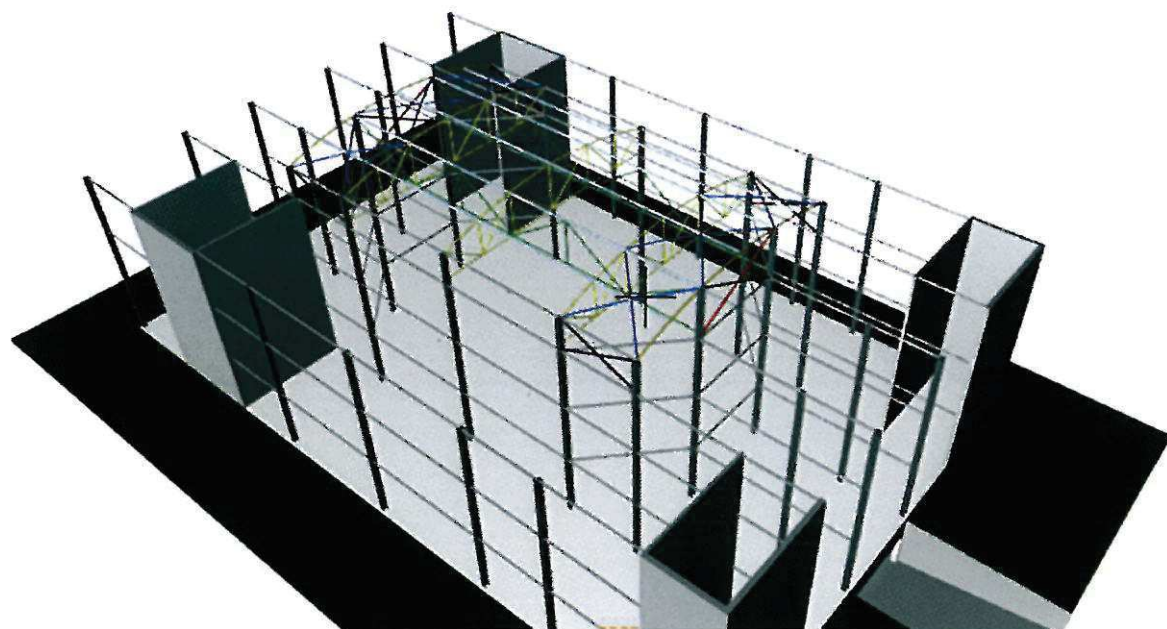


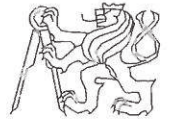
Podélný řez 3-3



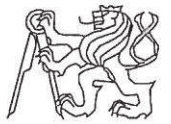


1.4 3D model konstrukce





kapitola 2:
KLIMATICKÉ ZATÍŽENÍ OBJEKTU



ZATÍŽENÍ SNĚHEM

2.1 ZATÍŽENÍ SNĚHEM 3. NP - plocha střecha dle ČSN EN 1991-1-3

- Trutnov = sněhová oblast V
- > charakteristická hodnota $s_k = 2,5 \text{ [kPa} \sim \text{kJ/m}^2 \text{]}$
 $= 250 \text{ [kg/m}^2 \text{]}$

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

a) NENAVÁTÝ SNĚH

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

$$M_i = 0,8$$

c_e ... součinitel expozice
typ krajiny = normální

$$c_e = 1,0$$

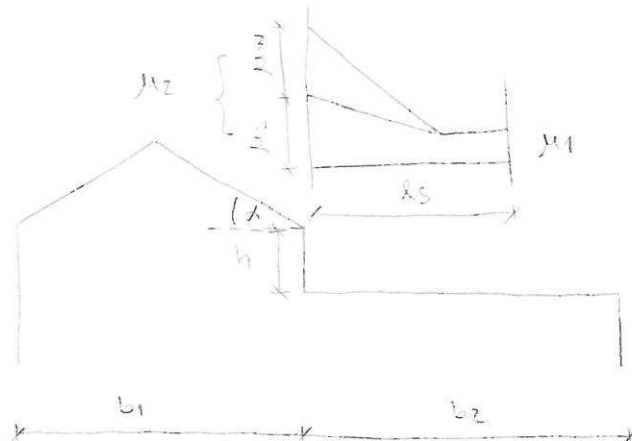
c_t ... tepelný součinitel
tepelná propustnost $< 1 \text{ W/m}^2\text{K}$

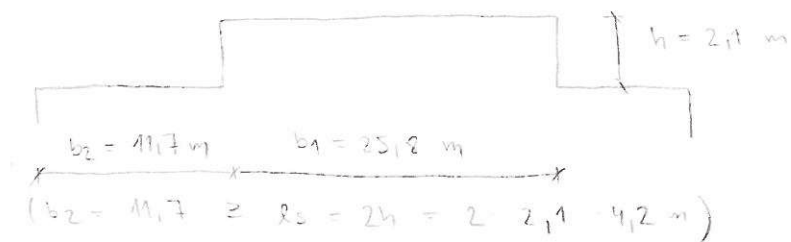
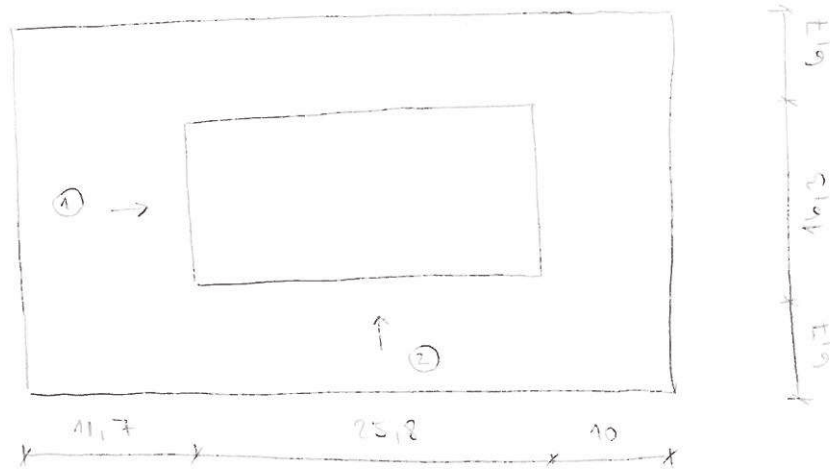
$$c_t = 1,0$$

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

b) NAVÁTÝ SNĚH

uspořádání zatížení pro $b_2 \geq l_s$





$M_1 = 0,8$... nižší střední a plocha
 $M_2 = M_3 + M_W$

$M_3 = 0,8 M_1$ pro $\alpha > 15^\circ$ ($\alpha = 18,94^\circ$)
 ↳ tvarový součinitel zatížení zohledňující
 sesuv střech z horní části

$$M_3 = 0,8 \cdot 0,8 = 0,4$$

M_W ... tvarový součinitel zatížení střechou zohledňující působení větru

$$M_W = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma \cdot h / c_k$$

γ ... objemová hmotnost vzduchu = 22 kN/m^3

$$M_W = (25,8 + 11,7) / (2 \cdot 2,14) \leq 2 \cdot 2,14 / 2,5$$

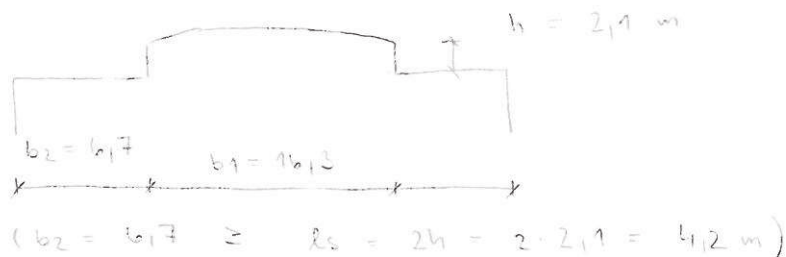
$$M_W = 8,93 \leq 1,68$$

doplněný rozsah: $0,8 \leq M_W \leq 4,0$
 $M_W = 4,0$

$$M_2 = M_3 + M_W = 0,4 + 4,0 = \underline{\underline{4,4}}$$



②



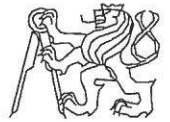
$$\begin{aligned} \mu_1 &= 0,8 \\ \mu_2 &= \mu_3 + \mu_w \\ \mu_5 &= 0,4 \\ \mu_w &= (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma \cdot h / s_k \\ &= (1,3 + 1,7) / (2 \cdot 2,1) \leq 2 \cdot 2,1 / 2,5 \\ &= 5,18 \leq 1,62 \\ &\rightarrow \mu_w = 4,0 \\ \mu_2 &= 0,4 + 4,0 = \underline{\underline{4,4}} \end{aligned}$$

navrhový směr :



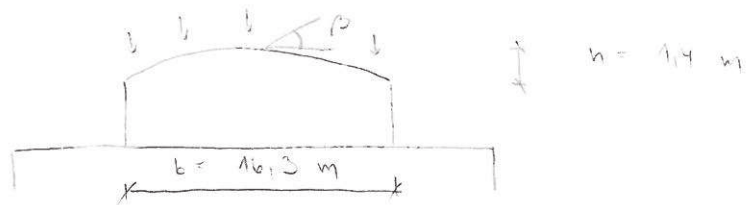
- $s = \mu_1 \cdot c_c \cdot c_e \cdot c_k$
 $= 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 = \underline{\underline{2,0 \text{ kN/m}^2}}$
- $s = \mu_2 \cdot c_c \cdot c_e \cdot c_k$
 $= 4,4 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 = \underline{\underline{11 \text{ kN/m}^2}}$

... pro případ ① i ②
 viz. $\mu_1 = 0,8$ i $\mu_2 = 4,4$



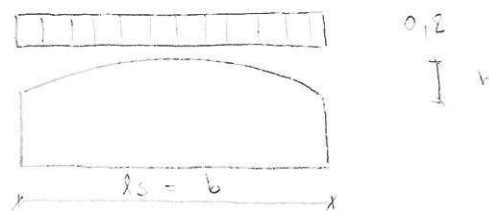
2.2 ZATÍŽENÍ SNĚHEM 3.NP - válcová střecha

dle ČSN EN 1991 - 1 - 3



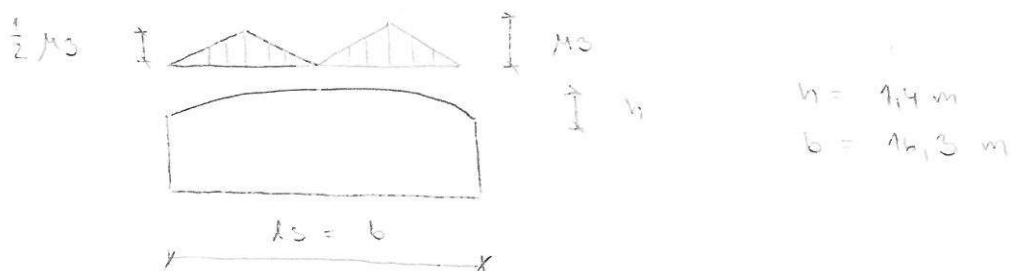
$$\left. \begin{aligned} s_k &= 2,5 \text{ kPa} \\ c_e &= 1,0 \\ c_t &= 1,0 \end{aligned} \right\} \text{viz. kap. ZATÍŽENÍ SNĚHEM 3.NP}$$

a) NENAVĚTÝ SNĚH = případ i



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

b) NAVĚTÝ SNĚH = případ ii



$$\alpha \leq 60^\circ \Rightarrow \mu_s = 0,2 + 10 \cdot h/b = 0,2 + 10 \cdot 1,4 / 16,3 = 1,06$$

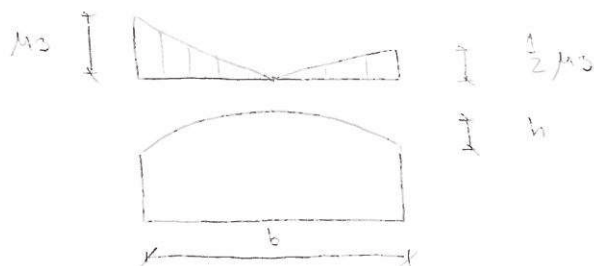
$$s = \mu_s \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k = 1,06 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,5 = \underline{\underline{2,65 \text{ kN/m}^2}}$$

$$s = \frac{1}{2} \mu_s \cdot c_e \cdot c_t \cdot s_k = 2,65 / 2 = \underline{\underline{1,33 \text{ kN/m}^2}}$$



c) NÁRODNÍ PŘÍLOHA NORMY

= záveg na střeše



$$Ms \text{ viz poměr } h/b = 1,4 / 16,3 = 0,026$$

$$Ms = 1,45$$

- $S = Ms \cdot ce \cdot ct \cdot ck$
 $= 1,45 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 2,15 = \underline{\underline{3,13 \text{ kN/m}^2}}$
- $S = \frac{1}{2} Ms \cdot ce \cdot ct \cdot ck$
 $= 3,13 / 2 = \underline{\underline{1,57 \text{ kN/m}^2}}$



ZATÍŽENÍ VĚTREM

2.3 ZATÍŽENÍ VĚTREM - část: plocha střecha

dle ČSN EN 1991-1-4

- Trutnov - větrná oblast II

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

základní rychlost větru:

$$v_b = c_{dir} \cdot c_{ensm} \cdot v_{b,0}$$

c_{dir} ... součinitel směru větru
(obecně $c_{dir} = 1,0$)

c_{ensm} ... součinitel větrného období
(obecně $c_{ensm} = 1,0$)

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

charakteristická střední rychlost větru $v_m(z)$ ve výšce z nad terémem:

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

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

$c_r(z)$... součinitel drsnosti terénu

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$

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

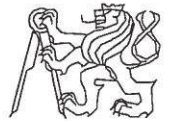
tab. kategorie terénu III:

$z_0 [m] = 0,5$... parametry drsnosti terénu

$z_{min} [m] = 5$... minimální výška

$z_{max} [m] = 200$... maximální výška

$z [m] = 12$... výška řešeného objektu



k_v ... součinitel větru

$$k_v = 0,19 \left(\frac{z_0}{z_{10}} \right)^{0,07}$$

$$= 0,19 \left(\frac{0,3}{0,13} \right)^{0,07} = 0,2154$$

$$v(z) = 0,2154 \cdot \ln \left(\frac{z}{0,13} \right) = 0,795$$

$$v_m(z) = 0,795 \cdot 10 \cdot 25 = \underline{\underline{19,88 \text{ m/s}}}$$

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. hodnota $1,25 \text{ kg/m}^3$

q_b ... základní dynamický tlak větru

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b^2$$

$$= \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,63 \text{ Pa} = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

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

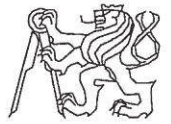
$$q_p(z) = 1,8 \cdot 390,63 = \underline{\underline{703,1 \text{ Pa}}}$$

$$= \underline{\underline{0,703 \text{ kN/m}^2}}$$

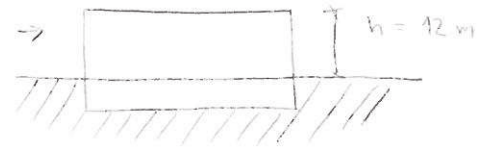
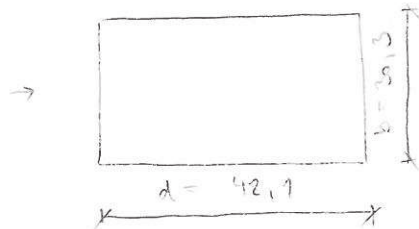
tlak větru:

$$w = q_p(z) \cdot c_p$$

$$= 0,703 \cdot c_p \quad [\text{kN/m}^2]$$

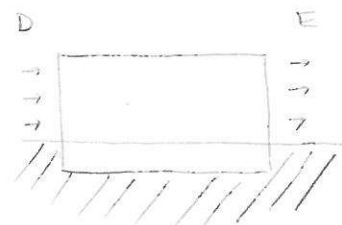
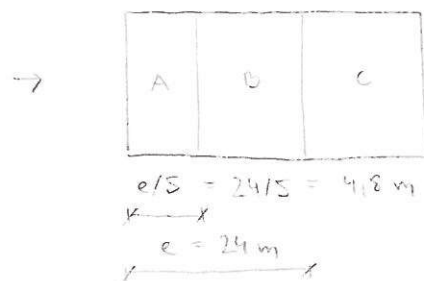


2.3.1 PODELNÝ VĚTR - fasáda



$$e = \min(b, 2h) = \min(30,3; 2 \cdot 12 = 24) = 24 \text{ m}$$

$$e < d \sim 24 < 48,1 \rightarrow \text{oblast A, B, C}$$



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

součinitel expozice $c_e(z_c) = 1,2$

$$\frac{h}{d} = \frac{12}{48,1} = 0,249 \leq 0,25 \rightarrow c_{pe,10}$$

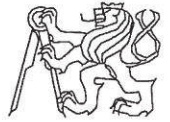
tlak větru na plochy:

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

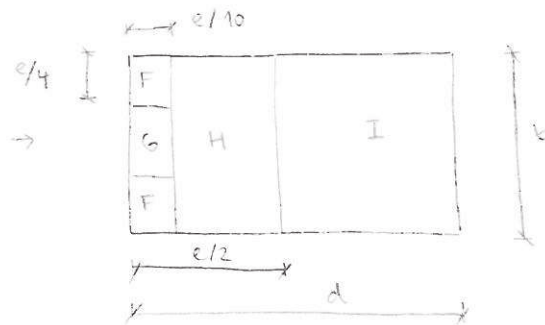
$q_p(z_c)$... max. dynamický tlak

$c_{pe,10}$... součinitel největšího tlaku návětrné plochy $> 10 \text{ m}^2 \rightarrow c_{pe,10}$

w_e^A	=	703,1	(-1,2)	=	- 843,72	Pa	=	- 0,84	kN/m ²
w_e^B	=	703,1	(-0,8)	=	- 562,48	Pa	=	- 0,56	kN/m ²
w_e^C	=	703,1	(-0,6)	=	- 421,86	Pa	=	- 0,42	kN/m ²
w_e^D	=	703,1	(+0,7)	=	+ 492,17	Pa	=	+ 0,49	kN/m ²
w_e^E	=	703,1	(-0,3)	=	- 210,93	Pa	=	- 0,21	kN/m ²



2.3.2 PODÉLNÝ VÍTR - plocha střecha



$$b = 30,3 \text{ m}$$

$$d = 48,1 \text{ m}$$

$$z = \min(b; 2h)$$

$$= \min(30,3; 2 \cdot 12 = 24)$$

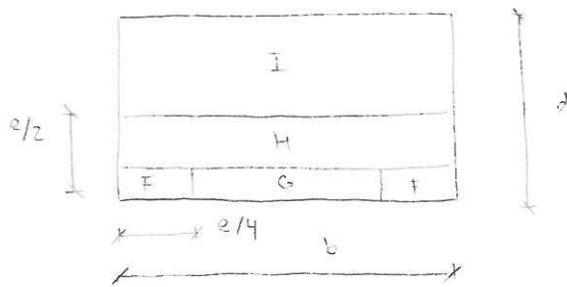
$$= 24 \text{ m}$$

Spád 3% , náhla 0,5 m , $k_p/h = 0,5/12 = 0,042 \sim 0,05$

tlak větru na plochy :

w_e^F	=	703,1	(-1,4)	=	-	984,04	Pa	=	-	0,98	} [kN/m ²]
w_e^G	=	703,1	(-0,9)	=	-	632,79	Pa	=	-	0,63	
w_e^H	=	703,1	(-0,7)	=	-	492,17	Pa	=	-	0,49	
w_e^{I-}	=	703,1	(-0,2)	=	-	140,62	Pa	=	-	0,14	
w_e^{I+}	=	703,1	(+0,2)	=	+	140,62	Pa	=	+	0,14	

2.3.3 PŘÍČNÝ VÍTR - plocha střecha



$$b = 48,1 \text{ m}$$

$$d = 30,3 \text{ m}$$

$$z = \min(b; 2h)$$

$$= \min(48,1; 2 \cdot 12 = 24)$$

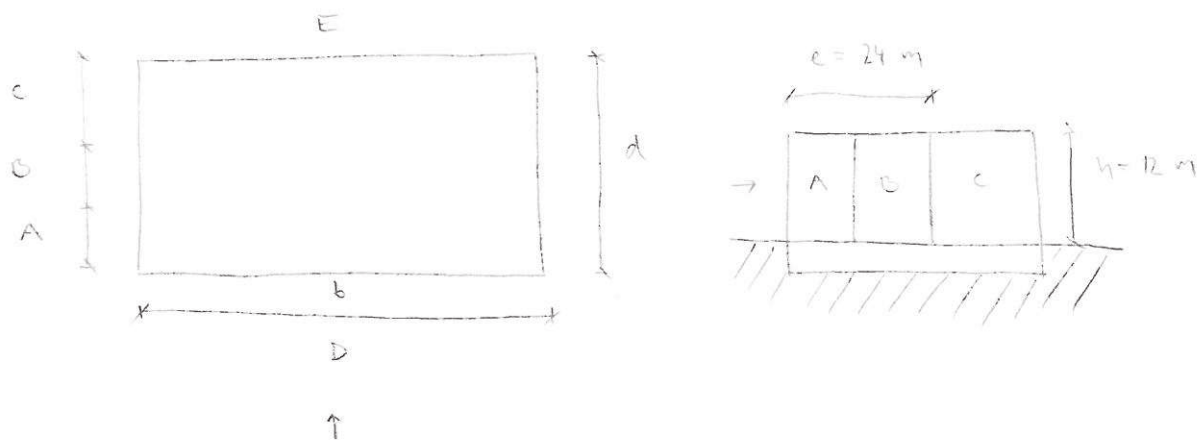
$$= 24 \text{ m}$$

tlak větru na plochy :

w_e^F	=	703,1	(-1,4)	=	-	984,04	Pa	=	-	0,98	} [kN/m ²]
w_e^G	=	703,1	(-0,9)	=	-	632,79	Pa	=	-	0,63	
w_e^H	=	703,1	(-0,7)	=	-	492,17	Pa	=	-	0,49	
w_e^{I-}	=	703,1	(-0,2)	=	-	140,62	Pa	=	-	0,14	
w_e^{I+}	=	703,1	(+0,2)	=	+	140,62	Pa	=	+	0,14	



2.3.4 PŘÍČNÝ VÍTR - fasáda



$$e = \min(b; 2h) = \min(48,1; 2 \cdot 12) = 24 \text{ m}$$

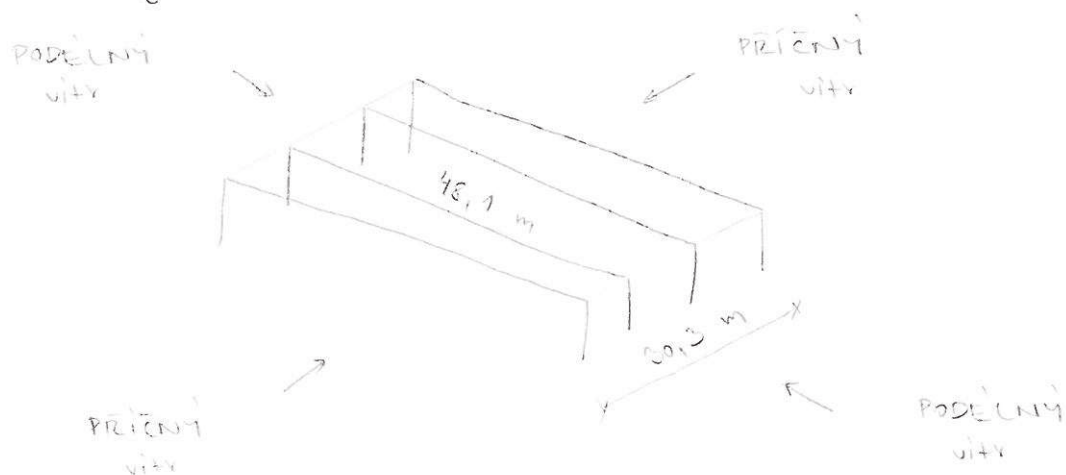
$$e < d \sim 24 < 30,3 \rightarrow \text{oblasti A, B, C}$$

$$\text{rozdělení výška } h < b \sim 12 < 48,1 \text{ [m]}$$

$$\frac{h}{d} = \frac{12}{30,3} = 0,396 \rightarrow c_{pe, 10}$$

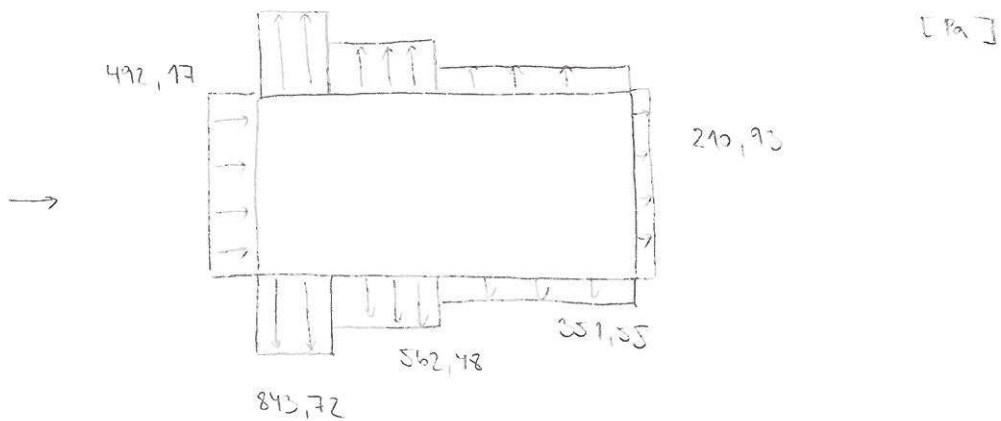
w_{eA}	=	$703,1$	$(-1,2)$	=	$-843,72$	Pa	=	$-0,81$	} [kN/m ²]
w_{eB}	=	$703,1$	$(-0,8)$	=	$-562,48$	Pa	=	$-0,56$	
w_{eC}	=	$703,1$	$(-0,5)$	=	$-351,55$	Pa	=	$-0,35$	
w_{eD}	=	$703,1$	$(+0,2)$	=	$+140,62$	Pa	=	$+0,14$	
w_{eE}	=	$703,1$	$(-0,5)$	=	$-351,55$	Pa	=	$-0,35$	

vykreslení:

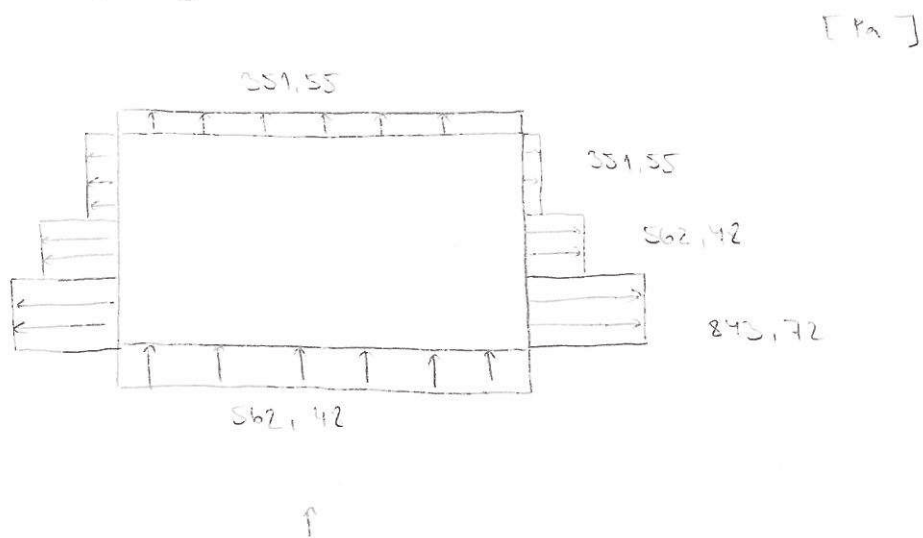




- uhraslení zařízení
podélný vítr - zosáda



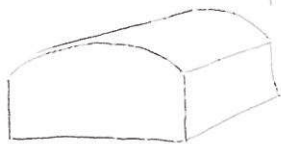
- uhraslení zařízení
příčný vítr - zosáda



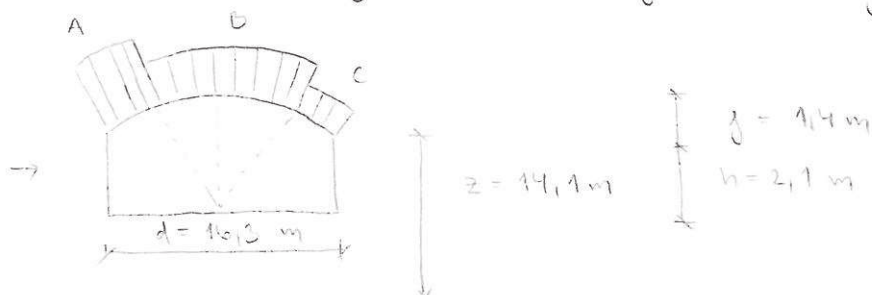


2.4 ZATÍŽENÍ VĚTREM VÁLCOVÁ STŘECHA (ČSN EN 1991-1-4)

ČSN EN : kap. 7.2.8 klenbové střechy a kopule



součinitel účinného slatku c_{pe}
(klenbové střechy s pravidelným půdorysem)



součinitel účinného slatku c_{pe} pro přechyť
vitr na střeše :

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

$$h/d = 14,1 / 16,3 = 0,865$$

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

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

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

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

char. střední rychlost větru $v_m(z)$

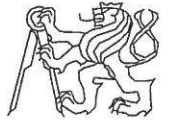
$$v_m(z) = c_r(z) \cdot c_o(z) \cdot v_b$$

$$c_r(z) = k_r \cdot \ln\left(\frac{z}{z_0}\right) \quad \text{kategoriie země III}$$

$$k_r = 0,19 \left(\frac{z}{z_0}\right)^{0,07} = 0,19 \left(\frac{10}{0,05}\right)^{0,07} = 0,2154$$

$$c_r(z) = 0,2154 \cdot \ln\left(\frac{14,1}{0,05}\right) = 0,829$$

$$v_m(z) = 0,829 \cdot 1,0 \cdot 25 = \underline{\underline{20,73 \text{ m/s}}}$$



max. dynamický tlak $q_p(z)$:

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

$c_e(z)$... součinitel expozice (odvozen z grafu)
 $c_e(z = 14,1) = 1,9$

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_b(z)^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,25 \cdot 25^2 = 390,63 \text{ Pa} = 0,39 \text{ kN/m}^2$$

$$q_p(z) = 1,9 \cdot 390,63 = \underline{\underline{742,2 \text{ Pa}}} = 0,74 \text{ kN/m}^2$$

2.4.1 PŘÍČNÝ VÍTR - střecha

tlak větru na povrchy:

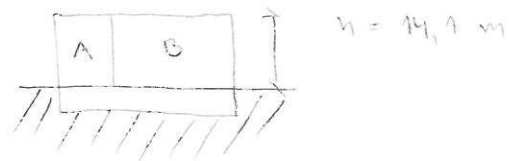
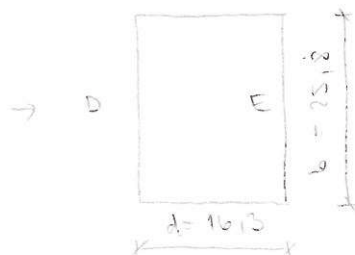
$$w_e = q_p(z) \cdot c_{pe}$$

$$w_e^A = 742,2 \cdot (-1,15) = -853,53 \text{ Pa} = -0,85 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^B = 742,2 \cdot (-0,8) = -593,76 \text{ Pa} = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

$$w_e^C = 742,2 \cdot (-0,75) = -556,65 \text{ Pa} = -0,56 \text{ kN/m}^2$$

2.4.2 PŘÍČNÝ VÍTR - fasáda

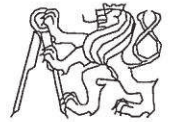


$$z = \min(b; 2h) = \min(25,8; 2 \cdot 14,1 = 28,2) = 25,8 \text{ m}$$

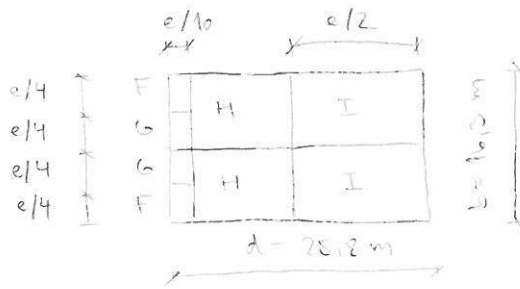
$$z > d \sim 25,8 > 16,3 \rightarrow \text{oblast A, B}$$

$$h/d = 14,1 / 16,3 = 0,865 \sim 1,0$$

$$\left. \begin{aligned} w_e^A &= 742,2 \cdot (-1,2) = -890,64 \text{ Pa} = -0,89 \\ w_e^B &= 742,2 \cdot (-0,8) = -593,76 \text{ Pa} = -0,59 \\ w_e^D &= 742,2 \cdot (+0,8) = +593,76 \text{ Pa} = +0,59 \\ w_e^E &= 742,2 \cdot (-0,8) = -593,76 \text{ Pa} = -0,59 \end{aligned} \right\} [\text{kN/m}^2]$$



2.4.3 PODELNÝ VÍTR - střecha



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

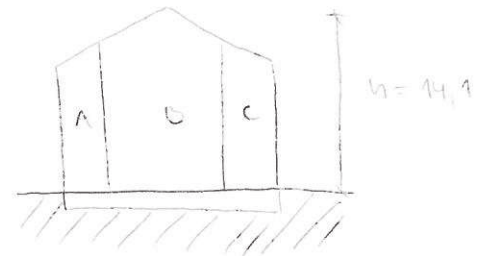
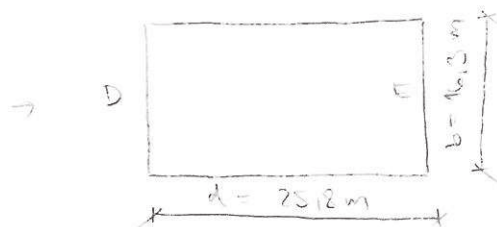
$$e/10 = 16,3/10 = 1,63 \text{ m}$$

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

$$e = \min(b; 2h) = \min(16,3; 2 \cdot 14,1 = 28,2) = 16,3 \text{ m}$$

w_{eF}	=	$742,2 \cdot (-1,7)$	=	$-1261,74$	$\text{Pa} = -1,26 \text{ kN/m}^2$
w_{eG}	=	$742,2 \cdot (-1,25)$	=	$-927,75$	$\text{Pa} = -0,92 \text{ kN/m}^2$
w_{eH}	=	$742,2 \cdot (-0,7)$	=	$-519,54$	$\text{Pa} = -0,52 \text{ kN/m}^2$
w_{eI}	=	$742,2 \cdot (-0,6)$	=	$-445,32$	$\text{Pa} = -0,45 \text{ kN/m}^2$

2.4.4 PODELNÝ VÍTR - fasáda



$$e = \min(b; 2h) = (16,3; 2 \cdot 14,1 = 28,2) = 16,3 \text{ m}$$

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

w_{eA}	=	$742,2 \cdot (-1,2)$	=	$-890,64$	$\text{Pa} = -0,89$
w_{eB}	=	$742,2 \cdot (-0,8)$	=	$-593,76$	$\text{Pa} = -0,59$
w_{eC}	=	$742,2 \cdot (-0,5)$	=	$-371,10$	$\text{Pa} = -0,37$
w_{eD}	=	$742,2 \cdot (+0,8)$	=	$+593,76$	$\text{Pa} = +0,59$
w_{eE}	=	$742,2 \cdot (-0,5)$	=	$-371,10$	$\text{Pa} = -0,37$

} [kN/m²]

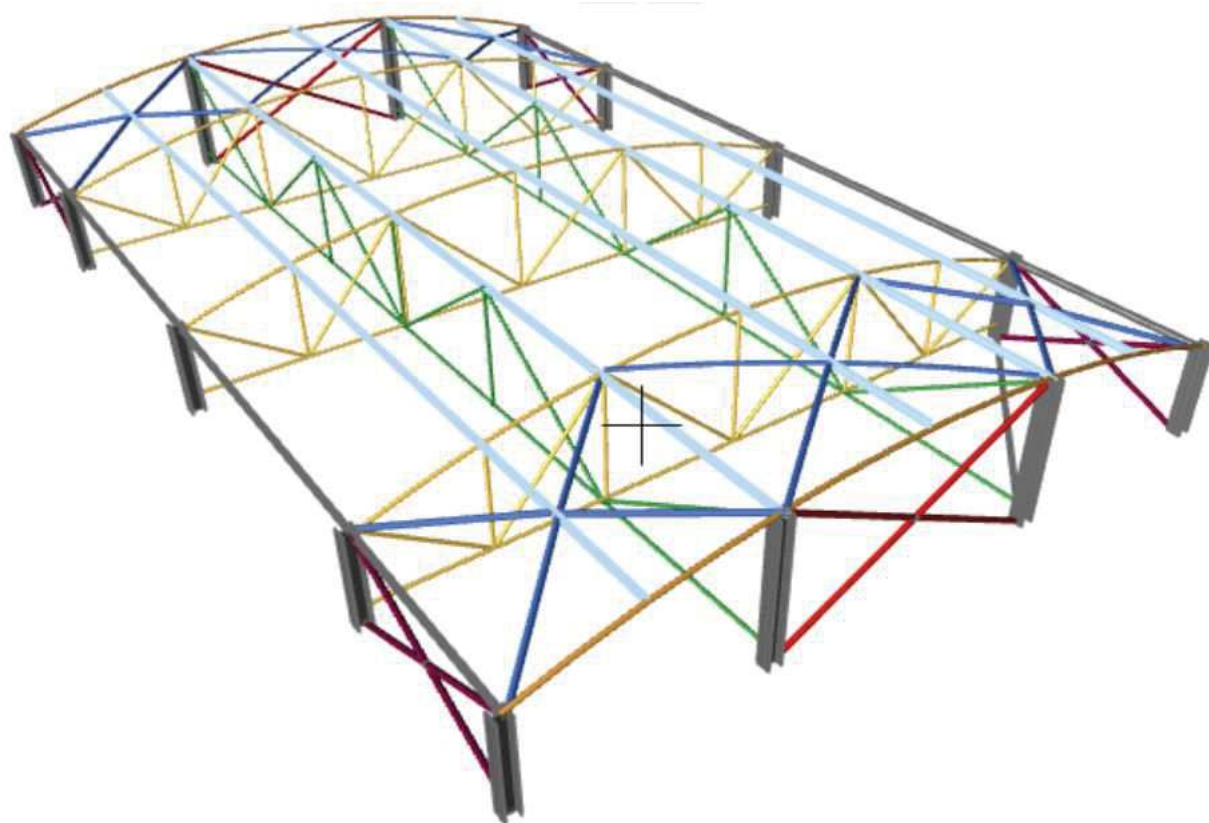









kapitola 3:
STATICKÝ NÁVRH A POSOUZENÍ
HLAVNÍCH PRVKŮ



3.1 Střešní konstrukce válcové střechy

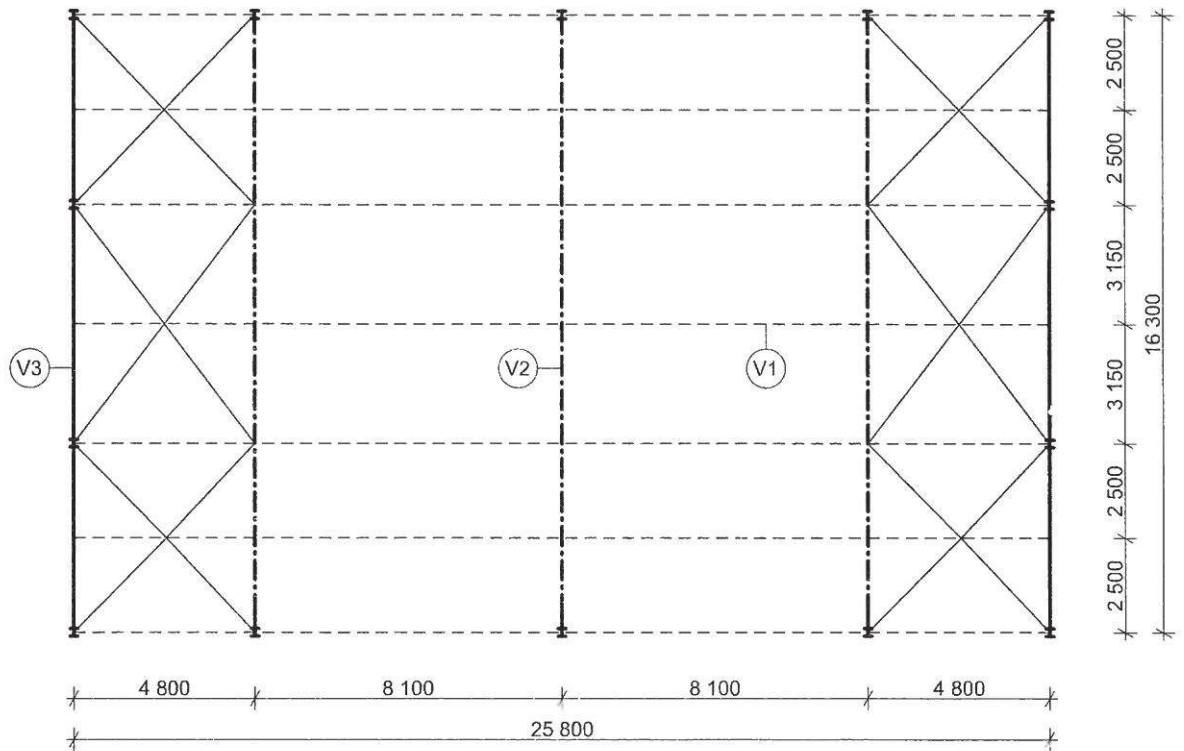
Schéma zastřešení



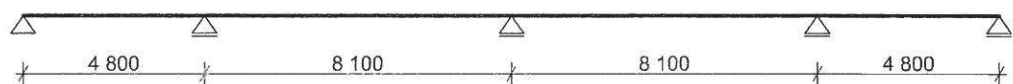
-  trubkový příhradový vazník
-  plnostěnná IPE vaznice
-  podélné svislé střešní ztužidlo
-  podélné stěnové ztužidlo
-  příčné střešní ztužidlo
-  příčné stěnové ztužidlo
-  krajní oblouk IPE



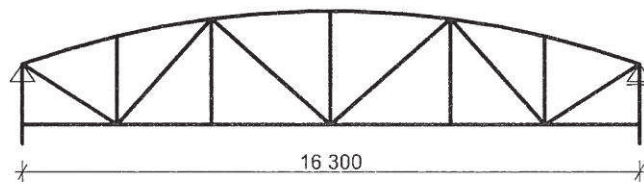
Střešní konstrukce | část: válcová střecha



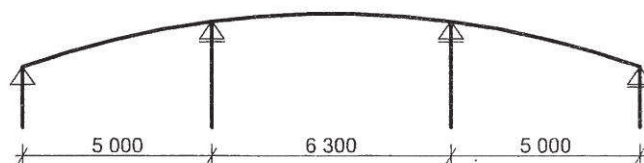
Ⓟ V1 Plnostěnná vaznice IPE - spojitý nosník



Ⓟ V2 Trubkový příhradový vazník



Ⓟ V3 Krajní oblouk - IPE





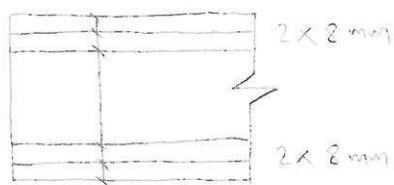
3.1 ZASTŘEŠENÍ VÁLCOVÉ STŘECHY

3.1.1 PĚNOSTĚNNÁ VAZNICE IPE (VI)

Zatížení:

STÁLE g	char. [kN/m]	TG	navrh [kN/m]
-----------	--------------	----	--------------

- filz skla
odhadovaná skladba:



$$2 \cdot (2 \cdot 0,008) \cdot 25 \cdot 3,15 = 1,575 \quad 1,35 \quad 2,126$$

[m] [kN/m³] 2,3 [m]

- vlastní filz vaznice (odhad) 0,1 1,35 0,135

celkem g	1,675	1,35	2,261
------------	-------	------	-------

PRŮMĚNNÉ q	char. [kN/m]	TG	navrh [kN/m]
--------------	--------------	----	--------------

- užitečné zatížení
 $0,75 \text{ [kN/m}^2] \cdot 3,15 \text{ [m]} = 2,363 \quad 1,5 \quad 3,547$

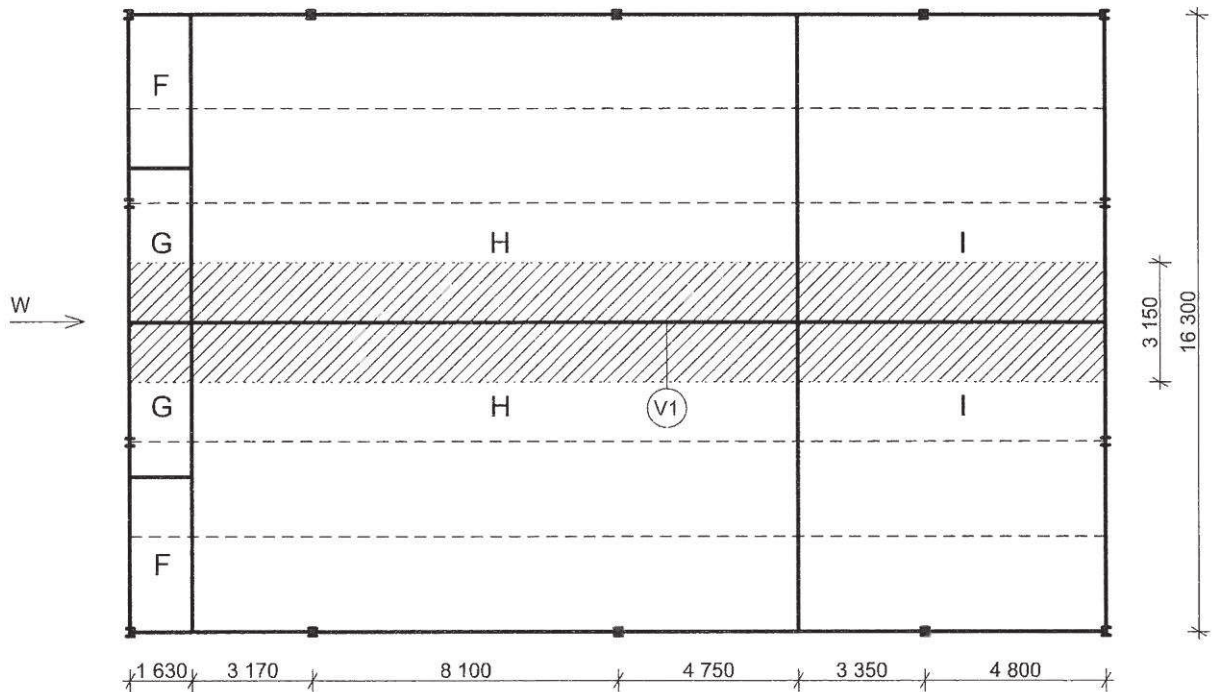
- sníh namávaný (rozhoduje)
 $2,0 \text{ [kN/m}^2] \cdot 3,15 \text{ [m]} = 6,30 \quad 1,5 \quad 9,45$

- příčný vítr } viz. schéma a výpočet
- podélný vítr }

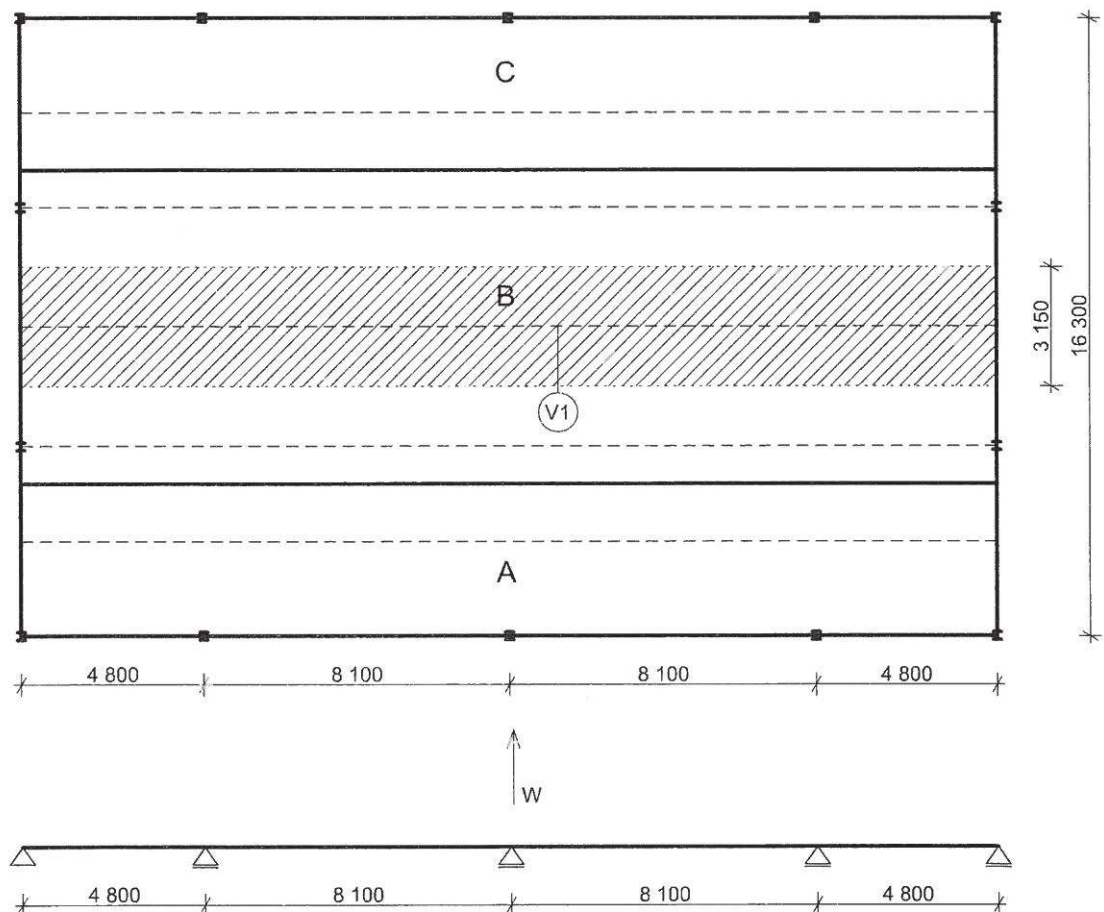


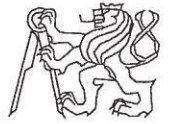
SCHÉMA ZATÍŽENÍ VAZNICE VĚTREM:

Podélný vítr



Příčný vítr





• podélný vítr

1. pole :

$$\begin{aligned}
 w_{e,k} &= \frac{b}{L} \sum_i (w_{e,i} \cdot L)_i \\
 &= - \frac{3,15}{4,2} (w_{e,G} \cdot 1,63 + w_{e,H} \cdot 2,57) \\
 &= - \frac{3,15}{4,2} (0,92 \cdot 1,63 + 0,52 \cdot 2,57) = - 2,07 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

2. pole :

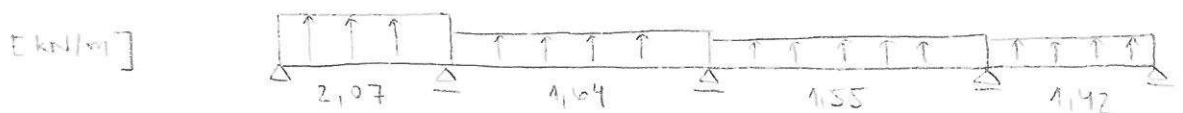
$$w_{e,k} = b \cdot w_{e,H} = 3,15 \cdot (-0,52) = - 1,64 \text{ kN/m}$$

3. pole

$$\begin{aligned}
 w_{e,k} &= \frac{b}{L} \sum_i (w_{e,i} \cdot L)_i \\
 &= - \frac{3,15}{8,1} (w_{e,H} \cdot 4,75 + w_{e,I} \cdot 3,35) \\
 &= - \frac{3,15}{8,1} (0,52 \cdot 4,75 + 0,45 \cdot 3,35) = - 1,55 \text{ kN/m}
 \end{aligned}$$

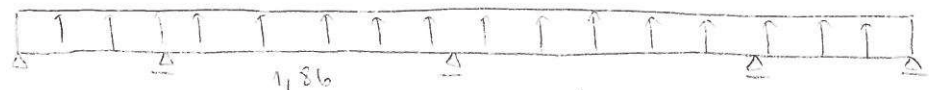
4. pole

$$w_{e,k} = b \cdot w_{e,I} = 3,15 \cdot (-0,45) = - 1,42 \text{ kN/m}$$



• příčný vítr

$$w_{e,k} = b \cdot w_{e,G} = 3,15 \cdot (-0,57) = - 1,80 \text{ kN/m}$$



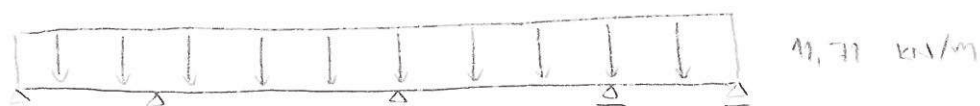


Kombinace zatížení :

1) státle + snih

$$q_k = 1,675 + 6,3 = 7,98 \text{ kN/m}$$

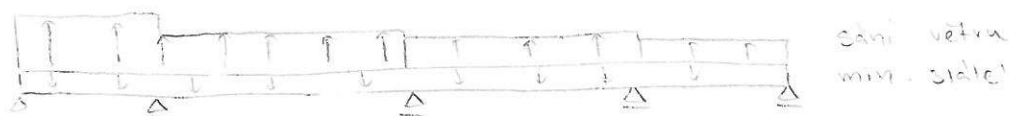
$$q_d = 1,675 \cdot 1,35 + 6,3 \cdot 1,5 = 11,71 \text{ kN/m}$$



2) min státle + podélný vítr (sání)

$$q_k = 0,9 \cdot 1,675 + w_{e,k}$$

$$q_d = 0,9 \cdot 1,675 \cdot 1,35 + w_{e,k} \cdot 1,5$$



3) min. státle + příčný vítr (sání)

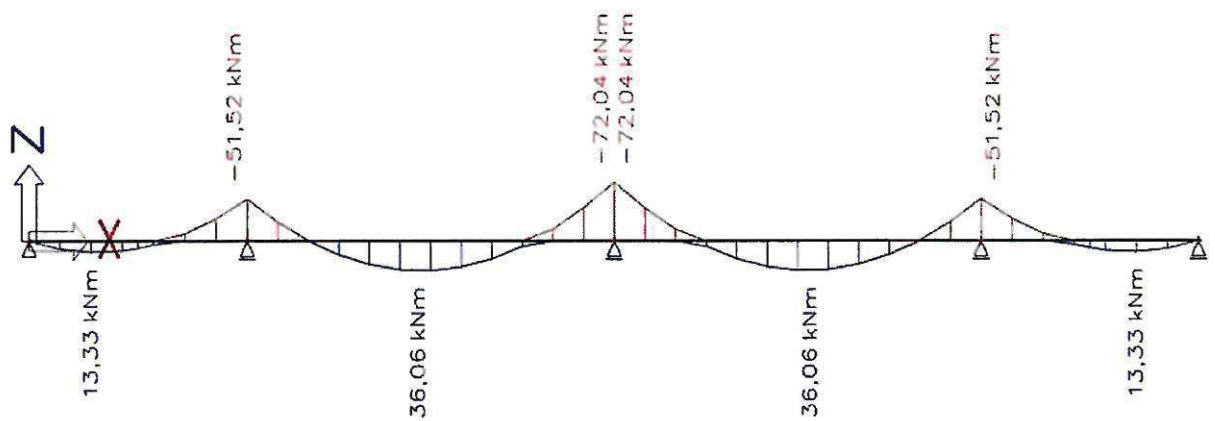




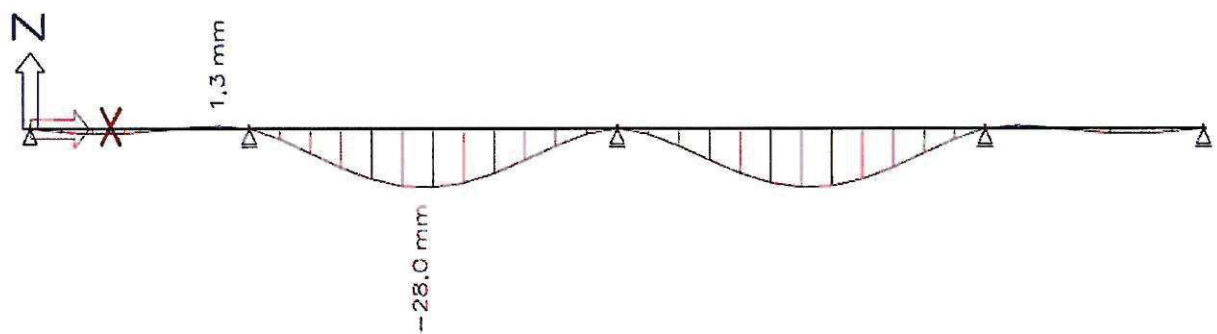
Statický výpočet v programu SCIA Engineer

Rozhodující kombinace zatěžovacích stavů:
stálé zatížení + sněh

M_y (kNm):



u_z (mm):





Posouzení vaznice MSÚ :

= vychodující kombinace zařízení 1

$$M_{ed,1} = 72,04 \text{ kNm}$$

$$w_{pl,y, \min} = \frac{M_{ed} \cdot f_{H0}}{f_y} = \frac{72,04 \cdot 10^6 \cdot 1,0}{235} = 206,553 \text{ mm}^2$$

NÁVRH : IPE 240

$$w_{pl,y, \text{ IPE 240}} = 366,600 \text{ mm}^3$$

$$m = 30,7 \text{ kg/m}$$

$$M_{ed} = M_{ed,1} + M_{ed, \text{ IPE 240}}$$

$$= 72,04 + 1,93 = 73,97 \text{ kNm}$$

$$M_{pl, Rd} = \frac{w_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{366,600 \cdot 235}{1,0} = 86,15 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

$$= 86,15 \text{ kNm}$$

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

$$73,97 \leq 86,15 \text{ [kNm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

Posouzení vaznice MSP :

- doposudní mezní průhyb vaznice

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

- skutečný průhyb

$$f_{skut} = 28 \text{ mm}$$

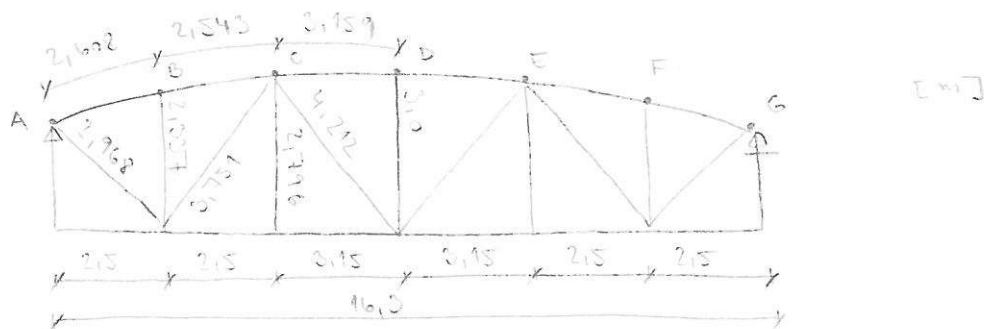
$$f_{skut} \leq f_{max}$$

$$28 \leq 40,5 \text{ [mm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

pozn. ostatní vaznice vzhledem k menší zatížení byla navržena z konstrukčních důvodů ze shodného profilu IPE 240.



3.1.2 TRUBKOVÝ PŘÍHRADOVÝ VAZNIK (V2)



3.1.2.1 ZATĚŽOVACÍ STAVY A JEJICH KOMBINACE

① ZS1 = stále zatížení

$$\begin{aligned}
 g_k &= \text{střešní plášť} + \text{hlna vazníků (IPE 240)} \\
 &= \underbrace{2(2 \cdot 0,008)}_{\substack{\text{[2 vrstvy} \\ \text{2x 8 mm sklo}]}} \cdot \underbrace{25}_{\substack{\text{[KN/m}^2 \\ \text{délka}}} + \underbrace{0,1507}_{\substack{\text{[30,7 kg/m]}}} \\
 &= 6,787 \text{ KN/m}
 \end{aligned}$$

$$F_A = F_G = g_k \cdot \left(\frac{2,5}{2}\right) = 6,787 \cdot \frac{2,5}{2} = 8,48 \text{ KN}$$

$$F_B = F_F = g_k \cdot 2,5 = 6,787 \cdot 2,5 = 16,97 \text{ KN}$$

$$F_C = F_E = g_k \cdot \left(\frac{2,5}{2} + \frac{3,15}{2}\right) = 6,787 \cdot 2,825 = 19,17 \text{ KN}$$

$$F_D = g_k \cdot 3,15 = 6,787 \cdot 3,15 = 21,38 \text{ KN}$$

② ZS2 = minimální stále zatížení

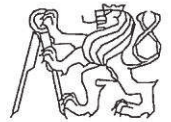
$$g_{k,min} = 0,9 \cdot g_k$$

$$F_A = F_G = 0,9 \cdot 8,48 = 7,63 \text{ KN}$$

$$F_B = F_F = 0,9 \cdot 16,97 = 15,27 \text{ KN}$$

$$F_C = F_E = 0,9 \cdot 19,17 = 17,25 \text{ KN}$$

$$F_D = 0,9 \cdot 21,38 = 19,24 \text{ KN}$$



③ 253 = nenáročný sníh - případ i

$$F_i = s_{ic} \cdot s_k \cdot z_k \cdot \mu \cdot L$$

$= 2,0 \text{ kN/m}^2 \quad [m] \quad L = 8,1 \text{ m}$

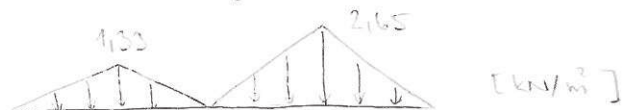
$$F_A = F_G = 2,0 \cdot 1,25 \cdot 8,1 = 20,25 \text{ kN}$$

$$F_B = F_F = 2,0 \cdot 2,15 \cdot 8,1 = 40,15 \text{ kN}$$

$$F_C = F_E = 2,0 \cdot 2,825 \cdot 8,1 = 45,765 \text{ kN}$$

$$F_D = 2,0 \cdot 3,15 \cdot 8,1 = 51,03 \text{ kN}$$

④ 254 = náročný sníh - případ ii



$$F_A = 0,408 \cdot 1,25 \cdot 8,1 = 4,10 \text{ kN}$$

$$F_B = 0,816 \cdot 2,15 \cdot 8,1 = 16,52 \text{ kN}$$

$$F_C = 1,028 \cdot 2,825 \cdot 8,1 = 23,52 \text{ kN}$$

$$F_D = 0,771 \cdot 3,15 \cdot 8,1 = 19,67 \text{ kN}$$

$$F_E = 2,147 \cdot 2,825 \cdot 8,1 = 49,15 \text{ kN}$$

$$F_F = 1,632 \cdot 2,15 \cdot 8,1 = 33,05 \text{ kN}$$

$$F_G = 0,816 \cdot 1,25 \cdot 8,1 = 8,26 \text{ kN}$$

⑤ 255 = náročný sníh - národní příloha normy



$$F_A = 0,35 \cdot 1,25 \cdot 8,1 = 3,50 \text{ kN}$$

$$F_B = 2,52 \cdot 2,15 \cdot 8,1 = 51,03 \text{ kN}$$

$$F_C = 1,33 \cdot 2,825 \cdot 8,1 = 30,15 \text{ kN}$$

$$F_D = 0,53 \cdot 3,15 \cdot 8,1 = 13,52 \text{ kN}$$

$$F_E = 0,67 \cdot 2,825 \cdot 8,1 = 15,33 \text{ kN}$$

$$F_F = 1,26 \cdot 2,15 \cdot 8,1 = 25,52 \text{ kN}$$

$$F_G = 1,62 \cdot 1,25 \cdot 8,1 = 17,01 \text{ kN}$$



⑥ 256 = příčný vítr (sání)

$$T_A = (-0,85) \cdot 1,25 \cdot 8,1 = -8,61 \text{ kN}$$

$$T_B = (-0,85) \cdot 2,15 \cdot 8,1 = -17,21 \text{ kN}$$

$$T_C = (-0,59) \cdot 2,825 \cdot 8,1 = -13,15 \text{ kN}$$

$$T_D = (-0,59) \cdot 3,15 \cdot 8,1 = -15,05 \text{ kN}$$

$$T_E = (-0,59) \cdot 2,825 \cdot 8,1 = -13,15 \text{ kN}$$

$$T_F = (-0,33) \cdot 2,15 \cdot 8,1 = -6,62 \text{ kN}$$

$$T_G = (-0,33) \cdot 1,25 \cdot 8,1 = -3,34 \text{ kN}$$

⑦ 257 = podélný vítr (sání)

$$T_A = F_G = (-0,52) \cdot 1,25 = -5,265 \text{ kN}$$

$$F_D = T_F = (-0,52) \cdot 2,15 = -10,53 \text{ kN}$$

$$T_C = T_E = (-0,52) \cdot 2,825 = -11,899 \text{ kN}$$

$$T_D = (-0,52) \cdot 3,15 = -13,27 \text{ kN}$$



Kombinace záložnicí a střeš. :

- 101 : stálé (251) + snih i (253)
 102 : stálé (251) + snih ii (254)
 103 : stálé (251) + snih náv. příst. (255)
 104 : stálé min. (252) + přič. v. (256)
 105 : stálé min. (252) + podélný v. (257)
 106 : stálé (251) + snih i (253) + 40 přič. v. (256)
 107 : stálé (251) + snih ii (254) + 40 přič. v. (256)
 108 : stálé (251) + snih náv. p. (255) + 40 přič. v. (256)
 109 : stálé (251) + přič. v. (256) + 41 snih i (253)
 1010 : stálé (251) + přič. v. (256) + 41 snih ii (254)
 1011 : stálé (251) + přič. v. (256) + 41 snih náv. p. (255)

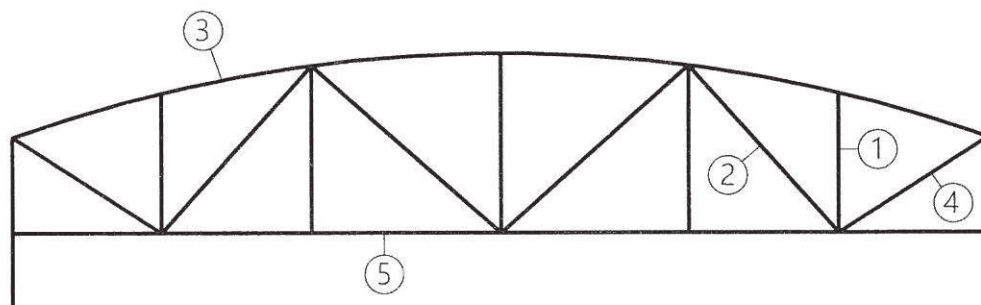
bezpečnostní součinitele :

- stálé $\gamma_G = 1,35$ (251)
 min. stálé $\gamma_{G, min} = 1,0$ (252)
 proměnné $\gamma_Q = 1,5$ (253 + 257)
 40 = 0,6
 41 = 0,5



3.1.2.2 Rozhodující výsledky vnitřních sil

Příhradový vazník



Rozhodující kombinace zatěžovacích stavů:
CO1: stálé zatížení (ZS1) + nenavátý sníh (ZS3)

Posouzena je také kombinace zatěžovacích stavů
CO4: minimální stálé zatížení (ZS2) + příčný vítr (ZS6), kdy dochází k
namáhání dolního pásu tlakem a horního pásu tahem díky sání větru.

Posuzované prvky:

- ① SVISLÝ PRVEK
- ② DIAGONÁLA (tlak)
- ③ HORNÍ PÁS
- ④ DIAGONÁLA (tah)
- ⑤ DOLNÍ PÁS

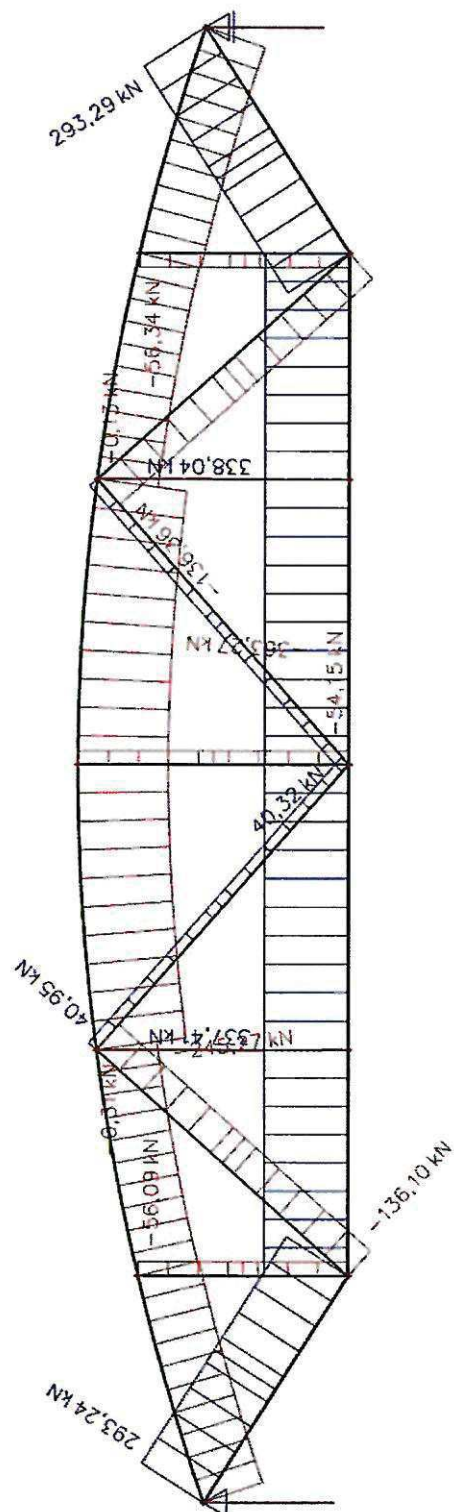


Statický výpočet v programu SCIA Engineer

Rozhodující kombinace zatěžovacích stavů:

CO1: stálé zatížení (ZS1) + nenavátý sníh (ZS3)

N (kN):



Extrémy vnitřní normálové síly N:

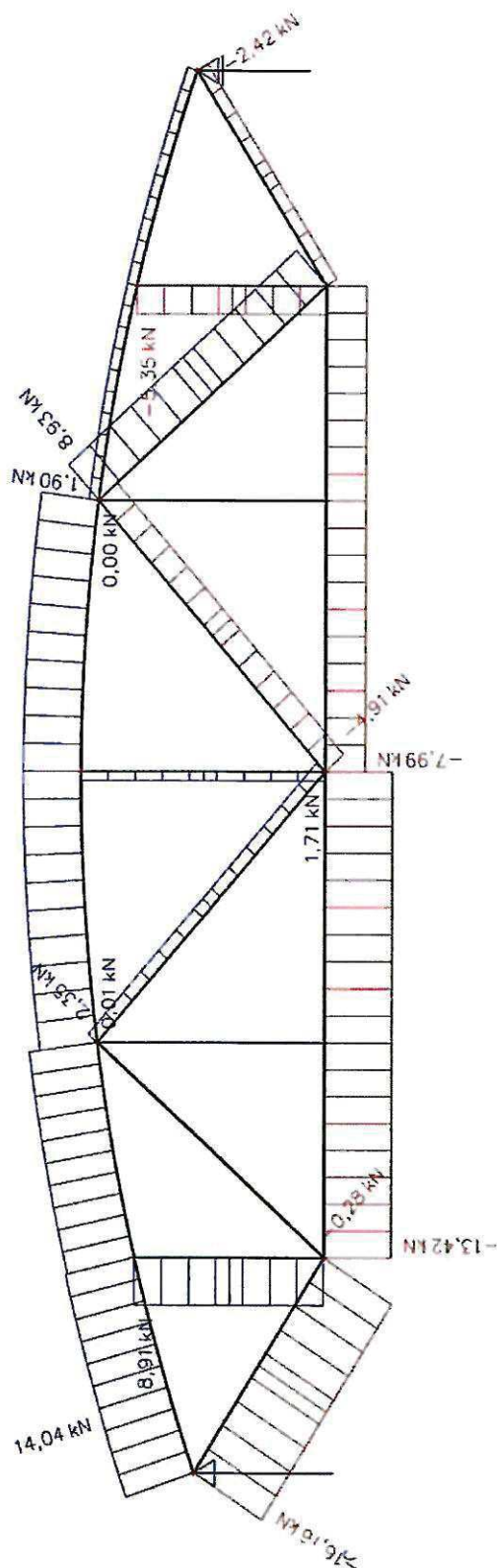
- 1: tlačný svislý prvek
 $N_{\max,1} = -56,34$ kN
- 2: tlačná diagonála
 $N_{\max,2} = -136,36$ kN
- 3: tlačný horní pás
 $N_{\max,3} = -363,27$ kN
- 4: tažená diagonála
 $N_{\max,4} = 293,29$ kN
- 5: tažený dolní pás
 $N_{\max,5} = 338,04$ kN



Statický výpočet v programu SCIA Engineer

Rozhodující kombinace zatěžovacích stavů:
CO4: minimální stálé zatížení (ZS1) + příčný vítr (ZS6)

N (kN):



Extrémy vnitřní normálové síly N:

6: tlačení dolní pás
 $N_{\max,6} = -13,42$ kN

7: tažená diagonála
 $N_{\max,7} = 8,93$ kN

8: tažený horní pás
 $N_{\max,8} = 14,04$ kN



3.1.2.3. NÁVRH A POSOUZENÍ PRUTŮ VAZNIKU TAŽENÉ PRUTY :

- N_{Ed} (SCIA Engineer) [kN]
- $N_{t,Rd} = A \cdot f_{yd}$ [kN]
 $f_{yd} \dots 435 \text{ MPa}$
- $\lambda = L/i$

TLAČENÉ PRUTY :

- N_{Ed} (SCIA Engineer) [kN]
- $N_{t,Rd} = \chi \cdot A \cdot f_{yd}$ [kN]
 $f_{yd} \dots 435 \text{ MPa}$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} \quad \dots \text{ součinitel vzpěrnosti}$$

$$\phi = 0,15 [1 + \alpha (\lambda' - 0,2) + \lambda'^2]$$

- $\alpha \dots$ součinitel imperfekce = 0,21
↳ pro křivku vzpěrnosti α
↳ pro duté průřezy válcované za tepla

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} \quad \dots \text{ poměrná Eulerova délka}$$

$$\lambda_1 = \pi \cdot \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \varepsilon = 93,9 \cdot 1,0 = 93,9$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{235}} = 1,0$$

$$\lambda = L_{cr} / i$$

Numerický výpočet jednotlivých
prutů vazníku pomocí MS Excel
STR. 42, 43

CO1: stálé zatížení (ZS1) + nenavátý sníh (ZS3)

A. TLAČENÉ PRUTY

① SVISLÝ PRVEK

zvolený profil: TR 70x4

i [mm] 23,4

A [mm²] 829

	λ	λ'	Φ	χ	N_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]
$L_{cr,y}$ [mm]	99,872	1,064	1,156	0,621	121,01	> 56,34
$L_{cr,z}$ [mm]						
α						

λ_1

93,9

TR 70x4 ...VYHOVUJE

② DIAGONÁLA

zvolený profil: TR 102x4

i [mm] 34,7

A [mm²] 1232

	λ	λ'	Φ	χ	N_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]
$L_{cr,y}$ [mm]	108,098	1,151	1,263	0,562	162,58	> 136,36
$L_{cr,z}$ [mm]						
α						

λ_1

93,9

TR 102x4 ...VYHOVUJE

③ HORNÍ PÁS

zvolený profil: TR 133x5

i [mm] 45,3

A [mm²] 2011

	λ	λ'	Φ	χ	N_{Ed} [kN]	N_{Ed} [kN]
$L_{cr,y}$ [mm]	69,536	0,741	0,831	0,828	391,24	> 363,27
$L_{cr,z}$ [mm]						
α						

λ_1

93,9

TR 133x5 ...VYHOVUJE

B. TAŽENÉ PRUTY

④ DIAGONÁLA

zvolený profil: TR 70x4

N_{Ed} [kN] 293,29

$N_{t,Rd}$ [kN] 360,62

A [mm²] 829

λ 126,838

L_{cr} [mm] 2968

i [mm] 23,4

$N_{t,Rd} > N_{Ed}$

$\lambda = L/i$ (cca 200)

TR 70x4 ...VYHOVUJE

⑤ DOLNÍ PÁS

zvolený profil: TR 102x4

N_{Ed} [kN] 338,04

$N_{t,Rd}$ [kN] 535,92

A [mm²] 1232

λ 90,778

L_{cr} [mm] 3150

i [mm] 34,7

$N_{t,Rd} > N_{Ed}$

$\lambda = L/i$ (cca 200)

TR 102x4 ...VYHOVUJE

CO4: minimální stálé zatížení (ZS2) + příčný vítr (ZS6)

A. TLAČENÉ PRUTY

⑤ DOLNÍ PÁS

a. vybočení z roviny
zvolený profil: TR 102x4

i [mm] 34,7

A [mm²] 1232

	λ	λ'	Φ	χ	N_{Rd} [kN]	N_{Ed} [kN]
$L_{cr,z}$ [mm] 6300	181,556	1,934	2,551	0,237	68,68	> 13,42
α 0,21						
	λ_1					
	93,9				TR 102x4	...VYHOVUJE

b. vybočení v rovině
zvolený profil: TR 102x4

i [mm] 34,7

A [mm²] 1232

	λ	λ'	Φ	χ	N_{Rd} [kN]	N_{Ed} [kN]
$L_{cr,y}$ [mm] 3150	90,778	0,967	1,048	0,689	199,40	> 13,42
α 0,21						
	λ_1					
	93,9				TR 102x4	...VYHOVUJE

B. TAŽENÉ PRUTY

② DIAGONÁLA

zvolený profil: TR 70x4

N_{Ed} [kN] 8,93

$N_{t,Rd}$ [kN] 360,62

A [mm²] 829

λ 160,299

L_{cr} [mm] 3751

i [mm] 23,4

$N_{t,Rd} > N_{Ed}$

$\lambda = L/i$ (cca 200)

TR 70x4 ...VYHOVUJE

③ HORNÍ PÁS

zvolený profil: TR 102x4

N_{Ed} [kN] 14,04

$N_{t,Rd}$ [kN] 535,92

A [mm²] 1232

λ 75,159

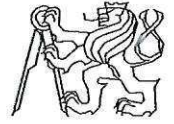
L_{cr} [mm] 2608

i [mm] 34,7

$N_{t,Rd} > N_{Ed}$

$\lambda = L/i$ (cca 200)

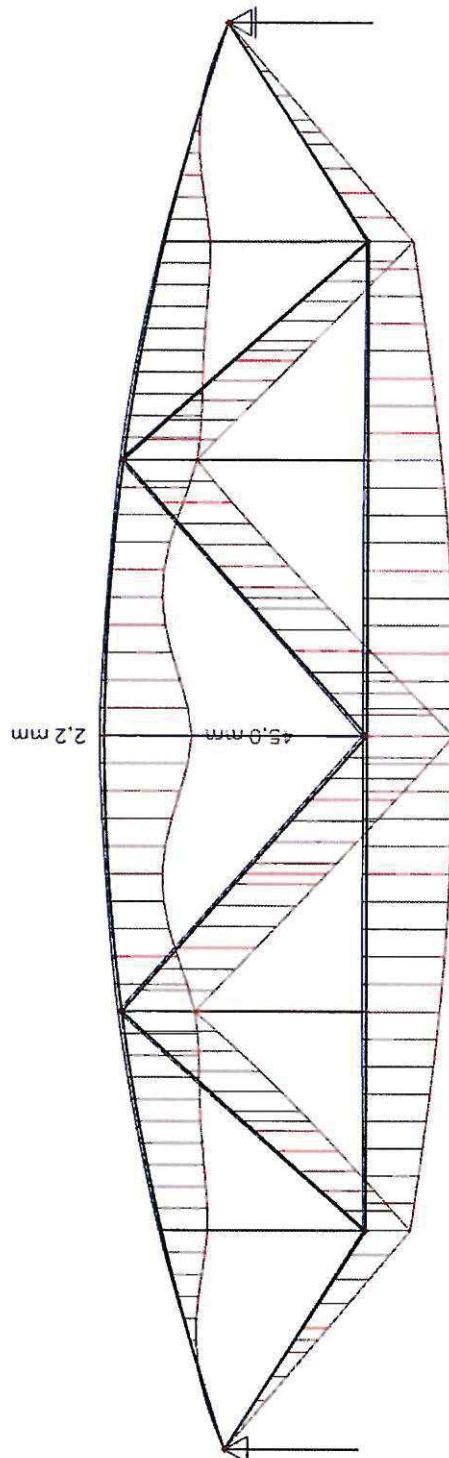
TR 102x4 ...VYHOVUJE



Statický výpočet v programu SCIA Engineer

Mezní stav použitelnosti:

u_z (mm):



max. posun $u_z = 45$ mm

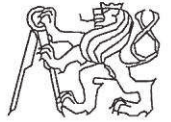


TFSP :

- $\delta = 45 \text{ mm}$ (výpočet SCIA Engineer)
- $\delta_{lim} = \frac{L}{250} = \frac{16500}{250} = 65,2 \text{ mm}$

posouzení :

$$\delta < \delta_{lim}$$
$$45 \leq 65,2 \text{ [mm]} \quad \dots \text{ VYHODNĚ}$$



3.1.3 KRAJNÍ OBLOUK IPE (V3)

zatížení :

STÁLE g	char. [kN/m]	γ_G	návrh. [kN/m]
<ul style="list-style-type: none"> • tíha ztlca (viz. vaznice) $2 \cdot (2 \cdot 0,002) \cdot 25 \cdot 2,4 = 1,92$ z 3. 	1,92	1,35	2,59
<ul style="list-style-type: none"> • tíha vaznice (IPE 240) 	0,357	1,35	0,41
<ul style="list-style-type: none"> • vl. tíha oblouku (odhad) 	0,5	1,05	0,62
celkem g	2,73	1,35	3,62

PRŮMĚRNÉ q	char. [kN/m]	γ_Q	návrh. [kN/m]
--------------	--------------	------------	---------------

- větrné zatížení
 $0,75 \text{ [kN/m}^2] \cdot 2,4 \text{ [m]} = 1,8$ 1,5 2,7
- sníh nenavátý
 $2,0 \text{ [kN/m}^2] \cdot 2,4 \text{ [m]} = 4,8$ 1,5 7,2
- příčný vítr } viz. schéma a vypočet
- podélný vítr }

• podélný vítr :

1. pole : $w_{e,1K} = \frac{b}{L} \sum_i (w_{e,i} \cdot L_i)$
 = 3. pole
 $= - \frac{2,4}{5} (w_{e,1F} \cdot 4,075 + w_{e,1G} \cdot 0,925)$
 $= - \frac{2,4}{5} (1,26 \cdot 4,075 + 0,92 \cdot 0,925) = - 2,87 \text{ kN/m}$

2. pole : $w_{e,1K} = b \cdot w_{e,1G}$
 $= 2,4 \cdot (-0,92) = - 2,2 \text{ kN/m}$





• příčný vítr :

1. pole :

$$w_{e,k} = \frac{b}{L} \sum (w_{e,i} \cdot L_i)$$

$$= - \frac{2,4}{5} (w_{e,A} \cdot 4,015 + w_{e,B} \cdot 0,985)$$

$$= - \frac{2,4}{5} (0,25 \cdot 4,015 + 0,59 \cdot 0,985) = - 1,92 \text{ kN/m}$$

2. pole :

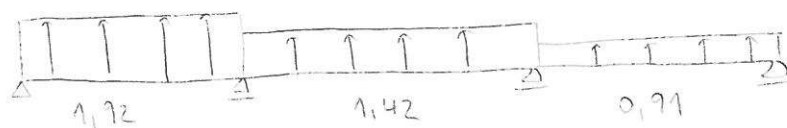
$$w_{e,k} = b \cdot w_{e,B}$$

$$= 2,4 \cdot (-0,59) = - 1,42 \text{ kN/m}$$

3. pole

$$w_{e,k} = - \frac{2,4}{5} (w_{e,B} \cdot 0,985 + w_{e,C} \cdot 4,015)$$

$$= - \frac{2,4}{5} (0,59 \cdot 0,985 + 0,35 \cdot 4,015) = - 0,91 \text{ kN/m}$$



Kombinace zatížení :

1) stálé + sniž (= rozhodující)

$$g_k = 2,73 + 4,8 = 7,53 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 2,73 \cdot 1,35 + 4,8 \cdot 1,5 = 10,89 \text{ kN/m}$$

2) min. stálé + podélný vítr (závěs)

$$g_k = 0,9 \cdot 2,73 + w_{e,k, \text{pod}}$$

$$g_d = 0,9 \cdot 2,73 \cdot 1,35 + w_{e,k, \text{pod}} \cdot 1,5$$

3) min. stálé + příčný vítr (závěs)

$$g_k = 0,9 \cdot 2,73 + w_{e,k, \text{příč}}$$

$$g_d = 0,9 \cdot 2,73 \cdot 1,35 + w_{e,k, \text{příč}} \cdot 1,5$$

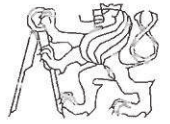
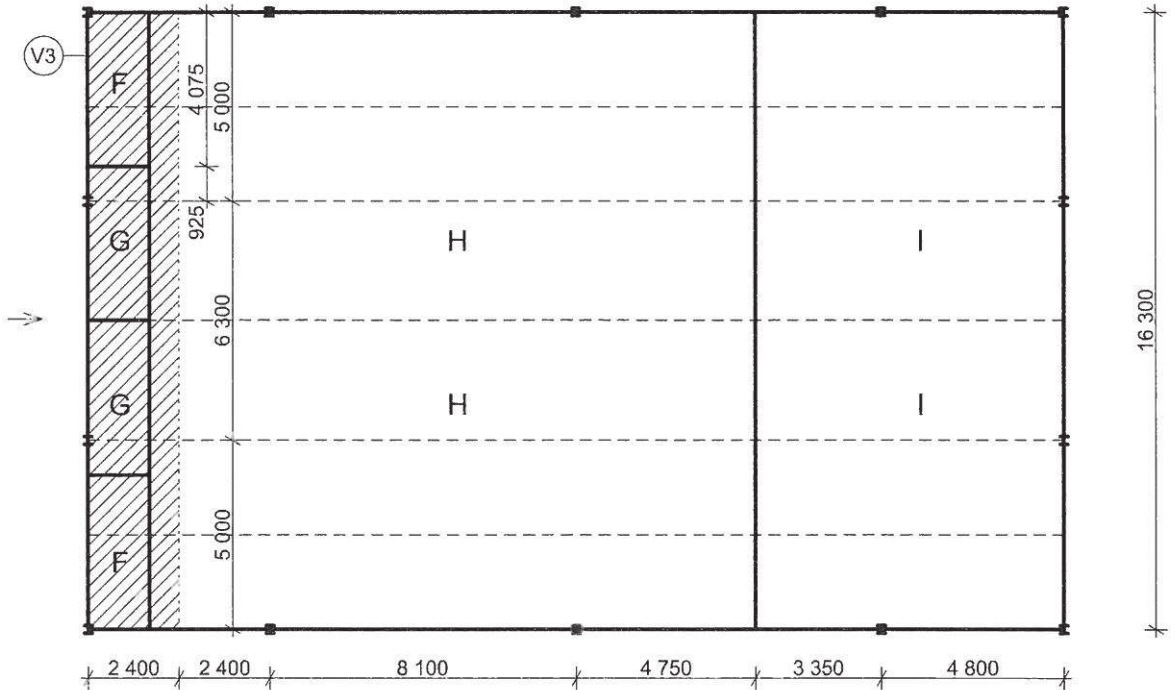
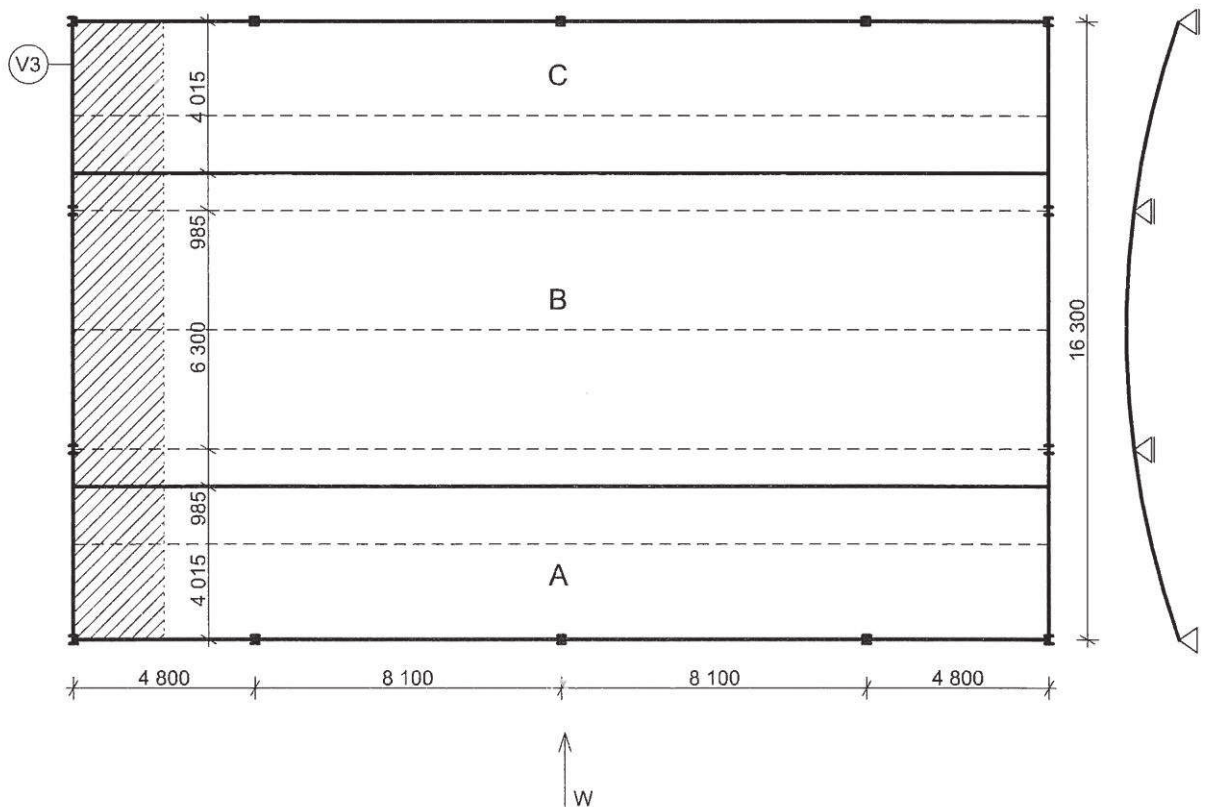


SCHÉMA ZATÍŽENÍ KRAJNÍHO OBLOUKU VĚTREM:

Podélný vítr



Příčný vítr





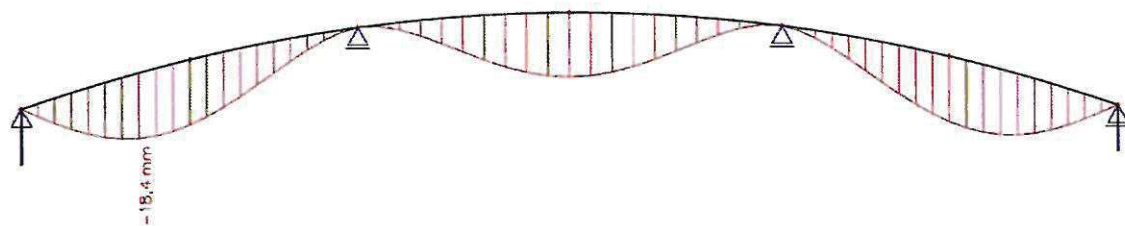
Statický výpočet v programu SCIA Engineer

Rozhodující kombinace zatěžovacích stavů:
stálé zatížení + sníh

M_y (kNm):



u_z (mm):





Posouzení oblouku MSÚ :

= rozhodující kombinace zvláště 1

$$M_{ed,1} = 27,41 \text{ kNm}$$

$$W_{pl,y,min} = \frac{M_{ed,1} - \gamma_{M0}}{\gamma_{M0}} = \frac{27,41 \cdot 10^6 - 10}{1,0} = 16638 \text{ mm}^3$$

NÁVRH : IPE 180

$$W_{pl,y, IPE 180} = 166,4 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$m = 12,8 \text{ kg/m}$$

$$M_{ed} = M_{ed,1} + M_{ed, IPE, 180}$$

$$= 27,41 + 1,02 = 28,43 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{166400 \cdot 235}{1,0} \cdot 10^6 = 39,1 \text{ kNm}$$

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

$$27,41 \leq 39,1 \text{ [kNm]} \dots \text{ VYHODNĚNÉ}$$

Posouzení oblouku MSP :

- dopravní mezní stav

$$f_{max} = \frac{L}{200} = \frac{6500}{200} = 32,5 \text{ mm}$$

- statický stav

$$f_{stat} = 12,4 \text{ mm}$$

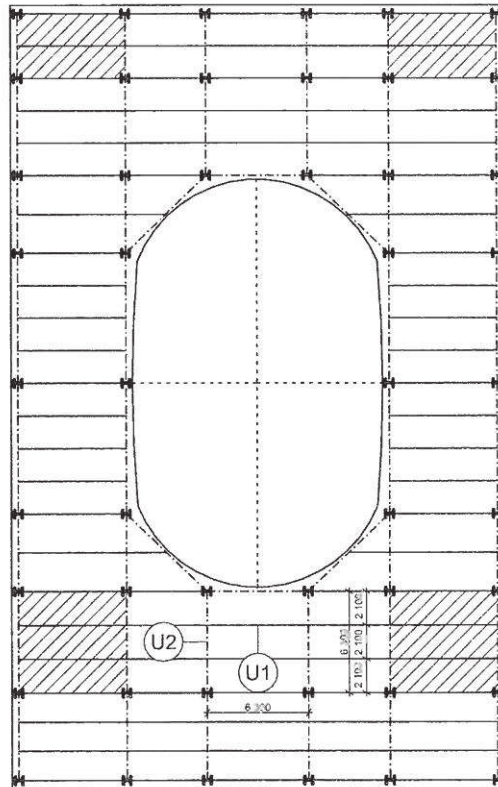
$$f_{stat} \leq f_{max}$$

$$12,4 \leq 32,5 \text{ [mm]} \dots \text{ VYHODNĚNÉ}$$



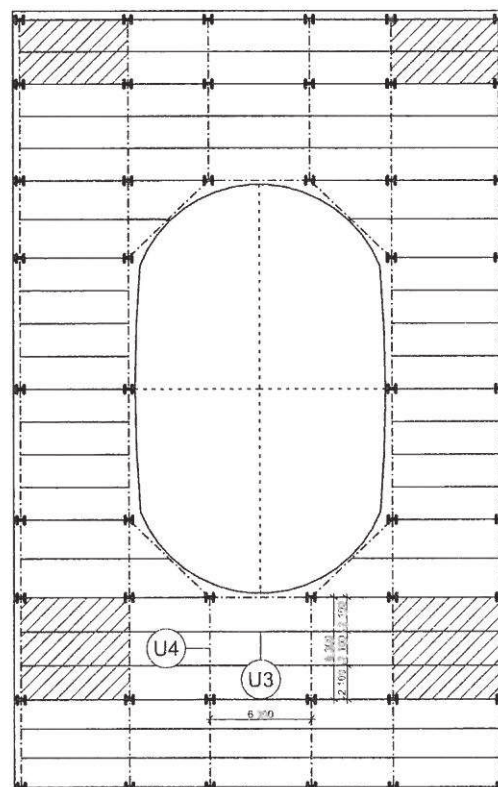
VODOROVNÉ NOSNÉ KONSTRUKCE:

Stropní konstrukce běžného patra:

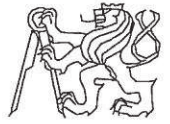


U1... stropnice
U2... průvlak

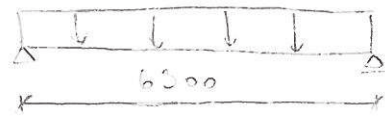
Střešní konstrukce 3.NP, část: plochá střecha



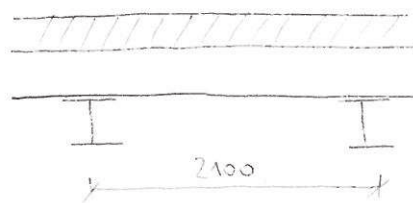
U3... stropnice
U4... průvlak



3.2 STROPNÍ KONSTRUKCE



ocelobetonová stropnice



50 = bet. deska
50 = trapez. plech
TR 50/262,5
= stropnice

3.2.1 TRAPÉZOVÝ PLECH

zatížení:
(zatížená šířka 1 m)

STÁLE g	char. [kN/m]	TG	užitk. [kN/m]
-----------	--------------	----	---------------

- bet. deska
svařovaná kování 18 mm
+ 50 mm nad žebra
 $26 (0,018 + 0,05) = 1,77$ 1,35 2,39

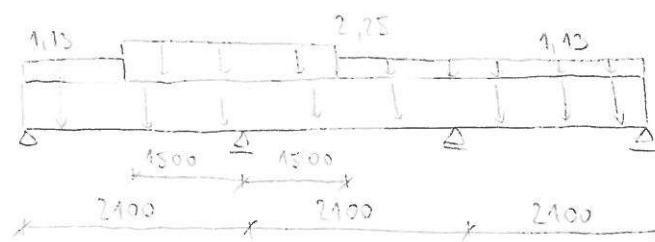
- trapezový plech
TR 50/262,5 k. 1mm
 $G = 9,62 \text{ kg/m}^2$
 $= 0,096 \text{ kN/m}^2 \cdot 1\text{m}$
 $= 0,1 \text{ kN/m}$

1,87 1,35 2,33

PROSTĚRNÉ q	char. [kN/m]	TG	užitk. [kN/m]
---------------	--------------	----	---------------

- výrovnoměrné užitné 0,75 1,5 1,13
 - zvětšené užitné 1,5 1,5 2,25
- 2,25 1,5 3,38

TRAPÉZOVÝ PLECH

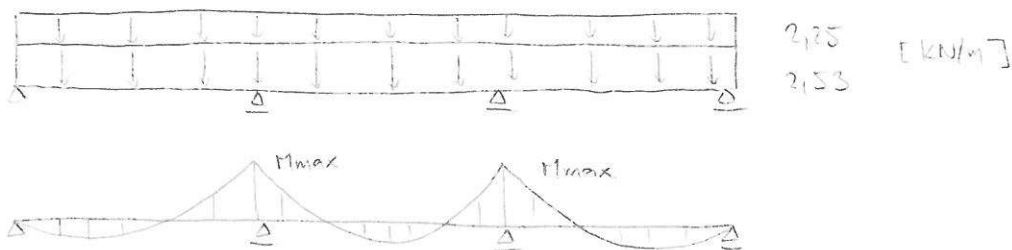


~ stálé = 2,33

[kN/m]



→ bezpečně zjednodušení



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

$$= \frac{1}{10} (2,53 + 3,38) \cdot 2,1^2 = 2,61 \text{ kNm/m}$$

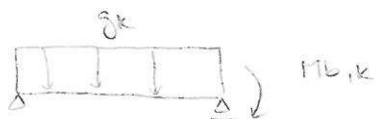
MSD: $M_{a, ed} = \frac{W_{pl, eff} \cdot \rho_y}{\gamma_a} = \frac{12 \cdot 10^3 \cdot 235}{1,0} = 2,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$

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

$$2,8 > 2,6 \text{ [kNm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$

MSP:

(pouze static)



$$M_{b, k} = \frac{1}{10} g_k \cdot L^2 = \frac{1}{10} \cdot 1,87 \cdot 2,1^2 = 0,83 \text{ kNm/m}$$

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

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

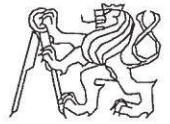
$$= \frac{1}{210 \cdot 10^3 \cdot 0,129 \cdot 10^6} \left(\frac{5}{384} \cdot 1,87 \cdot 2100^4 + \frac{1}{16} \cdot 0,83 \cdot 2100^2 \right)$$

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

$$\delta \leq \delta_{přip}$$

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

NÁVRH - TRAPÉZOVÝ PLECH TR S0/262,5 tl. 1mm



3.2.2 SPŘAŽENÁ OCELOBETONOVÁ STROPNICE (U1)

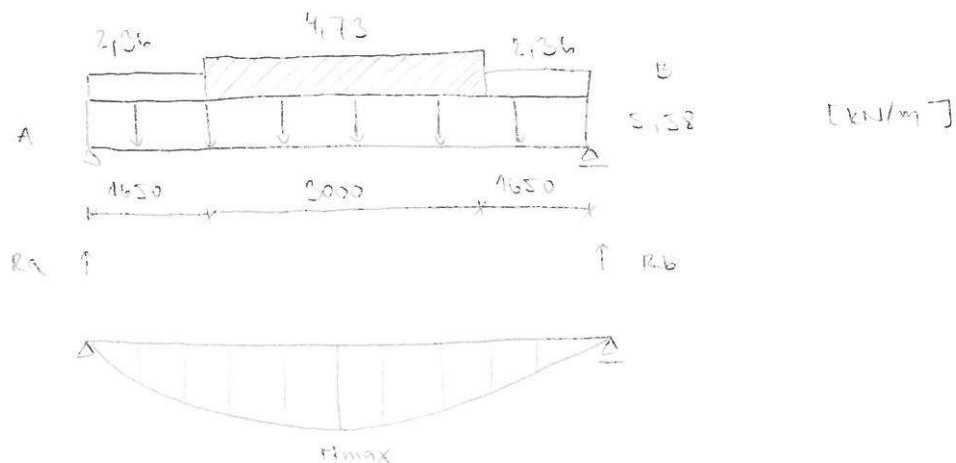
v průběhu montáže není podopřena

3.2.2.1 MONTÁŽNÍ STADIUM (ocelový nosník)

zakřivení žebra = 2,1 m
zakřivení :

STĚLE	g	char. [kN/m]	γ_G	návrh. [kN/m]
• vl. tíha stropnice odhad IPE 200		0,22	1,35	0,3
• TR 50/262,5 tl. 1mm Q1 - 2,1		0,21	1,35	0,28
• betonová směs 26 (0,018 + 0,105) 2,1		0,71	1,35	0,96
celkem		1,14	1,35	1,54

PROTĚNNÉ q	char. [kN/m]	γ_Q	návrh. [kN/m]
↳ při betonáži			
• na délce 3m $1,5 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,1 \text{ m} = 3,15$	3,15	1,5	4,73
• jinde $0,75 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,1 \text{ m} = 1,58$	1,58	1,5	2,36
celkem	4,73	1,5	7,09





$$\text{reakce: } \overset{\curvearrowright}{M_A} : 6,3 R_b = 5,52 \frac{6,3^2}{2} - 4,73 \cdot 3 \left(1,65 + \frac{3}{2}\right) - 2,36 \cdot 1,65 \left(1,65 + 3 + \frac{1,65}{2}\right) - 2,36 \frac{1,65^2}{2} = 0$$

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

$$M_{ed} = 28,57 \cdot \frac{6,3}{2} - 4,73 \frac{1,5^2}{2} - 5,52 \frac{3,15^2}{2} - 2,36 \cdot 1,65 \left(1,65 + \frac{3}{2}\right) = 44,72 \text{ kNm}$$

potřebný průřezový modul =

$$W_{min} = \frac{M_{ed} \cdot \gamma_M}{f_y} = \frac{44,72 \cdot 1,0}{235} \cdot 10^6 = 190,3 \cdot 10^6 \text{ mm}^3$$

NAVRH: IPE 200

$$MSG: M_{pl, Rd} = \frac{W_{pl,y} \cdot f_y}{\gamma_M} = \frac{220,6 \cdot 10^6 \cdot 235}{1,0} = 51,8 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$

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

$$\text{NSP: } \delta_{sbat} = \frac{5}{384} \cdot \frac{g_k L^4}{E \cdot I_y} = \frac{5}{384} \cdot \frac{4,14 \cdot 6300^4}{210 \cdot 10^9 \cdot 17,4 \cdot 10^6} = 20,84 \text{ mm}$$

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

posouzení: $\delta_{sbat} \leq \delta_{prip}$
 $20,84 \leq 31,5 \text{ [mm]} \dots \text{ VYHODNĚ}$



5.2.2.2 PROVOZNI STAV

zatížení :

STĚLE q	dan. [kN/m]	γ_G	návrh. [kN/m]
• IPE 200	0,22	1,35	0,3
• tv. prach	0,21	1,35	0,28
• 20 deska $24(0,012 + 0,05) \cdot 2,1 =$	3,43	1,35	4,63
• dlouhodobé střeš. (= podlaha, podhledy) =	1,5	1,35	2,025
celkem	5,36	1,35	7,235

PROTIĚNNÉ q	dan. [kN/m]	γ_Q	návrh. [kN/m]
• uživat. - kategorie C2 $3,0 \cdot 2,1 =$	6,3	1,5	9,45
• přemístitelné předm. o vlastní tíze ≤ 2 kN/m	0,8	1,5	1,2
celkem	7,1	1,5	10,65

CELKEM $\underbrace{g_k + q_k}_{g_k} = 12,46$ $\underbrace{q_d + q_d}_{q_d} = 17,89$

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

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

posouzení průřezu :

→ únosnost ve směru :

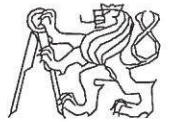
$$V_{p,rd} = A_v \cdot \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_c} = 14 \cdot 10^3 \cdot \frac{235}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 189,9 \text{ kN}$$

spolupůsobení tříh. desky :

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

→ poloha neutrální osy :

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



$$x = 37,52 \text{ mm} < 50 \text{ mm}$$

... n.o. leží v bet. desce

$$M_{pl, Rd} = \frac{A_s \cdot f_y}{\gamma_a} \cdot h_a = \frac{2850 \cdot 235}{1,0} \left(200 - \frac{37,52}{2} \right)$$

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

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

$$83,9 \leq 121,4 \text{ [kNm]} \quad \dots \text{ VYHOVUJE}$$

NÁVHĚ STŘOPNICE IPE 200 VYHOVUJE.

SPŘAŽENÍ :

návrh: tvrný ϕ 15,8 mm ; výška 90 mm ;
ocel = mezi povrchy po přetváření $f_u = 340 \text{ MPa}$

Charakteristická únosnost trnu v přehledné desce :

$$P_{Rk} = 0,8 \cdot f_u \cdot \frac{\pi d^2}{4}$$

$$= 0,8 \cdot 340 \cdot \frac{\pi \cdot 15,8^2}{4} = 53300 \text{ N} = 53,3 \text{ kN}$$

$$P_{Rk} = 0,27 d^2 \sqrt{f_{ck} \cdot E_{cm}}$$

$$= 0,27 \cdot 15,8^2 \sqrt{20 \cdot 27 \cdot 10^3} = 55400 \text{ N} = 55,4 \text{ kNm}$$

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

Návrhová únosnost trnu :

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

Redukovaná únosnost v žebrové desce :

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{N_r}} \cdot \frac{l_0}{h_p} \cdot \frac{h - h_p}{h_p}$$

$$= \frac{0,7}{\sqrt{1,0}} \cdot \frac{99,5}{48} \cdot \frac{90 - 48}{48} = 1,17 \quad \rightarrow k_t = 1,0$$

$$P_{Rd, red} = P_{Rd} \cdot k_t = 42,6 \cdot 1,0 = 42,6 \text{ kN}$$



Počet trusů na polovině nosníku:

$$F_{cd} = N_{cd} = N_{da} = \frac{A_{a, \text{tr}} \cdot f_{cd}}{z_{tr}} = \frac{2250 \cdot 295}{1,0} = 669,2 \cdot 10^2 \text{ N}$$

$$N_{tr} = \frac{F_{cd}}{P_{red, tr}} = \frac{669,2}{42,6} = 15,7 \text{ ks} \approx 16 \text{ ks}$$

→ vzdělí trusů

$\frac{1}{2}$ délky nosníku / počet vazeb mezi trusy

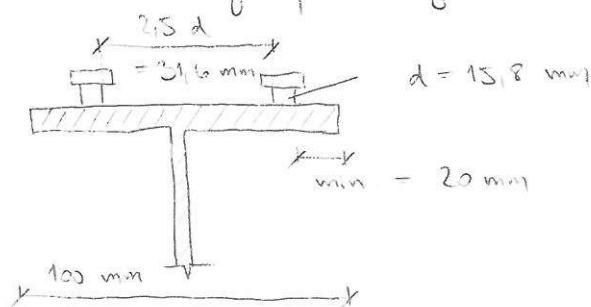
$$\left(\frac{6300}{2} \right) / 15 = 210 \text{ mm}$$

vzdálenost vln trapezového plechu = 267,5 mm

→ na celý nosník se vejde 24 trusů

(potřebná je $2 \cdot 16 = 32$ trusů)

→ NÁVRH: trusy po dvojicích do každé vlny



redukční součinitel k_t :

$$k_t = \frac{0,7}{\sqrt{N_1}} \cdot \frac{b_0}{h_p} \cdot \frac{h - h_p}{h_p}$$

$$= \frac{0,7}{\sqrt{2}} \cdot \frac{91,5}{48} \cdot \frac{90 - 48}{48} = 0,82$$

$$P_{red, tr} = P_{rd} \cdot k_t = 42,6 \cdot 0,82 = 35 \text{ kN}$$

$$N_{tr} = \frac{F_{cd}}{P_{red, tr}} = \frac{669,2}{35} = 19,1 \text{ ks}$$

na polovině rozpětí je 12 vln

NÁVRH: trusy po dvojicích do každé vlny
celkem na nosníku bude 48 trusů



vešplně spřažení \Rightarrow vedeme $M_{pe, Rd}$

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

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

$n_g = 16$ kusů trnu na polovinu rozpětí

trny v rozteči 210 mm

na stropnici se (na polovinu rozpětí)

$$\text{umístí } n = \frac{3150}{210} = 15 \text{ trnu}$$

$$\eta = \frac{n}{n_g} = \frac{15}{16} = 0,94$$

... zdá se o ideálně symbové spojení

IPE 200 :

$$W_{pe, y} = 220,6 \cdot 10^3 \text{ mm}^3$$

$$\begin{aligned} M_{a, pe, Rd} &= W_{pe, y} \cdot f_y \\ &= 220,6 \cdot 10^3 \cdot 235 \cdot 10^6 = 51,84 \text{ kNm} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ed} &= M_{pe, a, Rd} + (M_{pe, Rd} - M_{pe, a, Rd}) \cdot \eta \\ &= 51,84 + (121,4 - 51,84) \cdot 0,94 \\ &= \underline{\underline{117,23 \text{ kNm} \approx 121,4 \text{ kNm}}} \end{aligned}$$

... lze považovat za vyhovující



MSP : průvržení stav = nosník působí
průvržení i účinný modul pružnosti
betonu vtažování = vlivem dotváření
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 průvržení n.o. :

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

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

moment setrvačnosti ideálního průvržení :

$$I_1 = 1914 \cdot 10^6 + 2850 \cdot 142,8^2 + \frac{1}{14,5} \left(\frac{1}{12} \cdot 1575 \cdot 50^3 + 50 \cdot 1575 \cdot 62,2^2 \right)$$

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

průhyb nahodilého zatížení (= užité + přítěž)

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

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

celkový průhyb spodní hrany nosníku

(δ_q - užité + přítěž)

(δ_g - IPE + TK + bet. deska)

$$\delta_g = \frac{5}{384} \cdot \frac{3186 \cdot 6300^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 77,81 \cdot 10^6} = 4,85 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{celk}} = \delta_q + \delta_g = 8,91 + 4,85 = 13,76 \text{ mm}$$

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

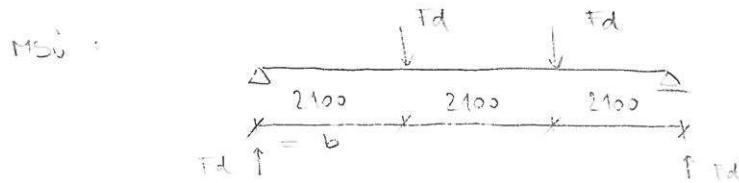
$$\delta_{\text{celk}} \leq \delta_{\text{lim}}$$

$$13,76 \leq 31,5 \text{ [mm]} \dots \text{ VYHOVUJE}$$



5.2.3 PRŮVLAK - v průběhu montáže podepřen

62



$$F_d = f_{d, \text{stropnice}} \cdot \text{délka} \\ = 17,89 \cdot 6,3 = 112,7 \text{ kN}$$

$$q_d = 0,14 \text{ kN/m} \quad \dots \quad \text{odhad vl. tíhy}$$

moment uprosřed :

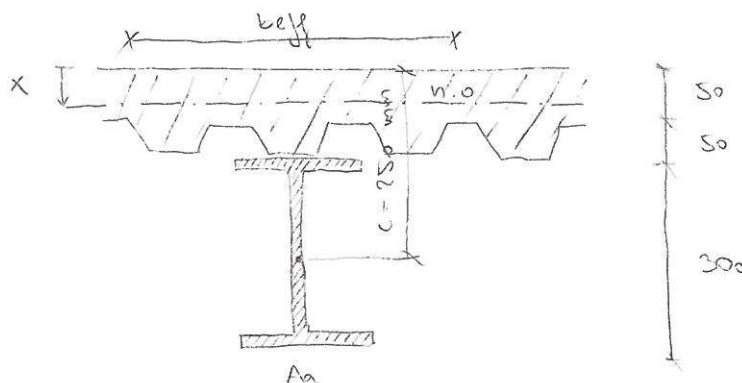
$$M_{ed} = F_d (1,5b - 0,5b) + \frac{1}{2} q_d \cdot L_{\text{průvlak}}^2 \\ = F_d \cdot b + \frac{1}{2} q_d \cdot L_{\text{průvlak}}^2 \\ = 112,7 \cdot 2,1 + \frac{1}{8} \cdot 0,14 \cdot 6,3^2 = \underline{\underline{238,7 \text{ kNm}}}$$

účinná délka dosky :

$$b_{eff} = \frac{b_{300}}{4} = 1575 \text{ mm}$$

NAVRH : PRŮVLAK IPE 300

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



poloha n.o.

$$x = \frac{A_a \cdot \frac{c}{2}}{b_{eff} \cdot 0,25 \cdot \frac{2c}{8}} = \frac{5381 \cdot \frac{235}{2}}{1575 \cdot 0,25 \cdot \frac{2 \cdot 235}{8}} = 70,84 \text{ mm}$$

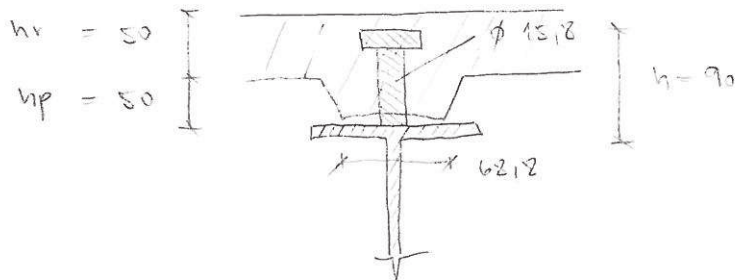
$$M_{pe, rd} = A_a \cdot f_y \cdot \left(c - \frac{x}{2} \right) \\ = 5381 \cdot 235 \cdot \left(235 - \frac{70,84}{2} \right) = 271,34 \cdot 10^6 \text{ Nmm}$$



$$M_{ed} \leq M_{pl, Rd} \\ 228 \leq 271 \text{ [kNm]} \quad \dots \text{ VÝHODNĚ}$$

SPŘAŽENÍ :

trnky $\phi 15,8 \text{ mm}$ v zábradlí desky



redukce únosnosti :

$$k_t = 0,6 \cdot \frac{68,8}{50} \left(\frac{70}{50} - 1 \right) = 0,66$$

únosnost trnky :

$$P_{tRk} = 53,3 \text{ kN} \\ P_{tRd} = 42,6 \text{ kN}$$

Síla k přenesení :

$$F_{cF} = \frac{A_n \cdot f_y}{\gamma_a} = \frac{5381 \cdot 235}{1,0} \cdot 10^{-3} = 1264,5 \text{ kN}$$

$$n_f = \frac{F_{cF}}{P_{tRd}} = \frac{1264,5}{42,6} = 29,68 \sim 30 \text{ trnky} \\ \text{na polovinu vzepět}$$

vzdálenost trnky :

$$\frac{L/2}{n_f} = \frac{613/2}{30} \cdot 10^3 = 102 \text{ mm}$$

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

MSP :

$$M_{Ed} = b \cdot f_k \cdot L_{stropnice} + \frac{1}{8} \text{ ul. kha} \cdot L_{průvlaku}^2 \\ = 2,4 \cdot 12,46 \cdot 6,3 + \frac{1}{8} \cdot 0,14 \cdot 6,3^2 \\ = 166,83 \text{ kNm}$$

pracovní součinitel :

$$v = \frac{L_d}{L_c} = \frac{21 \cdot 10^3}{14,5 \cdot 10^2} = 14,5$$



plocha ideálního průřezu

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

$$= 5381 + 50 \cdot 1575 / 14,5 = 10\,812,05 \text{ mm}^2$$

ležisko ideálního průřezu

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

$$= \frac{5381 (50 + 50) + 50 \cdot 1575 / 14,5 (300 + 50 + 50 / 2)}{10\,812,05}$$

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

moment setrvačnosti ideálního průřezu

$$I_i = \underbrace{83,56 \cdot 10^6}_{I_{y, IPE300}} + 5381 (238,1 - 300/2)^2 +$$

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

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

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

napětí:

dolní vláknina ocelového nosníku:

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

$$= \frac{166,83 \cdot 10^6}{228,24 \cdot 10^6} \cdot 238,1$$

$$= 174,04 \text{ MPa} < 235 \text{ MPa}$$

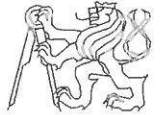
... vyhovuje

horní vláknina betonové desky:

$$\sigma_{c, \max} = \frac{M_{Ed}}{m \cdot I_i} \cdot z_h$$

$$= \frac{166,83 \cdot 10^6}{14,5 \cdot 228,24 \cdot 10^6} \cdot (400 - 238,1)$$

$$= 8,16 \text{ MPa}$$



$$\begin{aligned} \sigma_{c, \max} &< 0,25 \cdot f_{ck} \\ G_{c, \max} &< 0,25 \cdot 25 = 21,25 \text{ MPa} \\ 2,16 &< 21,25 \text{ [MPa]} \dots \text{ VÝHODNĚ} \end{aligned}$$

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

průhyb od proměnného zatížení:

$$\begin{aligned} \delta &= \frac{23}{648} \cdot \frac{F_k \cdot L^3}{E I_x} \\ &= \frac{23}{648} \cdot \frac{44,73 \cdot 6300^3 \cdot 10^3}{210 \cdot 10^3 \cdot 228,24 \cdot 10^6} \\ &= 2,28 \text{ mm} \end{aligned}$$

$$\delta_{\max} = \frac{L}{400} = \frac{6300}{400} = 15,75 \text{ mm}$$

$$\begin{aligned} \delta &< \delta_{\max} \\ 2,28 &< 15,75 \text{ [mm]} \dots \text{ VÝHODNĚ} \end{aligned}$$



3.3 STŘEŠNÍ KONSTRUKCE 3. NP část: PLOCHA STŘECHA

3.3.1 TRAPÉZOVÝ PLECH

zařízení (zařízená stěha 1 m)

<u>STĚLE</u> q	dim. [kN/m]	γ_G	návl. [kN/m]
• beton. deska sazovaná kroužky 18 mm + 52 mm nad stěhy 26 (0,012 + 0,05)	= 1,77	1,35	2,39
• trapezový plech TR 50/262,5 l. 1 mm	= 0,1	1,35	0,135
	1,87	1,35	2,53
<u>PROSTĚNNÉ</u> q	dim. [kN/m]	γ_R	návl. [kN/m]
• rovnoměrné užitné	0,75	1,5	1,125
• zvláštní užitné	1,5	1,5	2,25
	2,25	1,5	3,38

Posouzení viz. STR.

TR 50/262,5 l. 1 mm VYHODUJE



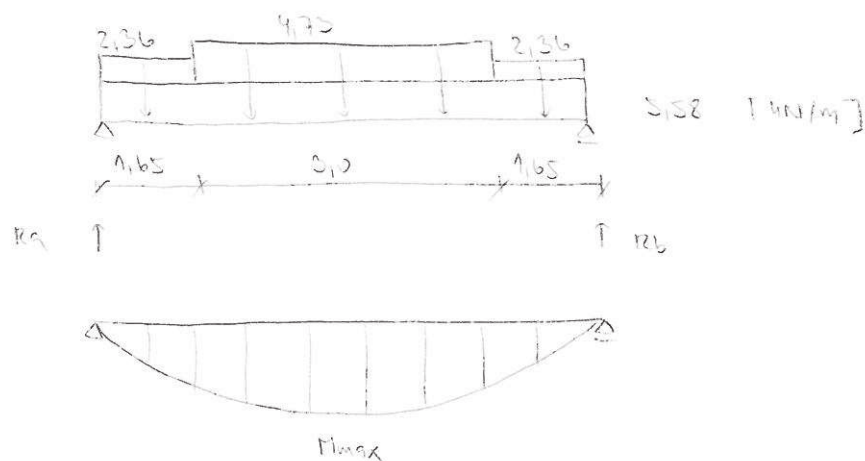
3.3.2 SPŘAŽENÁ OCELOBETONOVÁ STROPNICE
v průřezu nicméně není předepsána

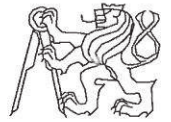
03

3.3.2.1 MONTÁŽNÍ STADIUM (ocelový nosník)
zakřivená síťka 2,1 m
zakřivení

STĚLÉ g	dim. [mm]	γ_G	náhm. [kN/m]
• ul. litá vrstva odhad PE 200	0,22	1,35	0,3
• TR 50/262,5 ul. 1,0 mm 0,4 · 2,1	0,21	1,35	0,28
• betonová směs 26 (0,018 + 0,05) 2,1	0,171	1,35	0,23
celkem	4,14	1,35	5,52

PROFENÉ g	dim. [mm]	γ_G	náhm. [kN/m]
• na pář betonáři na délce 3m 1,5 · 2,1 = 3,15	3,15	1,5	4,73
• jinde 0,75 · 2,1 = 1,58	1,58	1,5	2,36
celkem	4,73	1,5	7,09





$$M_{ed} = 44,72 \text{ kNm} \quad (\text{viz. výpočet stropnice STR. 55})$$

NAVRH : IPE 200

$$M_{ed} \leq M_{pl, Rd} \quad \dots \text{ VYHODUJE} \quad (\text{viz. stropnice STR. 55})$$

$$\begin{aligned} \text{MSP : } \delta &= \frac{5}{384} \cdot \frac{34 \cdot L^4}{E \cdot I_y} \\ &= \frac{5}{384} \cdot \frac{4,14 \cdot 6300^4}{210 \cdot 10^3 \cdot 19 \cdot 10^6} = 20,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

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

$$\delta \leq \delta_{\text{přip.}}$$

$$20,8 \leq 31,5 \text{ [mm]} \quad \dots \text{ VYHODUJE}$$

5.3.2.2 PROVOZNI STAV

zařízení :

STÁLE ρ	char. [kN/m]	γ_G	navrh [kN/m]
• IPE 200	0,22	1,35	0,2
• tv. plocha	0,21	1,35	0,28
• 2b deska	$24 (0,012 + 0,05) \cdot 2,1 = 2,43$	1,35	4,63
• dlouhodobé státle (= ke střední)			
→ Spátová izolace ISOVER SD $20 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,12 \cdot 2,1 = 0,42$ $0,12 \text{ kN/m}^2$	$\doteq 0,1$	} 0,5	} 1,35
→ kř. iz. EPS ISOVER 702 $15 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,25 \cdot 2,1 = 0,79$	$\doteq 0,1$		
→ vlničky 60 mm $1350 \text{ kg/m}^3 \cdot 0,06 \cdot 2,1 = 1,70$	$\doteq 0,17$		
→ hydroizolace, textilie ...			
celkem	4,36	1,35	5,91



PRŮMĚRNÉ q	dyn. [kN/m]	γ_Q	násl. [kN/m]
• užitné - kat H nepřístupná střecha (výš. údržba, opravy) $0,75 \text{ kN/m}^2 \cdot 2,1$	= 1,58	1,5	2,36
• nenáhodný sníh $2,0 \cdot 2,1$	= 4,2	1,5	6,3
CELKEM $q+q$	8,56 $\underbrace{\hspace{1cm}}$ γ_k		12,21 $\underbrace{\hspace{1cm}}$ γ_d

součet zatížení menší než v případě
posouzení stropnice (U1) (STR. 57) \rightarrow průřez vyhoví

NÁVRH: STROPNICE IPE 200 (U2)

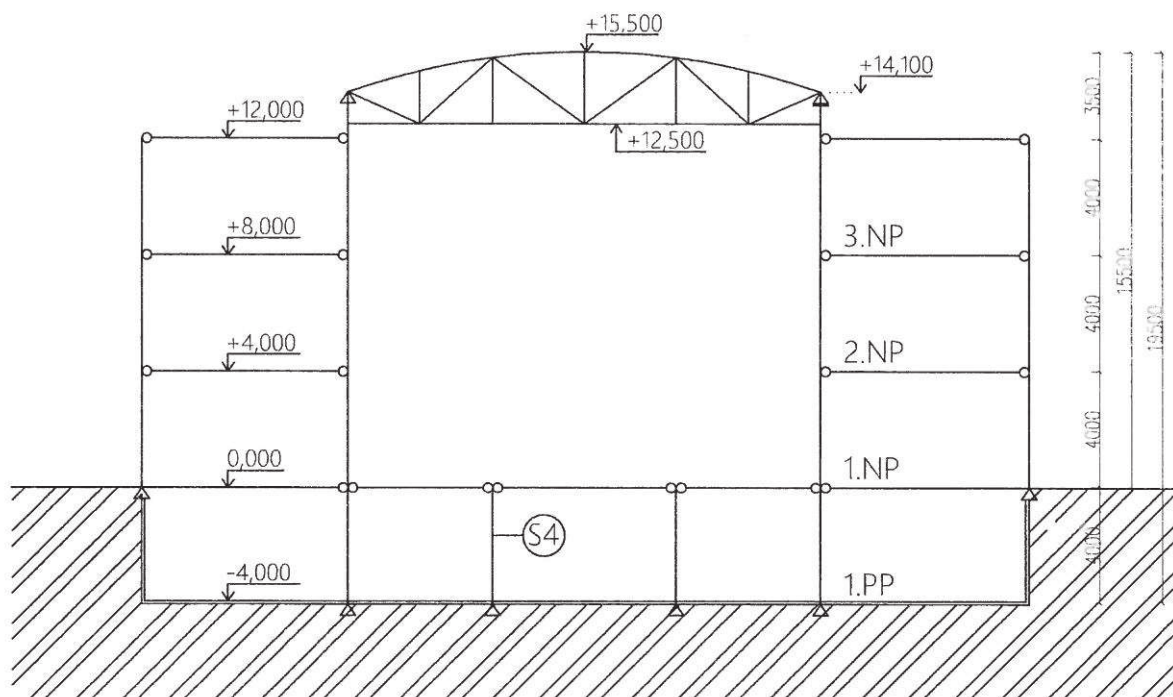
NÁVRH: PRŮVLAK IPE 300 (U4)

Správně proved. viz. výpočet stropnic (U1) (STR. 52)
a výpočet průvlaku (U2) (STR. 63)

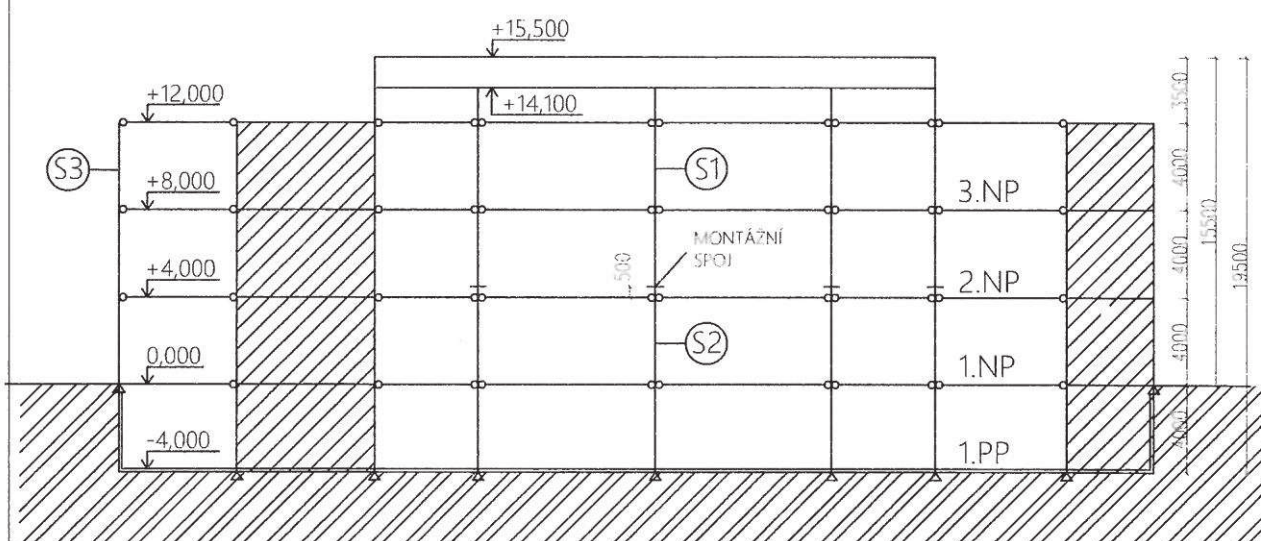


3.4 SVISLÉ KONSTRUKCE

Příčný řez 2-2

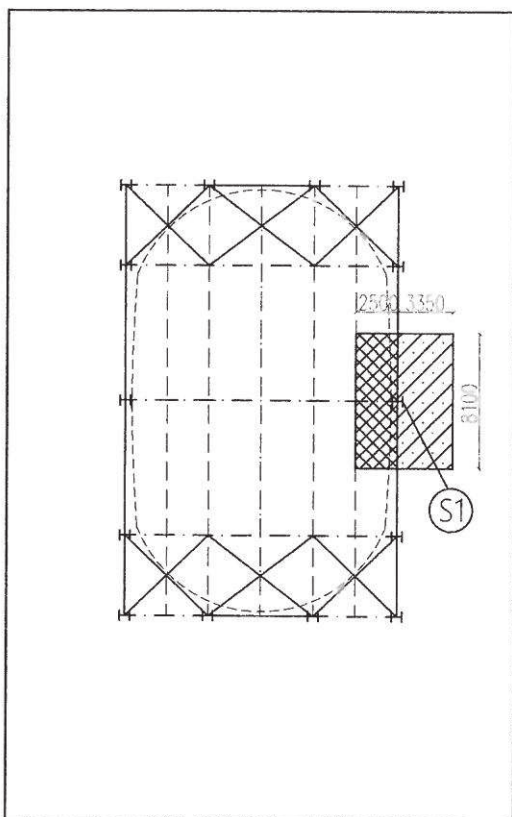


Podélný řez 3-3



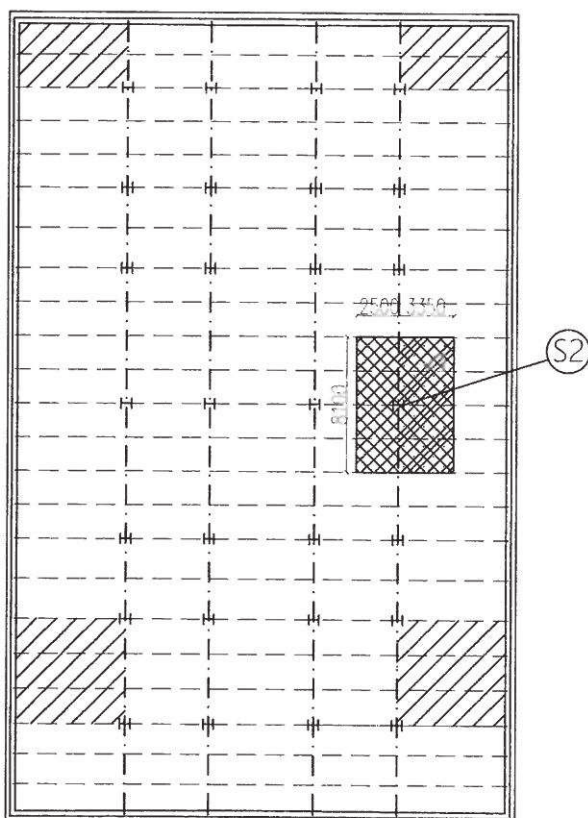


Sloup S1:



- ztužující žb jádro
- $A_{zat,1}$...válnová střeča
- $A_{zat,2}$...plochá střeča, strop 2.NP

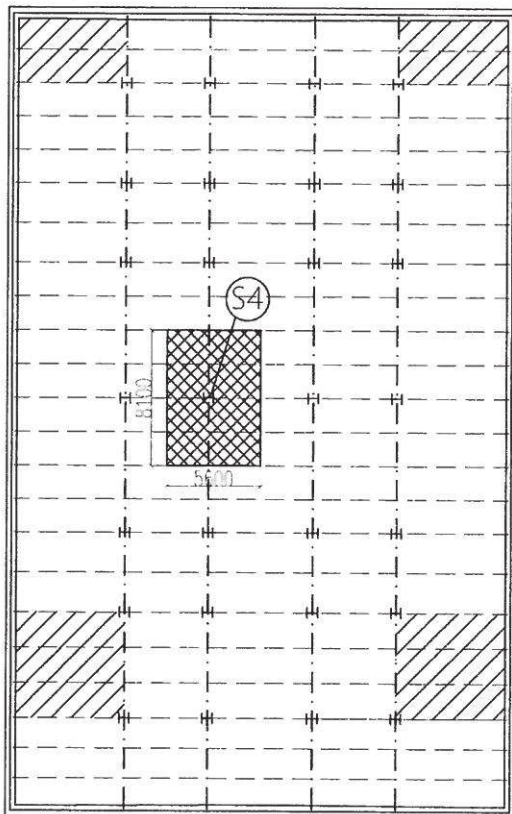
Sloup S2:





- ztužující žb jádro
- $A_{zat,1}$...strop 1.PP
- $A_{zat,2}$...strop 1.NP

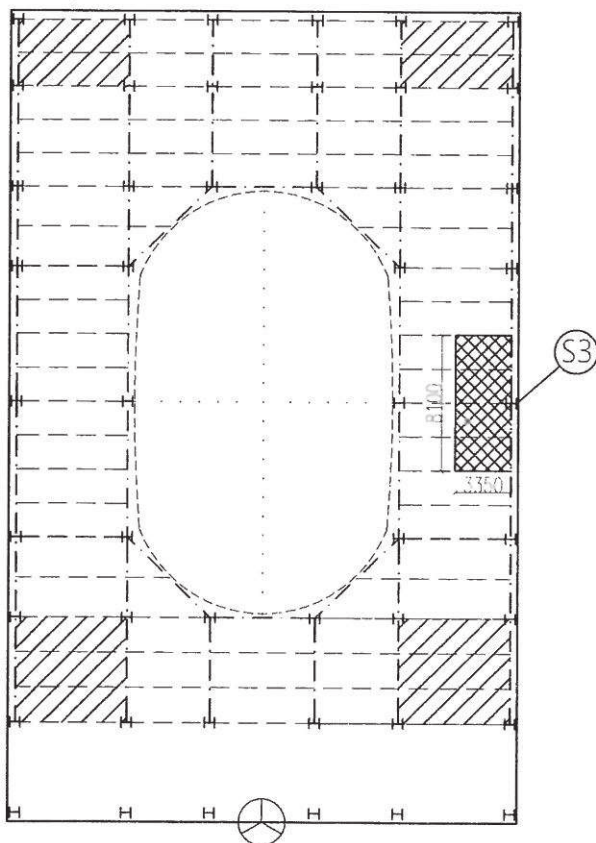




Sloup S4:



-  ztužující žb jádro
-  zatěžovací plocha sloupu

Sloup S3:



-  ztužující žb jádro
-  zatěžovací plocha sloupu



3.4.1 SLoup S1

záložová plocha :
 obložná stěna : $A_{zst,1} = 2,5 \cdot 8,1 = 20,25 \text{ m}^2$
 plocha stěny, strop 2.NP : $A_{zst,2} = 3,35 \cdot 8,1 = 27,14 \text{ m}^2$

STAVE	Mon. [m ²]	γ_G	ná.h. [kN]
• obložná stěna :			
stěna : $2(2 \cdot 0,208) \cdot 2,5 \cdot A_{zst,1}$	} 17,78	1,35	24,28
vaznice : $0,22 \cdot 8,1$			
• plocha stěna :			
průvlak : $0,42 \cdot 8,1$	} 20,42	1,35	27,57
vaznice : $0,22 \cdot 3,35$			
TR : $0,1 \cdot A_{zst,2}$			
děsí : $0,5 \cdot A_{zst,2}$			
• strop 2.NP :			
průvlak : $0,42 \cdot 8,1$	} 17,55	1,35	23,7
stropnice : $0,22 \cdot 3,35$			
TR : $0,1 \cdot A_{zst,2}$			
děsí : $0,5 \cdot 8,1$			
• vl. H _h sloupu			
$0,50 \cdot 11$	= 5,50	1,35	7,43
celkem	61,45		82,98

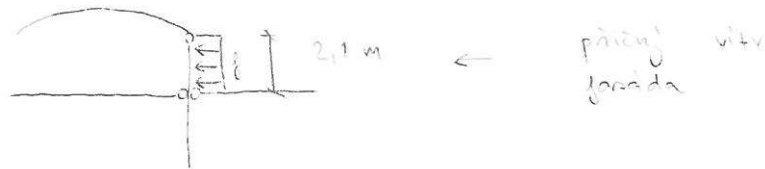
PRŮMĚRNÉ	Mon. [m ²]	γ_Q	ná.h. [kN]
• oblož. st. :			
$2,0 \cdot A_{zst,1} = 40,5$	} 176,19	1,5	264,28
• plocha st. :			
$2,0 \cdot A_{zst,2} = 54,28$			
• strop 2.NP :			
$5,0 \cdot A_{zst,2} = 81,41$	} 257,6	1,5	347,26
celkem			

$L = 11 \text{ m}$
 $L_{x,2} = L_{y,2} = 4 \text{ m}$



$$N_{ed}(\text{sloup S1}) = \underline{\underline{347,26 \text{ kN}}}$$

... pata sloupu
(L = 11 m)



$$w_{e,1D} = 0,59 \text{ kN/m}^2$$

$$z_3 = 2,1 \text{ m}$$

$$f = 0,59 \cdot 2,1 = 1,24 \text{ kN/m}$$

$$M_{ed} = \frac{1}{2} f \cdot h^2 = \frac{1}{2} \cdot 1,24 \cdot 2,1^2 = \underline{\underline{2,76 \text{ kNm}}}$$

... ohybový moment v místě vyústění
sloupu nad plochou zřezávkou

výpočet v MS EXCEL dle :

- ohybová účinnost :

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y}$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z}$$

- relativní ohybová účinnost :

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{E}{f_y}} = 93,9 \text{ z}$$

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

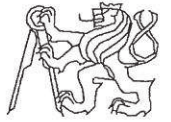
- poměrná účinnost :

$$\lambda_y' = \frac{\lambda_y}{\lambda_1}$$

$$\lambda_z' = \frac{\lambda_z}{\lambda_1}$$

- součinitel vzpětnosti :

χ_y, χ_z ... ocelové konstrukce tabulky
Euroj [6]



- kritický moment M_{cr} při klopení :

$$k_2 = 1,0$$

$$k_w = 0,7$$

$$c_{1,0} = 1,77$$

$$c_{1,1} = 1,85$$

$$M_{cr} = \mu_{cr} \cdot \frac{\pi \sqrt{E \cdot I_z \cdot G \cdot I_t}}{L_{eff}}$$

- parametr klopení K_{wt} :

$$K_{wt} = \frac{\pi}{K_w \cdot L_{eff}} \sqrt{\frac{E \cdot I_w}{G \cdot I_t}}$$

$$c_1 = c_{1,0} + (c_{1,1} - c_{1,0}) K_{wt} \leq c_{1,1}$$

- kritický moment :

$$\mu_{cr} = \frac{c_1}{k_2} \sqrt{1 + K_{wt}^2}$$

- pravek slabost :

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} \cdot h}{M_{cr}}}$$

návrh klopení ... a souč. imperfecce při klopení $\alpha_{LT} = 0,21$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2 \right]$$

- součinitel klopení :

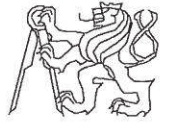
$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \lambda_{LT}^2}}$$

- interakce tahu s ohybem :

$$\alpha_h = 0$$

$$c_{m,y} = 0,7 + 0,1 \alpha_h = 0,7$$

$$c_{m,LT} = 0,6 + 0,4 \chi = 0,6$$



• Interakční součinitele

$$k_{yy} = \min \left\{ \begin{array}{l} c_{my} \left(1 + (\lambda_y^2 - 0,2) \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \\ c_{my} \left(1 + 0,8 \frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \end{array} \right\}$$

$$N_{Rk} = A \cdot f_y$$

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

$$k_{zy} = \max \left\{ \begin{array}{l} 1 - \frac{0,1 \lambda_z^2}{c_{my} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \\ 1 - \frac{0,1}{c_{my} - 0,25} \cdot \frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk} / \gamma_{M1}} \end{array} \right\}$$

• Podmínky spolehlivosti :

$$1) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy} \cdot \frac{M_{y, Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y, Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

$$2) \frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z \cdot N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy} \cdot \frac{M_{y, Ed}}{\frac{\chi_{LT} \cdot M_{y, Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1,0$$

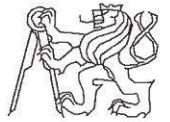
S1:	profil HEB160	L_{celk}	4000 [mm]	f_y	235 [MPa]
M_{Ed}	10600000 [Nmm]	E	210000 [MPa]		
N_{Ed}	85030 [N]	G	81000 [MPa]		
(pouze oblouková střeška 24,28+60,75 kN)					
i_y	67,8 [mm]				
i_z	40,5 [mm]				
I_{wr}	4,79E+10 [mm ⁴]	C_1	1,827		
I_t	312400 [mm ⁴]	$C_{1,0}$	1,770		
$W_{pl,y}$	354000 [mm ³]	$C_{1,1}$	1,850		
A	5425 [mm ²]				
I_z	8,89E+06 [mm ⁴]				
$L_{cr,y}$ [mm]	4000	$K_{cr,t}$	0,708	interakční součinitelé:	Podmínky spolehlivosti:
$L_{cr,z}$ [mm]	4000	μ_{cr}	2,238	k_{yy}	podm. 1: 0,234 < 1 ... VYHOVUJE
λ_y	58,997	M_{cr}	382043512 [Nmm]		1. člen 0,087
λ_z	98,765			k_{zy}	2. člen 0,146
λ_1	93,9	$\lambda'_{1,T}$	0,467		
λ'_y	0,628	$\alpha_{1,T}$	0,21		
λ'_z	1,052	$\Phi_{1,T}$	0,637	N_{Rk}	podm. 2: 0,273 < 1 ... VYHOVUJE
X_y	0,878	$X_{1,T}$	0,934		1. člen 0,122
X_z	0,631			N_{Rk}	2. člen 0,151
k_z	1	interakce tlaku s ohybem:			
k_{sw}	0,7	α_h	0	Y_{M1}	1,15
		C_{my}	0,9	$M_{y,Rk}$	83190000 [Nmm]
		$C_{m,LT}$	0,6		

S1:	profil HEB160	$L_{\text{celk.}}$	11000 [mm]	f_y	235 [MPa]
N_{Ed}	347260 [N]	E	210000 [MPa]		
i_y	67,8 [mm]	G	81000 [MPa]		
i_z	40,5 [mm]				
i_w	4,79E+10 [mm ⁴]				
I_t	312400 [mm ⁴]				
$W_{\text{pl,y}}$	354000 [mm ³]				
A	5425 [mm ²]				
I_z	8,89E+06 [mm ⁴]				
	$L_{\text{cr,y}}$ [mm]				
	4000				
	$L_{\text{cr,z}}$ [mm]				
	4000				
	λ_y				
	58,997				
	λ_z				
	98,765				
	λ_1				
	93,9				
	λ'_y				
	0,628				
	λ'_z				
	1,052				
	X_y	N_{Rk}	1274875 [N]		
	X_z	Y_{M1}	1,15		

Podmínky spolehlivosti:

podm. 1: 0,357 < 1 ... VYHOVUJE

podm. 2: 0,496 < 1 ... VYHOVUJE



3.4.2 SLOUP S2

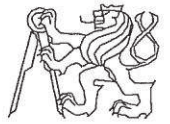
zabíjevací plocha :

$$\begin{aligned} \text{strop 1.PP} &: A_{zab,1} = (2,5 + 2,35) \cdot 8,1 = 47,4 \text{ m}^2 \\ \text{strop 1.NP} &: A_{zab,2} = 2,35 \cdot 8,1 = 27,14 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

STÁLE q	dim. [kN]	γ_G	nácl. [kN]
• strop 1.NP (via. zařízení sloupů S1 stropem 2.NP)	17,35	1,35	23,7
• strop 1.PP			
průběh : $0,92 \cdot 8,1$	} 21,58	1,35	27,13
stropnice : $0,22 \cdot 5,85$			
+ d : $0,1 \cdot A_{zab,1}$			
dělo : $1,5 \cdot 8,1$			
• vl. váha sloupů $0,5 \cdot 8,5$	4,25	1,35	5,74
celkem q :	40,38		58,57
PRŮMĚNNÉ q	dim. [kN]	γ_Q	nácl. [kN]
• užitné 1.NP $S_{10} \cdot A_{zab,2}$	24,42	1,5	42,13
• užitné 1.PP $S_{10} \cdot A_{zab,1}$	142,2	1,5	213,3
celkem q	233,62		335,43

CELKEM $q+q$	} 445,19		<u>741,26</u>
+ zařízení sloupů S1 $S_{12} = 126,19$			
$S_{14} = 347,26$			

S2:	profil HEB200	L_{cellk}	8500 [mm]	f_y	235 [MPa]
N_{Ed}	741260 [N]	E	210000 [MPa]		
i_y	85,4 [mm]	G	81000 [MPa]		
i_z	50,7 [mm]				
i_{wv}	1,71E+11 [mm ⁴]				
I_t	592800 [mm ⁴]				
$W_{pl,y}$	642500 [mm ³]				
A	7808 [mm ²]				
I_z	2,00E+07 [mm ⁴]				
$L_{cr,y}$ [mm]	4000				
$L_{cr,z}$ [mm]	4000				
λ_y	46,838				
λ_z	78,895				
λ_1	93,9				
λ'_y	0,499				
λ'_z	0,840				
X_y	0,924	N_{Rk}	1834880 [N]		
X_z	0,772	γ_{A11}	1,15		
Podmínky spolehlivosti:					
podm. 1: 0,503 < 1 ... VYHOVUJE					
podm. 2: 0,602 < 1 ... VYHOVUJE					



3.4.3 KRAJNÍ SLOUP S3

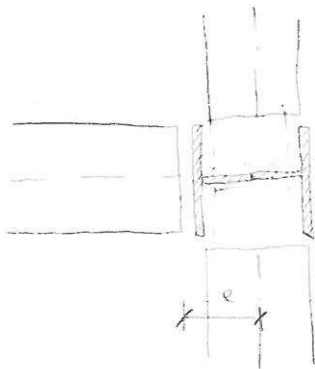
zajižovaná plocha $A_z = 3,35 \cdot 8,1 = 27,14 \text{ m}^2$

STĚLE g	účin. [kN]	γ_G	náhr. [kN]
• plocha střecha	20,42	1,35	27,57
• strop 2.NP, 1.NP	2 · 17,55	1,35	47,39
• vl. tíha sloupu 0,5 · 12	6,0	1,35	8,1
• obvodový plášť 1,5 · 12 · 2,4	45,8	1,35	61,83
celkem	207,32		279,89

PROSTĚRNÉ q	účin. [kN]	γ_Q	náhr. [kN]
• plocha dn.	54,22	1,5	81,33
• strop 2x	162,82	1,5	244,23
celkem	217,04		325,56

CELKEM $g+q$ 467,26 605,5

moment viz. excentrické zajižení:



$$M_{ed} = R \cdot e$$

$$= 145,2 \cdot 0,4 = \underline{\underline{58,08 \text{ kNm}}}$$

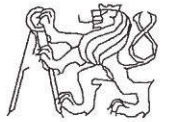
reakce:

stěle: strop $g_d = 1,35 \cdot 17,55 = 23,69 \text{ kN}$

prostorové: náhrada $q_d = 1,5 \cdot 81,33 = 122,00 \text{ kN}$

celkem $R = g_d + q_d = 145,69 \text{ kN}$

S3:	profil HEB240	L_{celk}	f_y	235 [MPa]
M_{Ed}	14580000 [Nmm]	E	210000 [MPa]	
N_{Ed}	605500 [N]	G	81000 [MPa]	
i_y	103 [mm]			
i_z	60,8 [mm]			
I_w	4,87E+11 [mm ⁴]	C_1	1,803	
I_t	1027000 [mm ⁴]	$C_{t,0}$	1,770	
$W_{pl,y}$	1053000 [mm ³]	$C_{1,1}$	1,850	
A	10600 [mm ²]			
I_z	3,92E+07 [mm ⁴]			
$L_{cr,y}$ [mm]	4000	K_{wt}	0,415	
$L_{cr,z}$ [mm]	4000	μ_{cr}	1,952	
λ_y	38,835	M_{cr}	423060496 [Nmm]	
λ_z	65,789	k_{zy}	0,934	
λ_1	93,9	λ'_{LT}	0,765	
λ'_y	0,414	α_{LT}	0,21	
λ'_z	0,701	Φ_{LT}	0,852	
X_y	0,950	X_{LT}	0,815	
X_z	0,848			
k_z	1	interakce tlaku s ohybem:		
k_w	0,7	α_h	0	
		C_{my}	0,9	
		$C_{m,LT}$	0,6	
		interakční součinitelé:		
		k_{yy}	0,957	
			1,112	
		k_{zy}	0,934	
			0,906	
		N_{Rk}	2491000 [N]	
		Y_{M1}	1,15	
		$M_{y,Rk}$	247455000 [Nmm]	
		Podmínky spolehlivosti:		
		podm. 1:	0,374 < 1 .. VYHOVUJE	
		1.člen	0,294	
		2.člen	0,080	
		podm. 2:	0,405 < 1 ... VYHOVUJE	
		1.člen	0,330	
		2.člen	0,075	



3.4.4 SLOUP S4

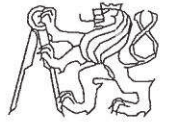
zastřešená plocha $A_z = 5,6 \cdot 2,1 = 11,76 \text{ m}^2$

STÁLE g	dim. [km]	γ_G	násl. [km]
• chrop 1.PP			
průřez $\cdot 0,42 \cdot 2,1$	} 21,32	1,35	28,78
chopnice $\cdot 0,122 \cdot 5,6$			
Tl $\cdot 0,1 \cdot A_z$			
dřev $\cdot 1,5 \cdot 2,1$			
• vl. váha sloupů	2,0	1,35	2,7
0,5 $\cdot 4$			
celkem g	23,32		31,48
PROMĚNNÉ q	dim. [km]	γ_Q	násl. [km]
• užití chrop 1.PP			
$0,0 \cdot A_z = 11,76 \cdot 0,2$		1,5	204,12
CELKEM $g+q$	159,40		<u>255,6</u>

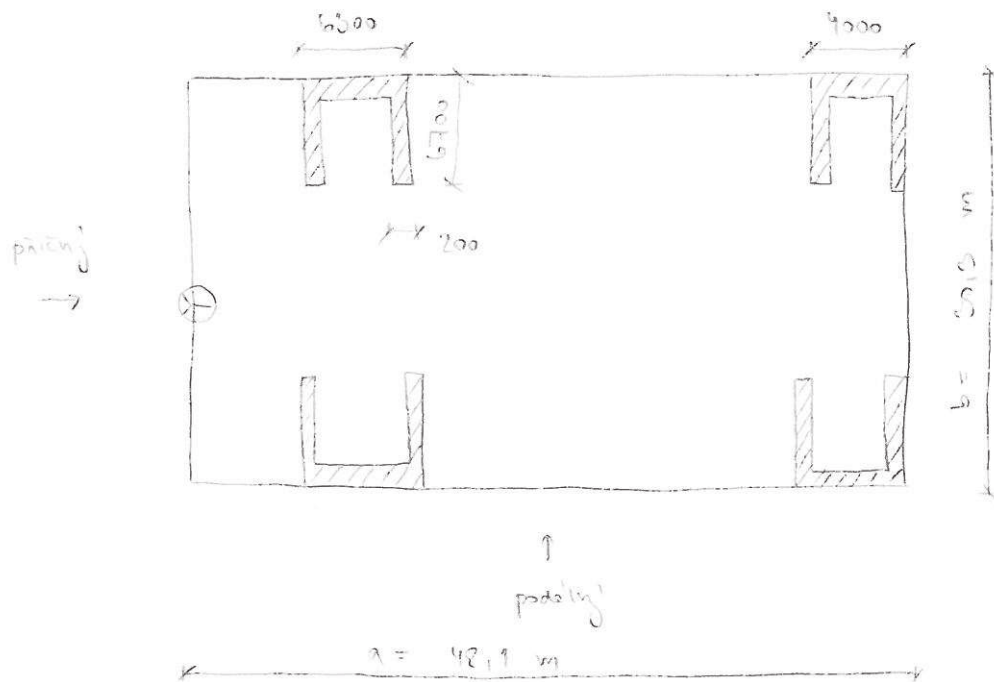
S4:	profil HEB120	L_{celk}	4000 [mm]	f_y	235 [MPa]
N_{Ed}	235600 [N]	E	210000 [MPa]		
i_y	50,4 [mm]	G	81000 [MPa]		
i_z	30,6 [mm]				
I_w	9,41E+09 [mm ⁴]				
I_t	138400 [mm ⁴]				
$W_{pl,y}$	165200 [mm ³]				
A	3401 [mm ²]				
I_z	3,18E+06 [mm ⁴]				
$L_{cr,y}$ [mm]	4000				
$L_{cr,z}$ [mm]	4000				
λ_y	79,365				
λ_z	130,719				
λ_1	93,9				
λ'_y	0,845				
λ'_z	1,392				
X_y	0,766	N_{Bk}	799235 [N]		
X_z	0,423	γ_{M1}	1,15		
Podmínky spolehlivosti:					
podm. 1: 0,443 < 1 .. VYHOVUJE					
podm. 2: 0,801 < 1 .. VYHOVUJE					



kapitola 4:
ZTUŽENÍ KONSTRUKCE



4.1 ZTUŽUJÍCÍ ŽB JÁDRA



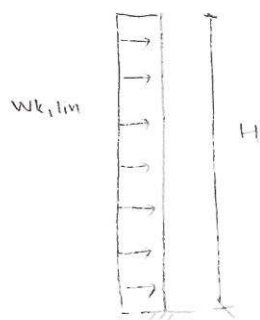
Změřeni vnitřní

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

$$w_{k, \text{pod}} = 370,63 \cdot 1,8 \cdot c_{pe, \text{pod}}$$

$$= 370,63 \cdot 1,8 \cdot 0,87 = 590,63 = 0,59 \text{ kJ/m}^2$$

$$w_{k, \text{příč}} = 370,63 \cdot 1,8 \cdot 1,2 = 813,76 = 0,81 \text{ kJ/m}^2$$



$$w_{k, \text{lin}, \text{příč}} = w_{k, \text{příč}} \cdot b$$

$$= 0,81 \cdot 30,5 = 24,95 \text{ kN/m}$$

$$w_{d, \text{lin}, \text{příč}} = 1,5 \cdot w_{k, \text{lin}, \text{příč}}$$

$$= 1,5 \cdot 24,95 = 37,42 \text{ kN/m}$$

$$w_{k, \text{lin}, \text{pod}} = w_{k, \text{pod}} \cdot a$$

$$= 0,59 \cdot 42,1 = 24,88 \text{ kN/m}$$

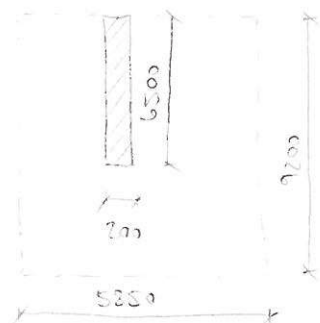
$$w_{d, \text{lin}, \text{pod}} = 1,5 \cdot w_{k, \text{lin}, \text{pod}}$$

$$= 1,5 \cdot 24,88 = 37,32 \text{ kN/m}$$



PŘÍČNÝ SMĚR :

- návrh : 8 člen



vl. váha stropu + stěny (dan.)

- ① $R_1 = 450 \text{ kN}$
veskeré zatížení (návrh)
- ② $R_2 = 750 \text{ kN}$

Náprah v příč. střešní střež:

- ① H sd dan. dat. větrem

$$M_w = \frac{1}{2} w_k \cdot l_n \cdot \text{příč. } H^2 = \frac{1}{2} \cdot 28,15 \cdot 12^2 = 1252,4 \text{ kNm}$$

$$W_{střež} = \frac{1}{6} \cdot L^2 = \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 615^2 = 1,408 \text{ m}^3$$

$$\sigma_w = \pm \frac{1}{m} \cdot (M_w / W) = \pm \frac{1}{2} \cdot (1252,4 / 1,408) \cdot 10^{-3} = \pm \underline{\underline{0,463 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_{N1} = \frac{R}{A} = \frac{R_1}{L \cdot l} = \frac{450}{0,2 \cdot 615} \cdot 10^3 = \underline{\underline{0,246 \text{ MPa}}}$$

σ_{N1} : 0,25 MPa

σ_w : 0,46 MPa

σ_{N2} : 0,49 MPa 0,51 MPa


- ② $M_w = \frac{1}{2} w_k \cdot l_n \cdot \text{příč. } H^2 = \frac{1}{2} \cdot 22,12 \cdot 12^2 = 2748,96 \text{ kNm}$


$$W_{střež} = 1,408 \text{ m}^3$$

$$\sigma_w = \pm \frac{1}{m} \cdot (M_w / W) = \pm \frac{1}{8} \cdot (2748,96 / 1,408) \cdot 10^{-3} = \pm \underline{\underline{0,244 \text{ MPa}}}$$

$$\sigma_{N1} = \frac{R}{A} = \frac{R_2}{L \cdot l} = \frac{750}{0,2 \cdot 615} \cdot 10^3 = \underline{\underline{0,577 \text{ MPa}}}$$



σ_{N1} :  0,52 MPa

σ_{w1} :  0,75 MPa

$\sigma_{w1}^{\text{total}}$:  0,22 MPa
0,33 MPa

v páře síly nevzniká tah ... ok

PODELNÍ SMĚK :

návrh : 4 síly

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

$A_{\text{zest}} = 38,19 \text{ m}^2$

① $R_1 = 430 \text{ kN}$

② $R_2 = 720 \text{ kN}$


Napětí v páře ztužených síly :

① $M_{w1} = \frac{1}{2} w_{k1} \cdot l \cdot \text{pod} \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 28,38 \cdot 12^2 = 1990,36 \text{ kNm}$


$w_{\text{síly}} = \frac{1}{6} \pm \cdot l^3 = \frac{1}{6} \cdot 0,2 \cdot 6,3^3 = 1,273 \text{ m}^3$

$\sigma_w = \pm \frac{1}{m} \cdot \frac{M_w}{w} = \pm \frac{1}{4} \cdot \left(\frac{1990,36}{1,273} \right) \cdot 10^{-2} = \pm 0,32 \text{ MPa}$

$\sigma_N = \frac{R}{A} = \frac{R_1}{l \cdot L} = \frac{430}{0,2 \cdot 6,3} \cdot 10^{-2} = 0,34 \text{ MPa}$

σ_{N1} :  0,24 MPa

σ_{w1} :  0,32 MPa

$\sigma_{w1}^{\text{total}}$:  0,66 MPa
0,02

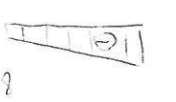
② $M_{w2} = \frac{1}{2} w_{k2} \cdot l \cdot \text{pod} \cdot l^2 = \frac{1}{2} \cdot 42,57 \cdot 12^2 = 2965,09 \text{ kNm}$

$\sigma_w = \pm \frac{1}{m} (M_w/w) = 0,571 \text{ MPa}$

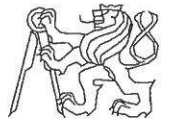
$\sigma_N = \frac{720}{0,2 \cdot 6,3} \cdot 10^{-2} = 0,579 \text{ MPa}$

σ_{N1} :  0,579 MPa

σ_{w1} :  0,571 MPa

$\sigma_{w1}^{\text{total}}$:  1,15 MPa
0,02

v páře síly nevzniká tah ... ok



4.2 ZTUŽENÍ OBLOUKOVÉ STŘECHY

4.2.1 PODEČNÉ SVISLÉ STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO

návrh ztužidla mezi vaznami
konstrukčně $\lambda \approx 200$

návrh: TR 89x5

$$l_{cr} = l_{cr,y} = l_{cr,z} = 0,75 \cdot 8,1 = 6,075 \text{ m}$$

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

posouzení:

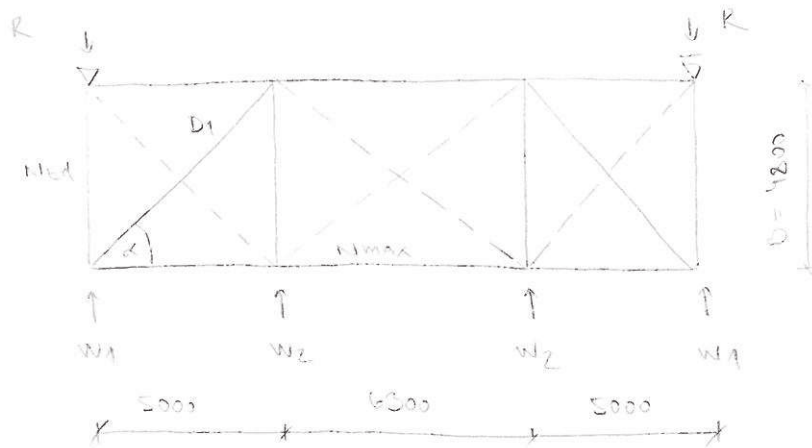
$$\text{šifrovost} = \lambda = \frac{l}{i}$$

$$\lambda = \frac{6075}{29,8} = 203,9$$

... VÝHODNĚ



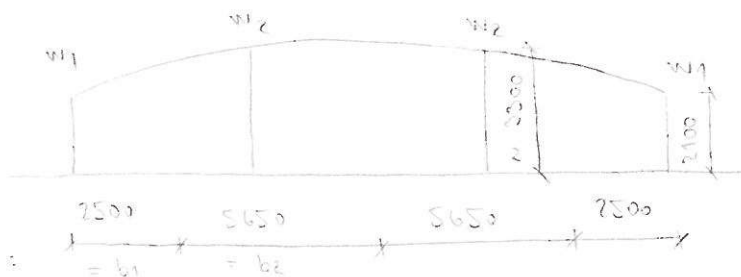
4.2.2 PŘÍČNÉ STŘEŠNÍ ZTUŽIDLO



- počítány pouze tržné krajní diagonály (střešní - čárkování - považování za vybité)
- vzárodný sání větra při zatížení přitýkajícím větrem (kap.)

$$w_{e,e} = -0,59 \text{ kN/m}^2$$

$$w_{e,d} = \gamma \cdot w_{e,e} \\ = 1,5 \cdot (-0,59) = -0,87 \text{ kN/m}^2$$



2.3. =

$$w_{1,d} = 2,3 \cdot h/2 \cdot w_{e,d} \\ = 2,3 \cdot (2100/2) \cdot (-0,87) = -2,34 \text{ kN (sání)}$$

$$w_{2,d} = 2,3 \cdot h/2 \cdot w_{e,d} \\ = 2,3 \cdot (5650/2) \cdot (-0,87) = -8,30 \text{ kN (sání)}$$

reakce R :

$$R_d = w_{1,d} + w_{2,d} \\ = 2,34 + 8,3 = 10,64 \text{ kN}$$

diagonála :

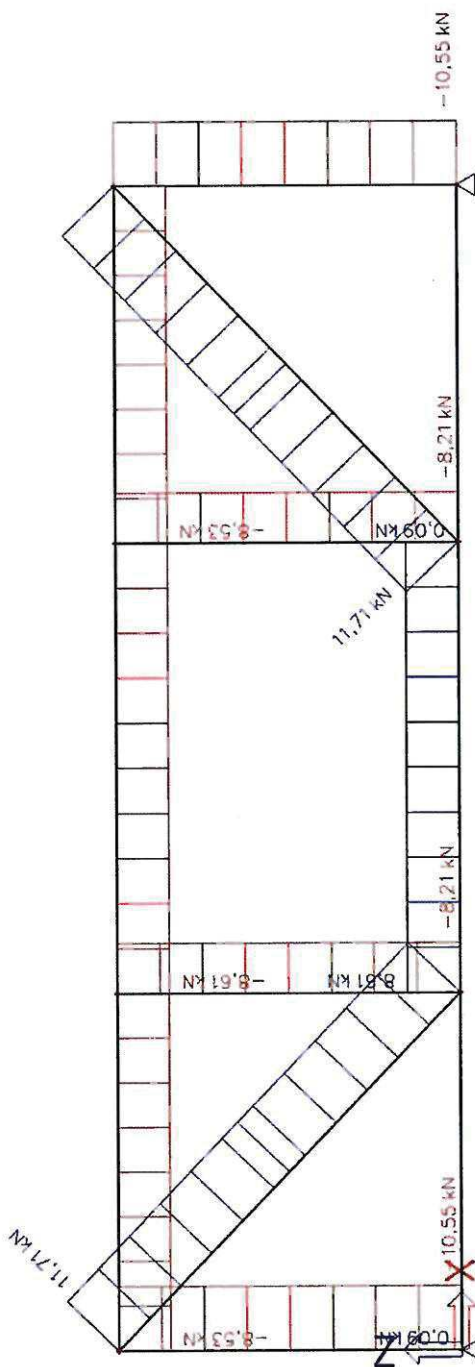
$$D_1 = \frac{R_d - w_{1,d}}{\sin \alpha} = \frac{10,64 - 2,34}{\sin 44,31} = 17,88 \text{ kN}$$

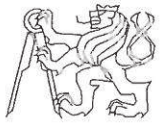


Statický výpočet v programu SCIA Engineer

Vnitřní síly: Příčné střešní ztužidlo

N (kN):





$$\begin{aligned}
 \text{přes : } N_{\max} &= \frac{[(R - w_{1,ed}) \cdot b_1 - w_{2,ed} \cdot b_2]}{b} \\
 &= \frac{(10,64 - 2,04) \cdot 215 - 8,2 \cdot 5,65}{418} \\
 &= 12,45 \text{ kN (tah)}
 \end{aligned}$$

$$\text{ovětřil : } N_{1ed} = -R_{ed} = -10,64 \text{ kN (stah)}$$

DIAGONÁLA ŽIVŽIDLA :

$$D_1 = 11,82 \text{ kN}$$

$$\frac{N}{A} = f_y \rightarrow A = \frac{N}{f_y} = \frac{11,82 \cdot 10^3}{205} = 57,65 \text{ mm}^2$$

NAVRH : L70x6

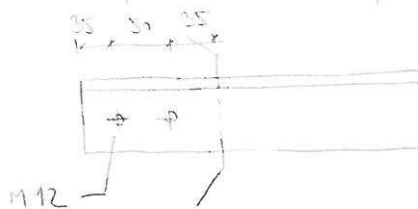
$$A = 815 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 21,5 \text{ mm}$$

pro určení únosnosti oslabeného průřezu třeba
zjistit vel. otvoru d_o , počet šroubů a rozteč
→ návrh a zpracování přílohy :

NAVRH PŘÍPOJE : 2x M12 S.6

12. plech 6 mm, $e_1 = 35 \text{ mm}$, $e_2 = 50 \text{ mm}$, $d_s = 13 \text{ mm}$



$$\begin{aligned}
 \text{únosnost ve směru} &= F_{t,rd} = 27,1 \text{ kN} \\
 \text{(jednosměrný, sítň} & \\
 \text{v závěsu)} &
 \end{aligned}$$

$$\text{únosnost v osově} = F_{t,rd} = \frac{k_1 \cdot d_b \cdot \mu \cdot A \cdot t}{\gamma_{M2}}$$



$$k_2 = \min \left(1,0 ; \frac{A_{ub}}{A_n} ; \frac{e_1}{3d_0} ; \frac{P_1}{3d_0} - \frac{1}{4} \right) = 0,897$$

$$\frac{500}{360} = 1,39 \quad \frac{85}{3 \cdot 13} = 0,897 \quad \frac{50}{3 \cdot 13} - \frac{1}{4} = 1,03$$

$$k_1 = \min \left(2,2 \frac{e_2}{d_0} - 1,7 ; 1,4 \frac{P_2}{d_0} - 1,7 ; 2,5 \right) = 2,5$$

$$2,2 \cdot \frac{26}{13} - 1,7 = 3,9 \quad 1,4 \frac{31}{13} - 1,7 = 3,77$$

$$F_{b,rd} = \frac{0,897 \cdot 2,5 \cdot 360 \cdot 13 \cdot 6 \cdot 10^{-3}}{1,25} = \underline{\underline{50,38 \text{ kN}}}$$

Kontroluji únosnost v ořezání:

$$\text{Počet šroubů} \quad n = \frac{D_1}{F_{b,rd}} = \frac{11,88}{50,38} = 0,2$$

návky: 2 x šroub M12 5,6

Posouzení prutu:

plastická únosnost neoslabeného průřezu v tahu:

$$N_{pl,rd} = A \cdot f_{yd} = 815 \cdot 235 \cdot 10^{-3} = 191,5 \text{ kN}$$

tahová účinnost oslabeného průřezu:

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

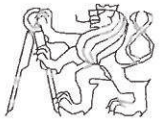
$$= \frac{0,4 \cdot (815 - 13 \cdot 6) \cdot 360 \cdot 10^{-3}}{1,25} = 84,9 \text{ kN}$$

$$\min (N_{pl,rd} ; N_{u,rd}) = 84,9 > D_1 = 11,88 \text{ kN}$$

omezení účinnosti taženého prutu:

$$\lambda = \frac{L}{i} = \frac{\sqrt{3^2 + 4,8^2}}{21,3 \cdot 10^{-3}} = 325 < 400$$

... diagonála vyhovuje



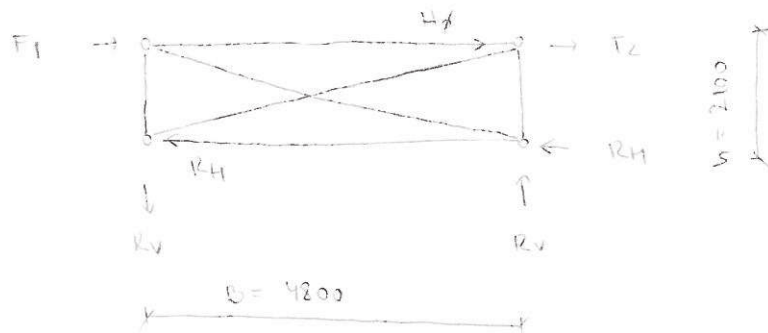
světlo ztužidla = přesměrná vaznice IPE (11)

průřez ztužidla = krajní osovka IPE (12)

pozn. užití síly N_{max} a N_{ed} (světlo a prs) jsou pro ztužení vypočteny podle

(11) a (12) zanedbatelné.

4.2.3 PODELNÉ STĚNOVÉ ZTUŽIDLO



$$F_{1,ed} = R_{ed} \cdot \frac{c_{pe} \text{ (podél D)}}{0,8}$$

↳ reakce přičvrhlo středního ztužidla od sání při přičném větru

$$= 10,69 \cdot \frac{0,8}{0,8} = 10,69 \text{ kN} \dots \text{ vnější strana (sání)}$$

$$F_{2,ed} = F_{1,ed} \cdot \frac{c_{pe} \text{ (podél E)}}{c_{pe} \text{ (podél D)}} = 10,69 \cdot \left(-\frac{0,5}{0,8} \right) =$$

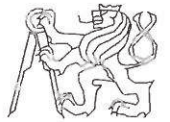
$$= -6,65 \text{ kN} \dots \text{ vnitřní strana (sání)}$$

zařízení vlivem rámsujících impozitů:

součinitele pro vliv vjáh a počtu sloupů a podlaží na jedno ztužidlo:

$$k_h = \frac{2}{\sqrt{h}} = \frac{2}{\sqrt{2,1}} = 1,38 \approx \frac{2}{\sqrt{3}}$$

h... výška ke v měřed



$$d_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{d}{m}\right)} = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{2}\right)} = 0,837$$

m ... počet sloupů v rovinné průřezu stěny,
která je podpořena režimem ztužidlování

ekvivalentní požární nastavení sloupů:

$$\phi = \phi_0 \cdot d_n \cdot d_m = \frac{1}{200} \cdot 1,38 \cdot 0,837 = 5,8 \cdot 10^{-3}$$

největší síla ve sloupu od zatížení
bez vlivu větru:

$$N_{Ed} = \text{stále (obloh. náh. + vl. vlna)} + \text{prom. (obloh. sl.)}$$

$$= (24,28 + 1,35 \cdot 1,75 \cdot 2,1) + 83,54 = 111,4 \text{ kN}$$

ztužidlo přemění vodor. síly z polovin
stěny \rightarrow ekvivalentní vodor. síla všech
sloupů:

$$H_{Ed} = \phi \cdot \sum N_{Ed}$$

$$= 5,8 \cdot 10^{-3} \cdot 2,5 \cdot 111,4 = 1,61 \text{ kN}$$

reakce:

$$R_{H,Ed} = \frac{\sum F}{2} = \frac{F_1 + H_{Ed} + F_2}{2} = \frac{10,61 + 6,65 + 1,61}{2}$$

$$= 9,45 \text{ kN}$$

$$R_{V,Ed} = \pm \frac{\sum F \cdot h}{B} = \frac{(10,61 + 6,65 + 1,61) \cdot 2,1}{4,2}$$

$$= \pm 8,27 \text{ kN}$$

diagonála:

$$D_{Ed} = \pm R_{H,Ed} \cdot \frac{L_{diag.}}{B}$$

$$= \pm 9,45 \cdot \frac{\sqrt{4,2^2 + 2,1^2}}{4,2} = \pm 10,3 \text{ kN}$$

- režim diagonála v místě spojení obou diagonál
stabilizuje reakcemi proti vybočení z roviny

$$L_{cr,z} = \frac{L_{diag.}}{2} = \frac{5,239}{2} = 2,6 \text{ m} = 2647,6 \text{ mm}$$

... rozhoduje

Podélné stěnové ztužidlo

A. TLAČENÁ DIAGONÁLA

zvolený profil: TR 70x4

i [mm] 23,4

A [mm²] 829

	λ	λ'	Φ	χ	N_{Rd} [kN]	N_{Ed} [kN]
$L_{cr,z}$ [mm]	111,966	1,192	1,315	0,535	104,19	> 10,30
($L_{cr,y}$ [mm])						
α						
	λ_1					
	93,9				TR 70x4	...VYHOVUJE

B. TAŽENÁ DIAGONÁLA

zvolený profil: TR 70x4

N_{Ed} [kN] 10,30

$N_{t,Rd}$ [kN] 360,62

A [mm²] 829

λ 111,966

L_{cr} [mm] 2620

i [mm] 23,4

$N_{t,Rd} > N_{Ed}$

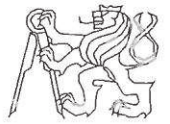
$\lambda = L/i$ (cca 200)

TR 70x4 ...VYHOVUJE

podélné stěnové ztužidlo navržená
shodou s přílohou TR 70x4

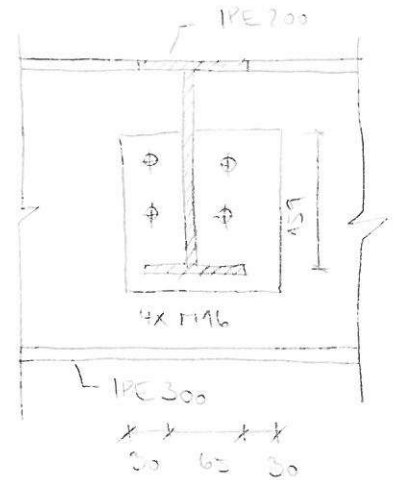
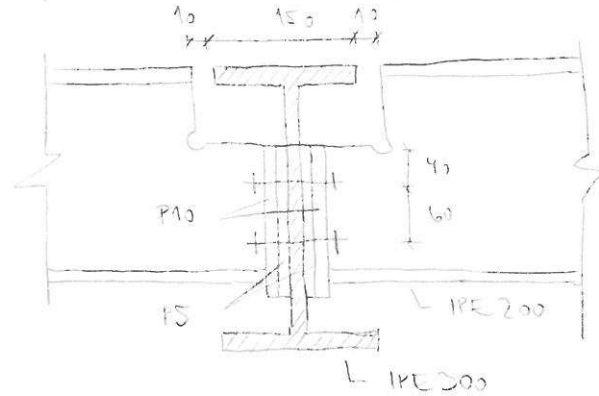


kapitola 5:
PŘÍPOJE A KOTVENÍ



S.1 PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK

stropnice IPE 200, průvlak IPE 300



Reakce z navržené stropnice:

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

Reakce z druhé (menší) připojené stropnice:

$$R_{2,rd} = R_{1,rd} \cdot L/6 = 56,35 \cdot 3/6 = 46,96 \text{ kN}$$

NAVRH - ŠROUBY M16 S.6

únosnost šroubu na ohyb:

$$T_{b,rd} = 37,7 \text{ kN} \text{ (jedna šroubová plocha, zohlednit po celé délce šroubu)}$$

únosnost šroubu na ořezání:

$$F_{b,rd} = 116,1 \text{ kN} \text{ (pro } d = 16 \text{ mm, viz. vz. schéma)}$$

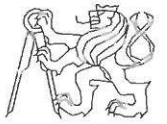
potřebný počet šroubů:

$$= \text{ohyb} \cdot \frac{k_{ed}}{T_{b,rd}} = \frac{56,35}{37,7} = 1,49$$

(uvážována větší z dvou reakcí)

= ořezání: ohyb deska tl. 10 mm zajištěna jednou stropnicí, šroubová průvlak tl. 7,1 mm zajištěna dvěma stropnicemi

$$\frac{R_{1,rd} + R_{2,rd}}{F_{b,rd}} = \frac{56,35 + 46,96}{116,1 \cdot 0,71} = 1,25$$



$$\boxed{\text{návrh} \quad 4 \text{ šrouby} \quad M16 \quad S.6}$$

$$\boxed{\text{svar} \quad \text{koutový} \quad 2 \times a = 3 \text{ mm}}$$

$$L_{we} = 159 \text{ mm} \quad (\text{svar pouze na stojně})$$

návrhová pevnost:

$$f_{y,wd} = \frac{f_y}{\sqrt{3} \beta_w \gamma_{M2}} = \frac{490}{\sqrt{3} \cdot 0,9 \cdot 1,15} = 251,5 \text{ MPa}$$

únosnost svazu:

$$\begin{aligned} F_{t,Rd} &= 2a L_{we} \cdot f_{y,wd} \\ &= 2 \cdot 3 \cdot 159 \cdot 251,5 \cdot 10^{-3} = \underline{239,9 \text{ kN}} > R_{t,d} \end{aligned}$$

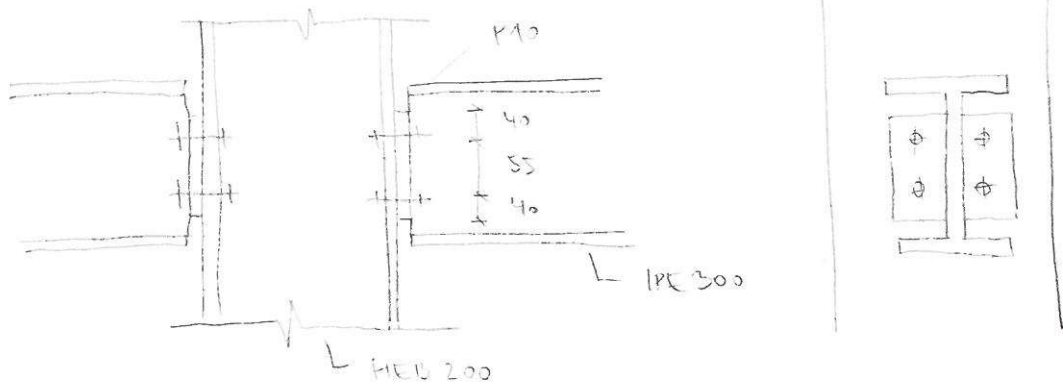
smj. únosnost oslabeného průřezu chropnice

$$A_{w2} = l_w \cdot L_{we} = 5,6 \cdot 159 = 890,4 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} V_{p,Rd} &= A_{w2} \cdot f_{yd} / \sqrt{3} \\ &= 890,4 \cdot 355 / \sqrt{3} = \underline{182,5 \text{ kN}} > R_{Ed} \end{aligned}$$



S.2 PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP



Reakce průvlaku:

$$R_{ed} = 56,55 + 46,96 + 0,49 \cdot \underbrace{1,35}_{\text{vt. hha}} \cdot 615/2 = 105,4 \text{ kN}$$

nář. 4 - 3 řady M16 S.6

únosnost oceli - sáň : $F_{t,rd} = 37,7 \text{ kN}$
- ořazení : $F_{b,rd} = 116,1 \text{ kN}$

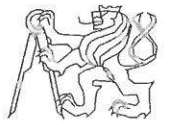
počebné ořazení -

- sáň : $\frac{R_{ed}}{F_{t,rd}} = \frac{105,4}{37,7} = 2,796$

- ořazení : celni deska 10 mm zadržena
jedním průvlakem - rozhoduje

$$\frac{R_{ed}}{F_{b,rd}} = \frac{105,4}{116,1} = 0,908$$

nář. 4 - 4 řady M16 S.6



návrh šroubů = hřebíky ořez 2x a = 3mm
L_{we} = 155 mm

návrh. pevnost :

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

únosnost šroubů :

$$\begin{aligned} F_{u, \text{rd}} &= 2a \cdot L_{we} \cdot f_{d, \text{vrd}} \\ &= 2 \cdot 3 \cdot 155 \cdot 251,5 \cdot 10^{-3} = 233,7 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$F_{w, \text{rd}} > R_{td} = 105,4 \text{ kN}$$

... navržený přípoj vyhoví



5.3 NÁVRH MONTÁŽNÍHO STYKU VAZNIKU

5.3.1 HORNÍ PÁŠ

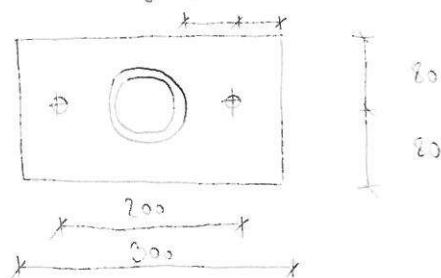
profil : TR 130x5

$$N_{max} = 263,27 \text{ kN} \quad (\text{zak})$$

$$= 14,01 \text{ kN} \quad (\text{zam})$$

návrh : 2x 116 56

$$b=40 \quad a=50$$



$$F_{t,rd} = A \cdot f_y = 157 \cdot 200 \cdot \frac{50}{10} = 47,1 \text{ kN}$$

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

$$f_{y0} = 500 \cdot 0,16 = 80 \text{ MPa}$$

min. tl. desky, kdy nedojde k páčení

$$t_e = 4,13 (b \cdot d^2 / a)^{1/3}$$

$$= 4,13 (40 \cdot 116^2 / 50)^{1/3} = 25,3 \text{ mm}$$

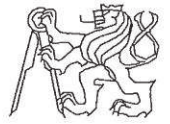
Souč. zvětšující působící síly vlivem páčení :

$$\gamma_r = 1 + 0,005 \frac{b^3 - t^3}{d^3} = 1 + 0,005 \frac{25,3^3 - 20^3}{116^3} = 1,16$$

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

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

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

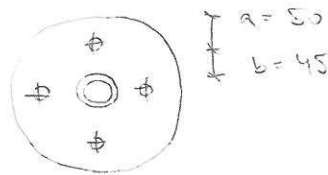


S.3.2 DOLNÍ PÁS - sly s celními deshami

$$N_{max} = 13,42 \text{ MN (Pah)}$$

$$\text{profil: } 102 \times 4$$

$$\text{návrh: } 4 \times 1116 \text{ S.6}$$



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

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

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

$$\beta_F \cdot N_{max} \leq 4 F_{L,rd}$$

$$1,2 \cdot 13,42 \leq 4 \cdot 47,1$$

$$16,1 \leq 188,4 \text{ MN} \quad \dots \text{ vyhovuje}$$

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 **Část: OCELOVÉ KONSTRUKCE**

Diplomová práce
2019



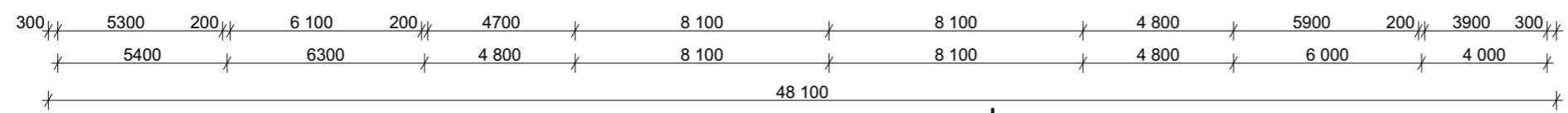
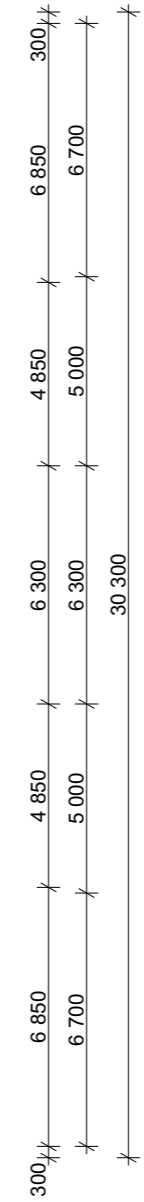
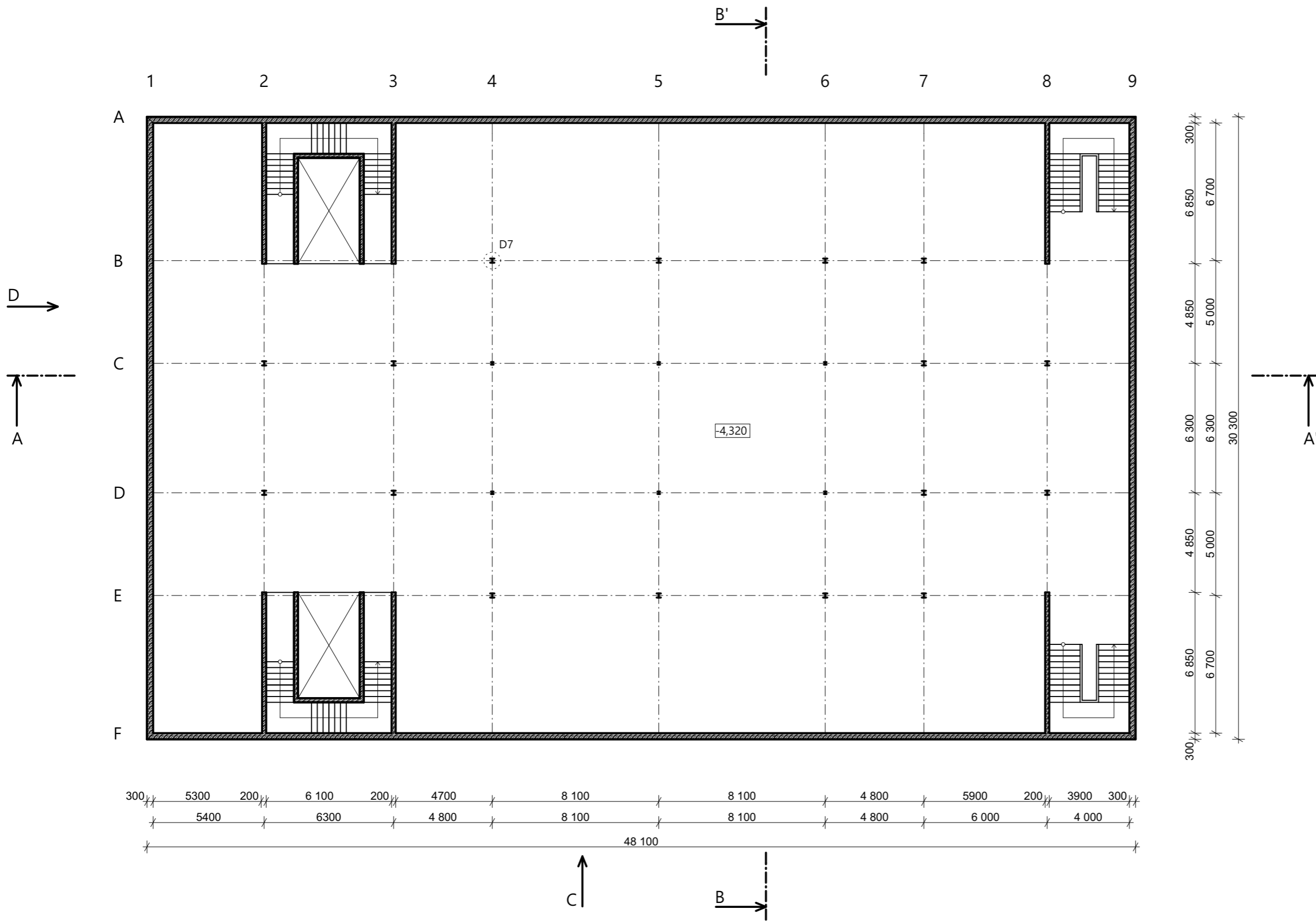
Bc. Kateřina Outratová

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb


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

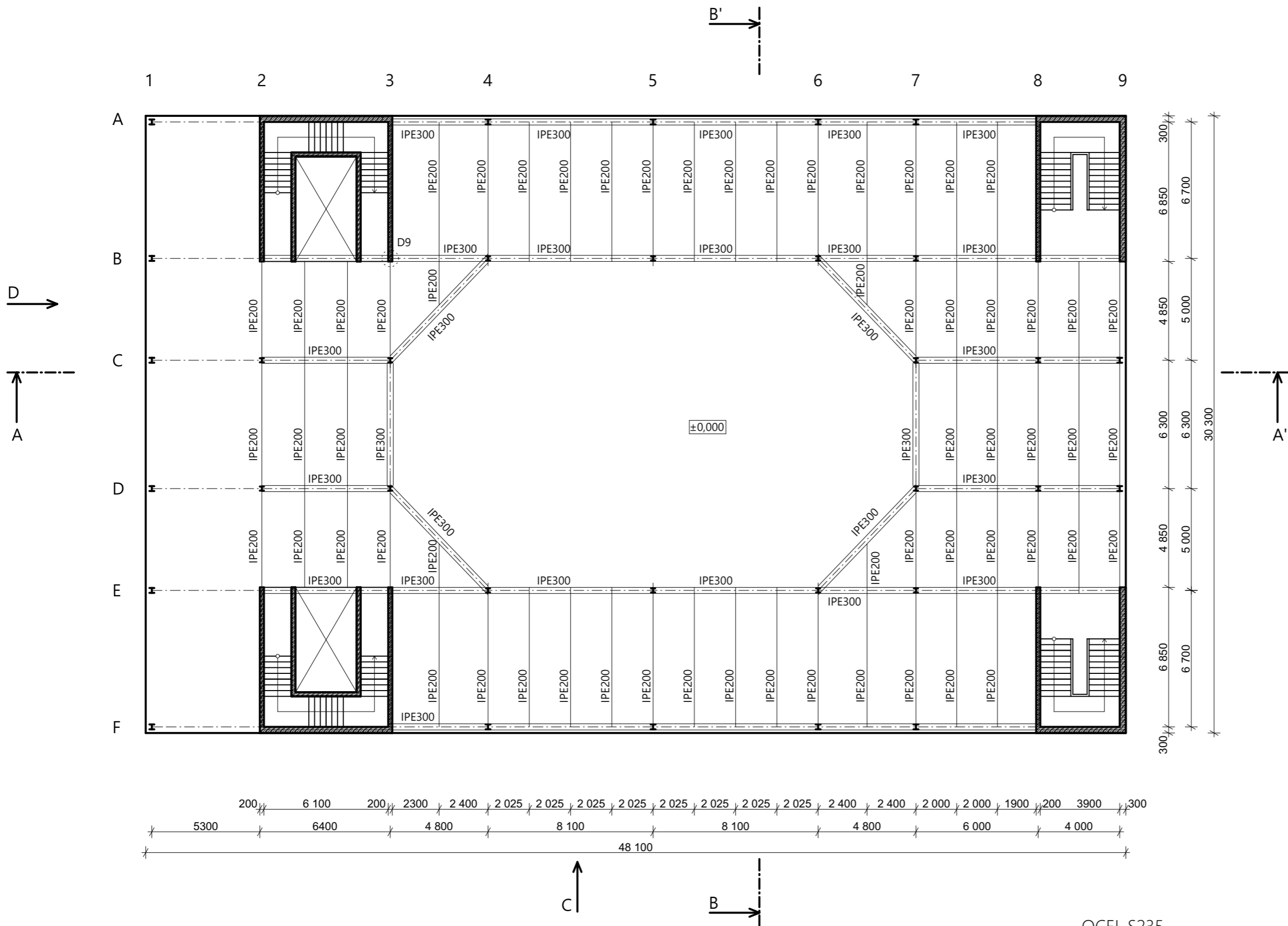
Obsah:

Výkres č. 1: Půdorys 1.PP	1:200
Výkres č. 2: Půdorys 1.NP	1:200
Výkres č. 3: Půdorys 2.NP	1:200
Výkres č. 4: Půdorys 3.NP část: plochá střecha	1:200
Výkres č. 5: Půdorys 3.NP část: válcová střecha	1:200
Výkres č. 6: Podélný řez A-A‘	1:200
Výkres č. 7: Pohled C	1:200
Výkres č. 8: Příčný řez B-B‘, Pohled D	1:200
Výkres č. 9: Detaily I	1:10
Výkres 10: Detaily II	1:10
Výkres 11: Vazník	1:20



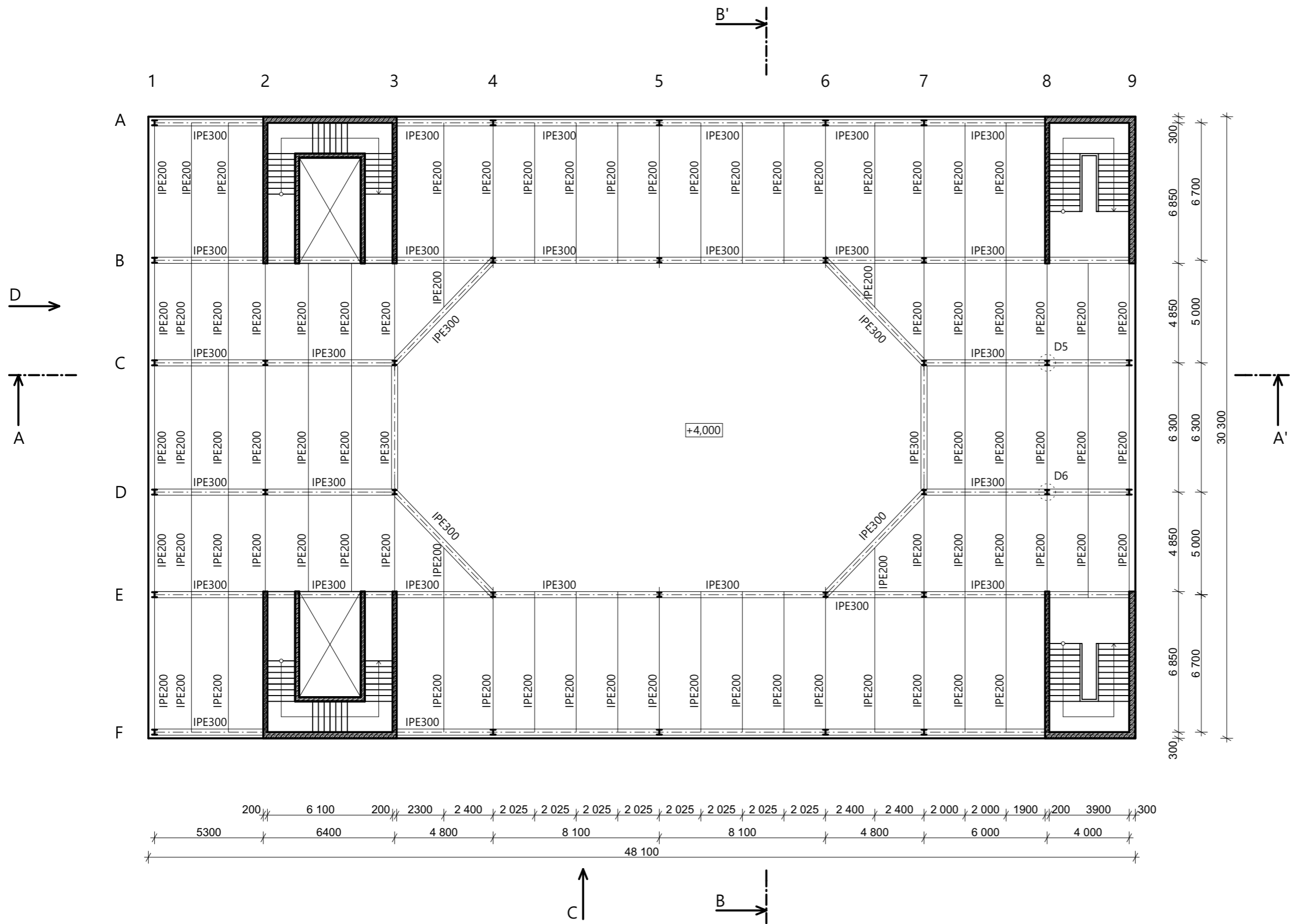
OCEL S235
 BETON C25/30

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



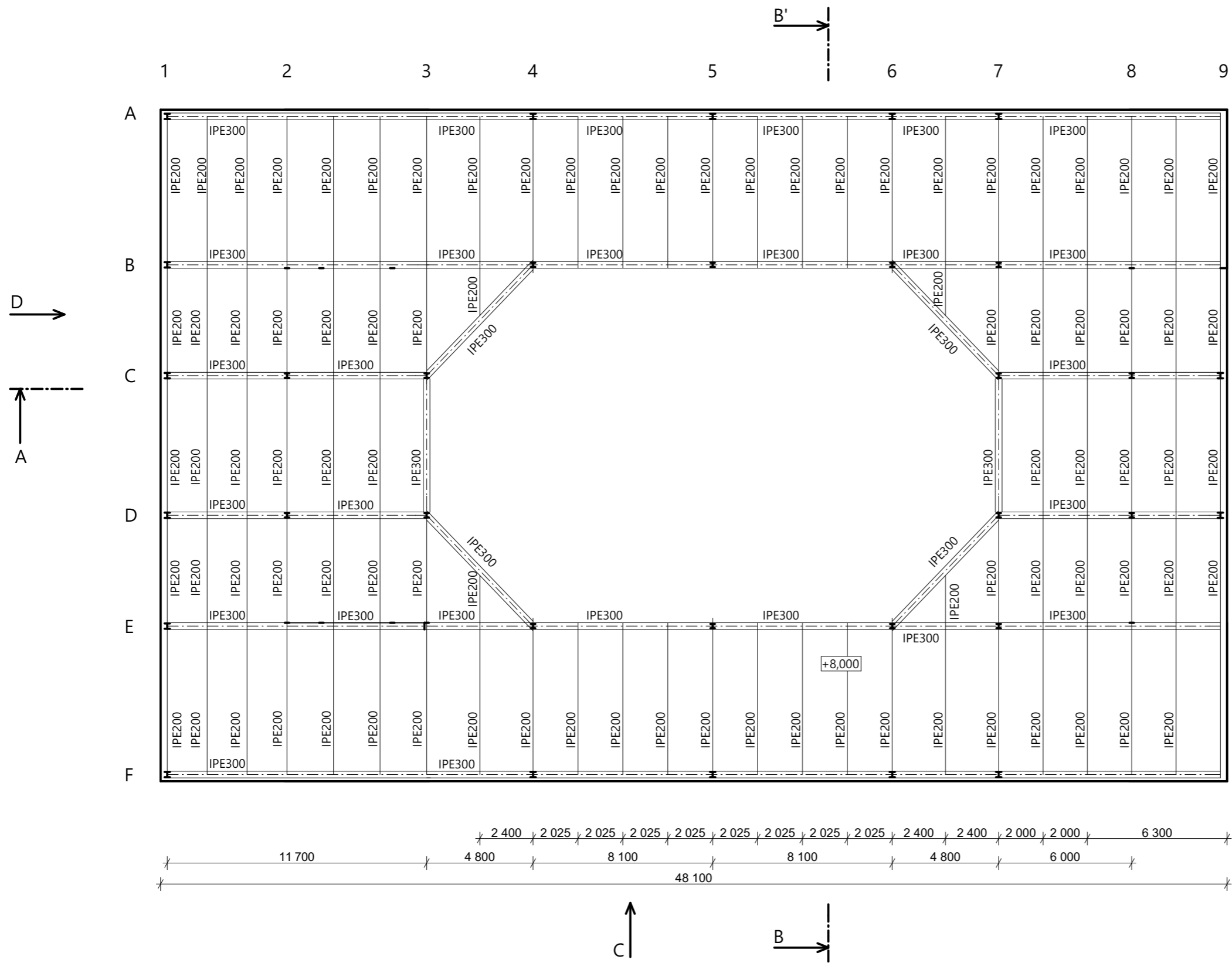
OCEL S235
 BETON C25/30

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



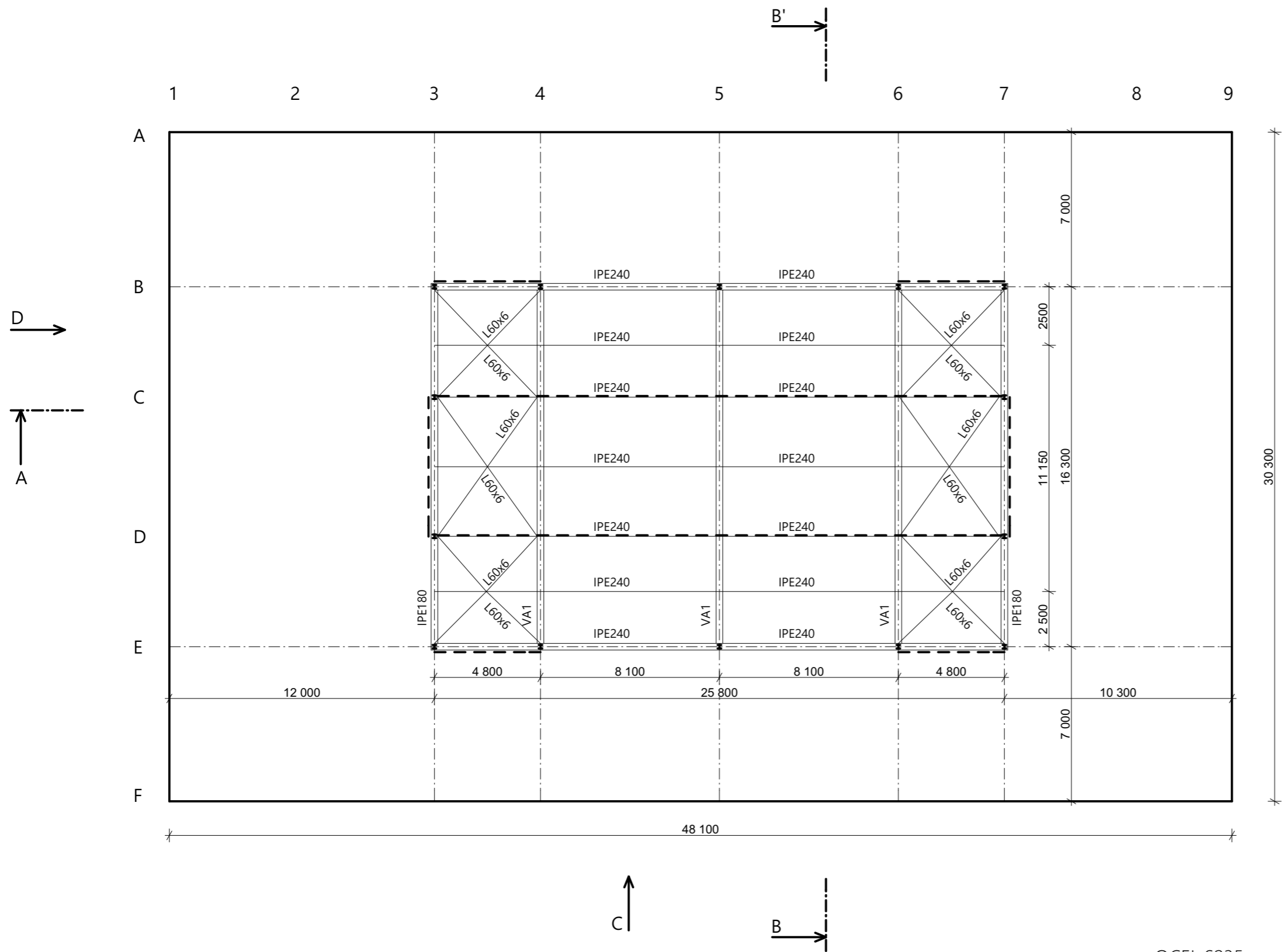
OCEL S235
 BETON C25/30

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



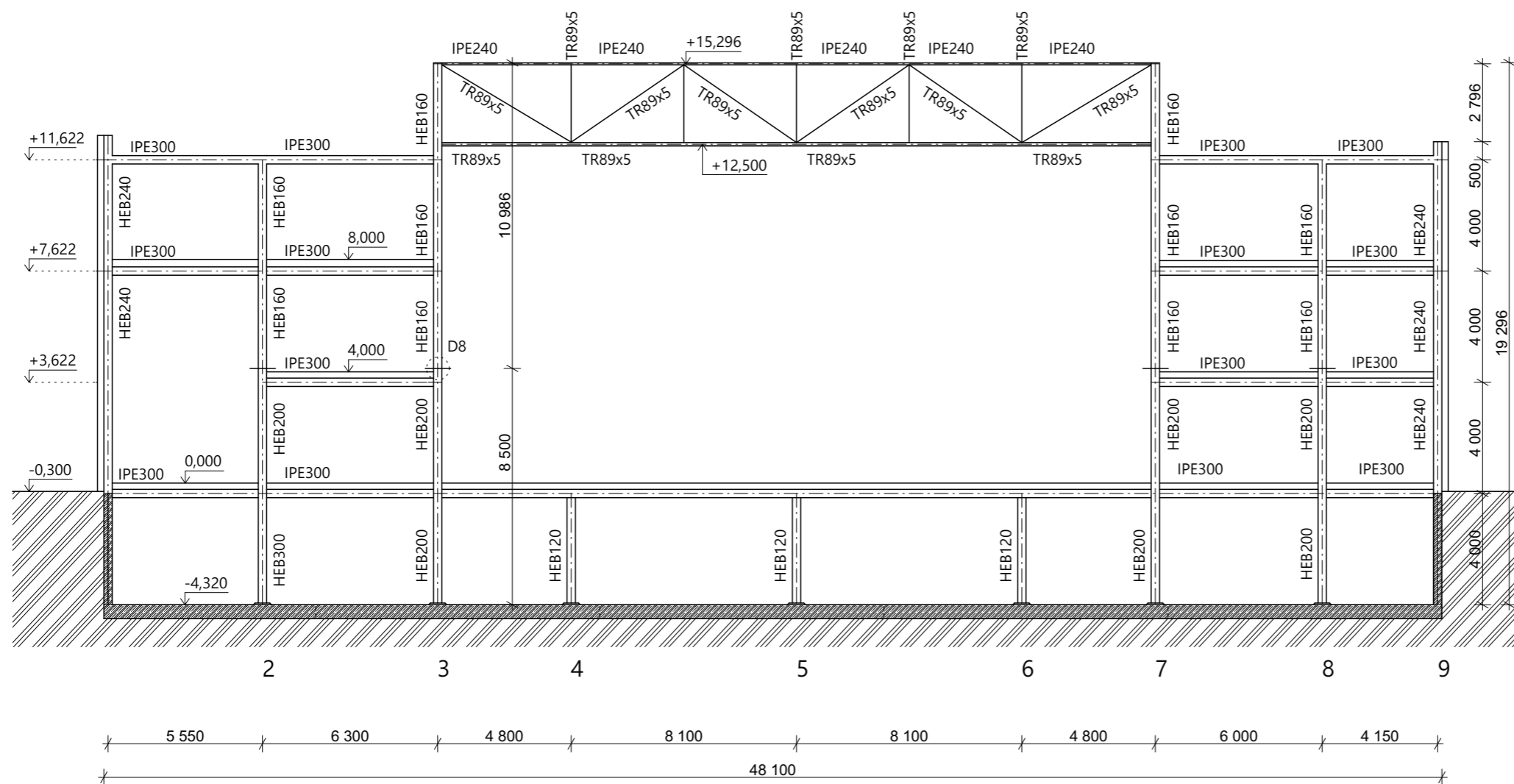
OCEL S235
 BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	MĚŘÍTKO
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	1:200
PŮDORYS 3.NP část: plochá střecha		4




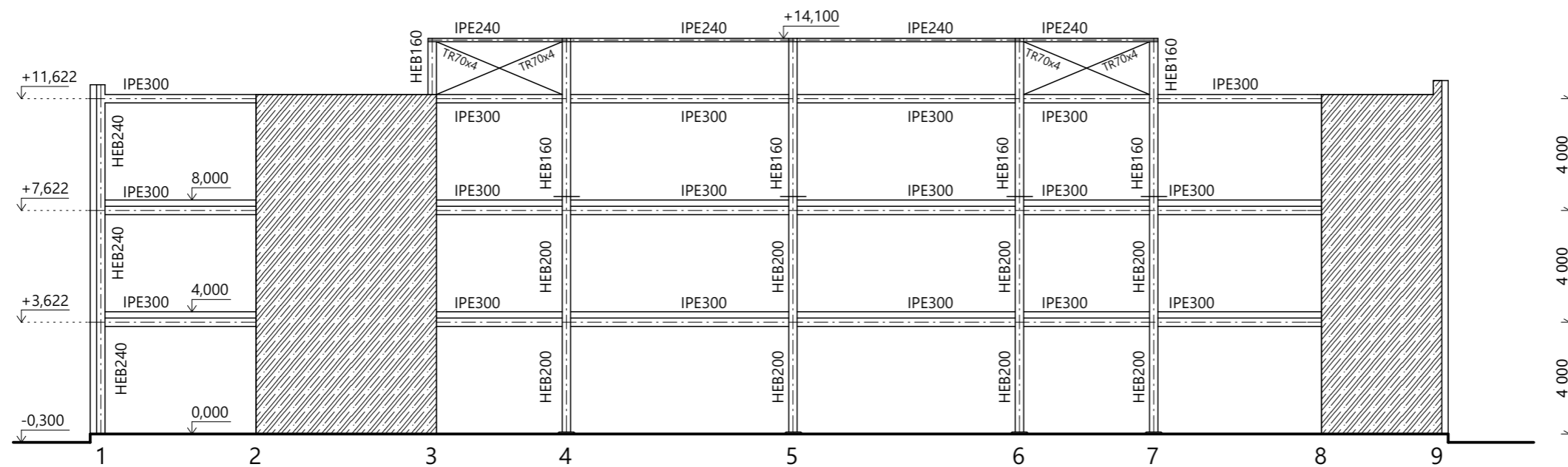
OCEL S235
BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	MĚŘÍTKO
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:200
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
PŮDORYS 3.NP část: válcová střecha		5




OCEL S235
 BETON C25/30

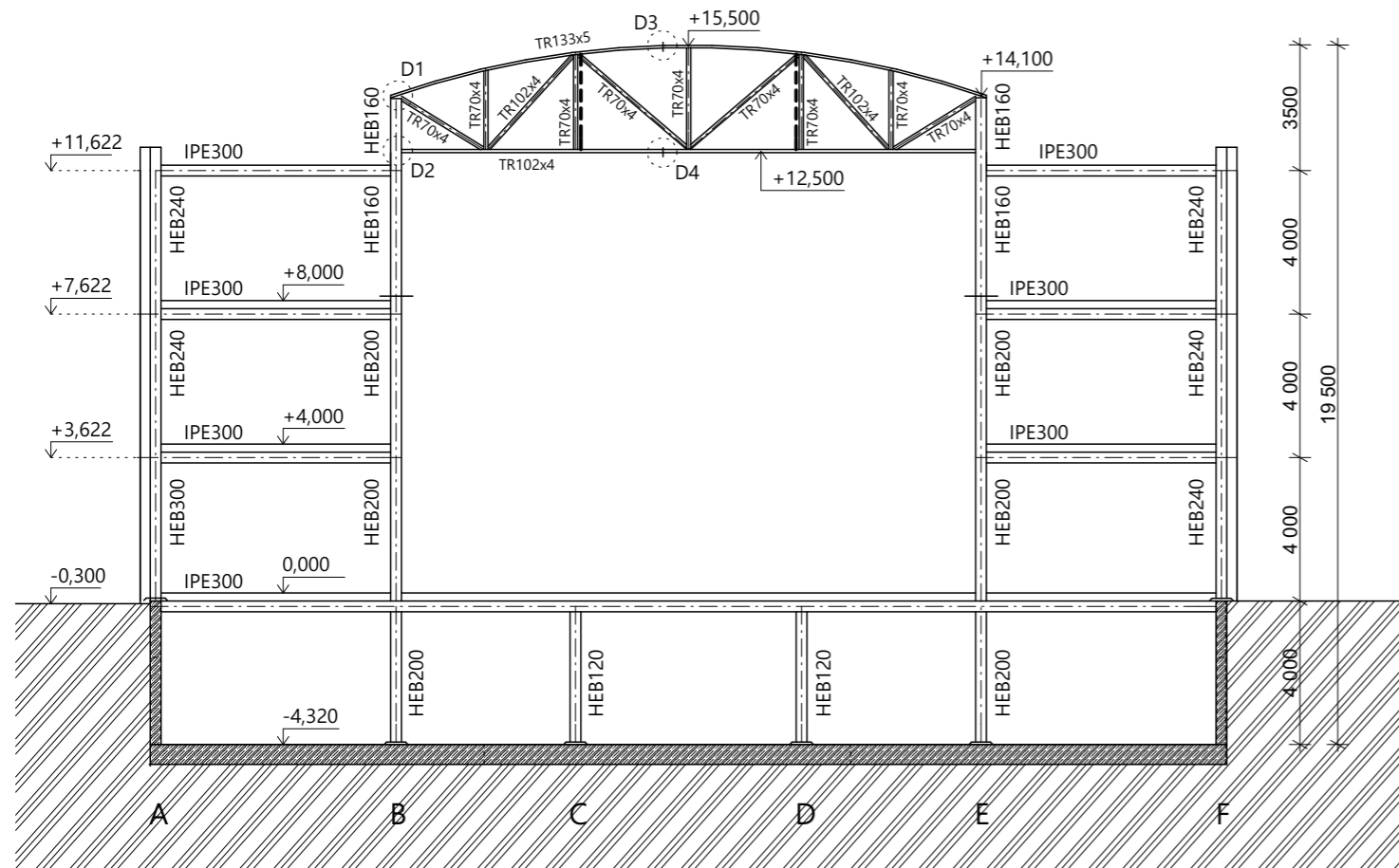
OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	MĚŘÍTKO
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:200
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
PODÉLNÝ ŘEZ A - A'		6



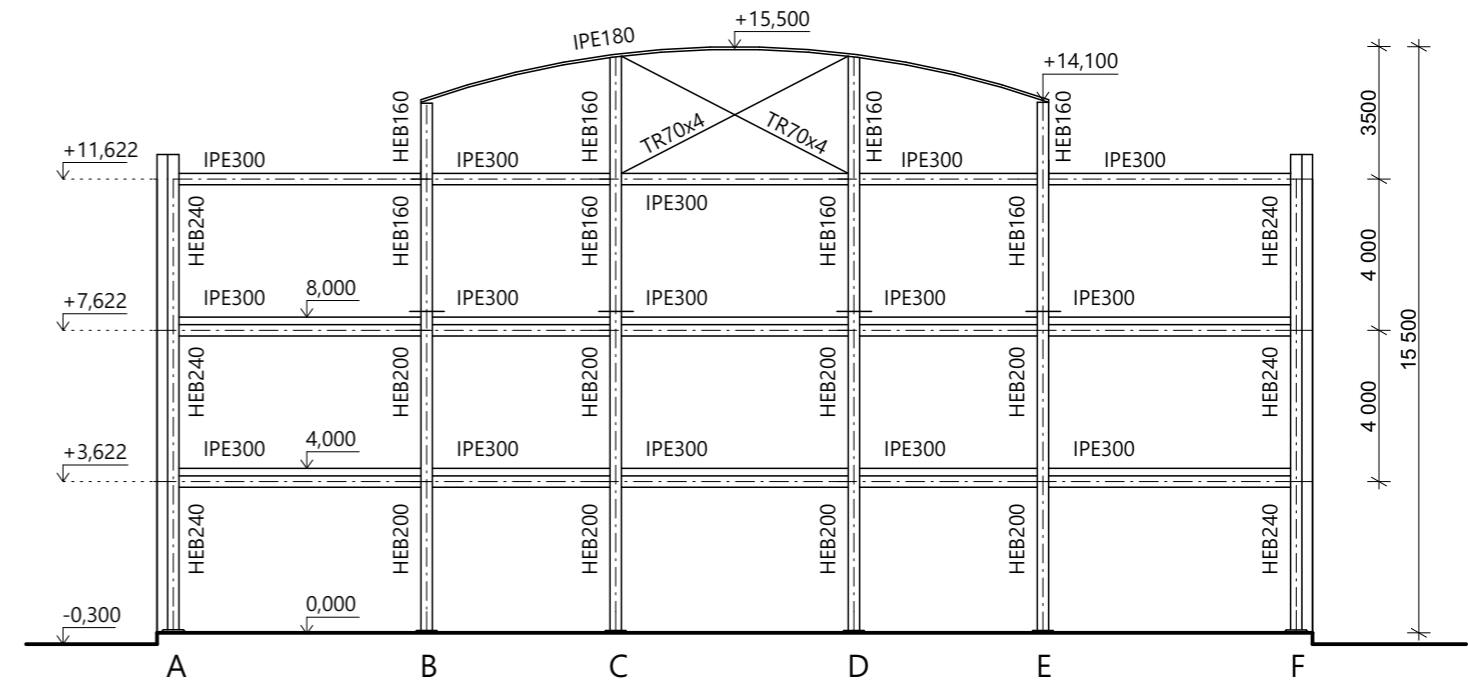
OCEL S235
 BETON C25/30

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

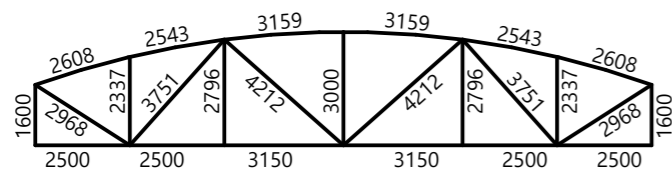
PŘÍČNÝ ŘEZ B - B'



POHLED D



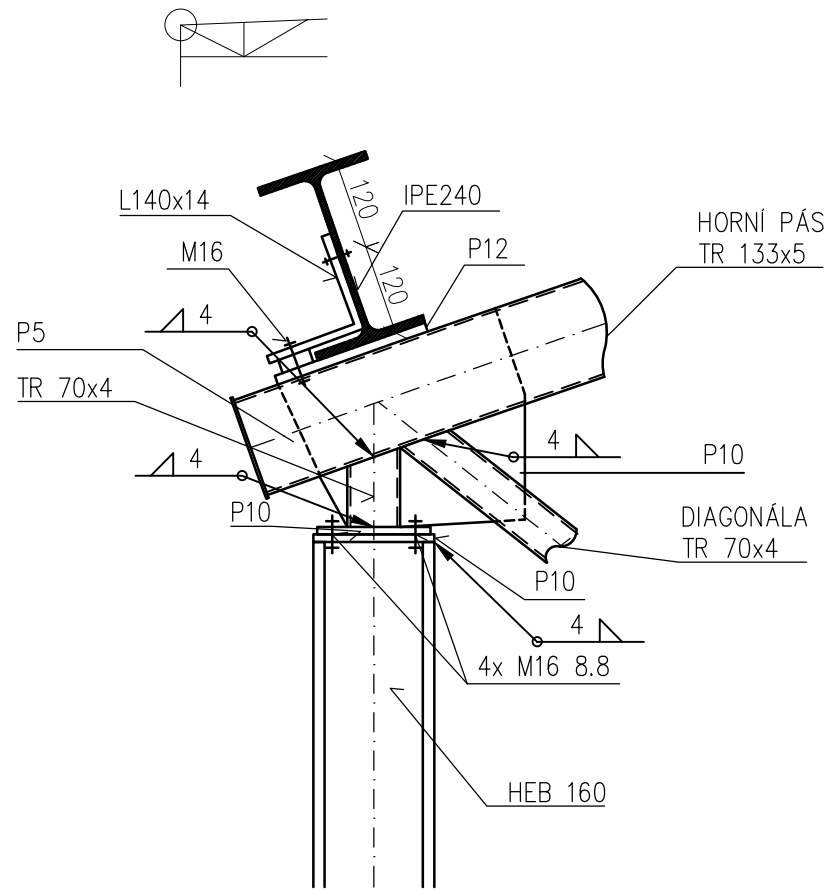
GEOMETRICKÝ TVAR VAZNÍKU



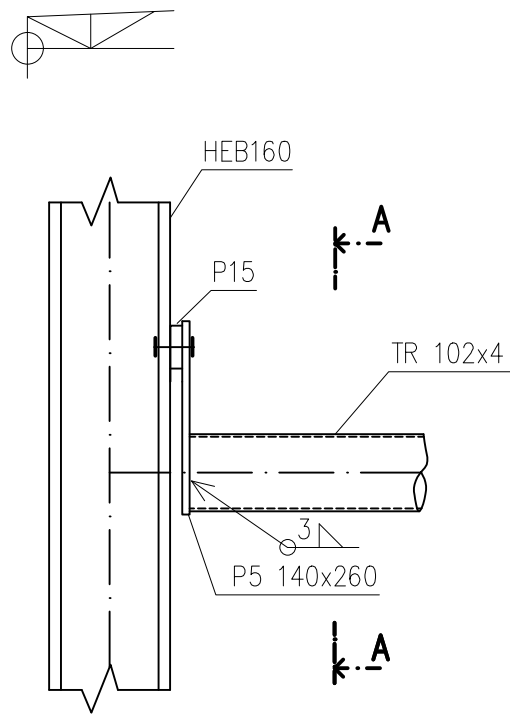
OCEL S235
BETON C25/30

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	MĚŘÍTKO
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:200
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
PŘÍČNÝ ŘEZ B - B', POHLED D		8

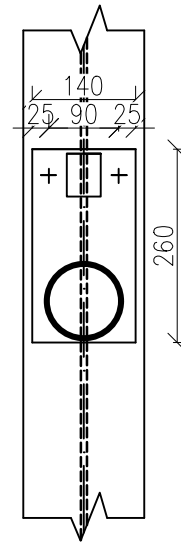
D1: ULOŽENÍ VAZNIKU NA SLOUP



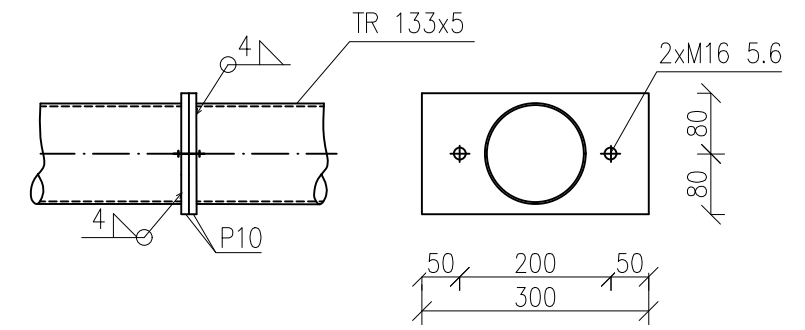
D2: ULOŽENÍ VAZNIKU NA SLOUP
DOLNÍ PÁS



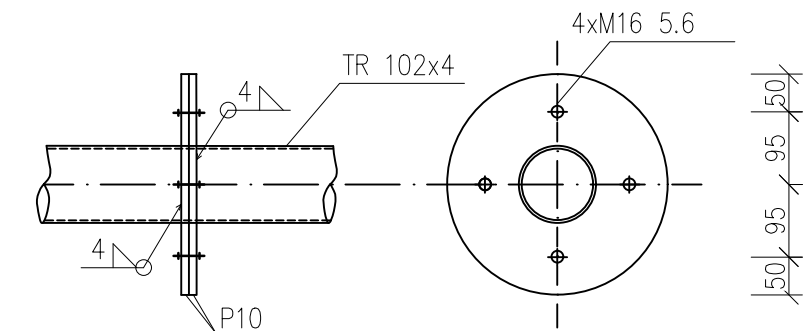
ŘEZ A-A:



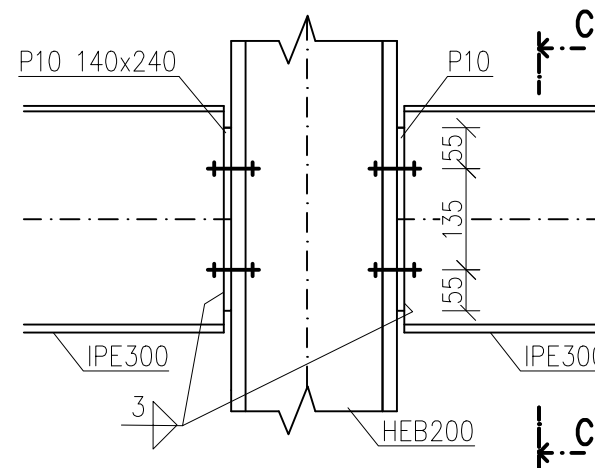
D3: MONTÁŽNÍ STYK HORNÍHO PÁSU VAZNIKU



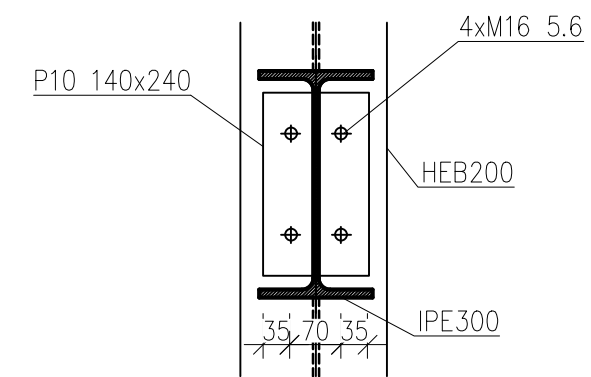
D4: MONTÁŽNÍ STYK DOLNÍHO PÁSU VAZNIKU



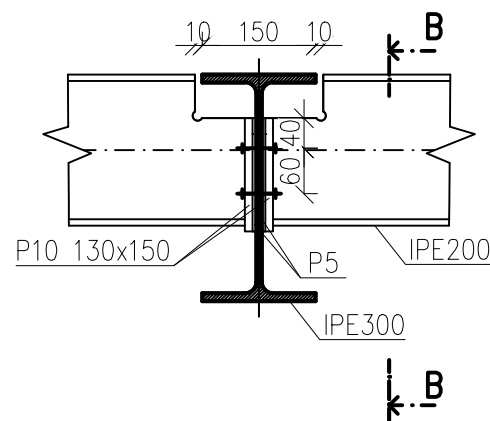
D6: PŘÍPOJ PRŮVLAKU NA SLOUP



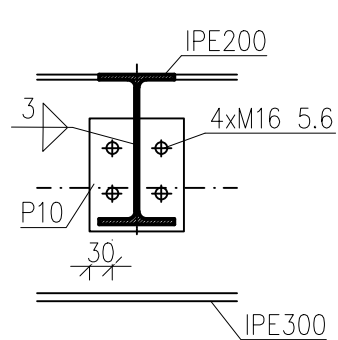
ŘEZ C-C:



D5: PŘÍPOJ STROPNICE NA PRŮVLAK



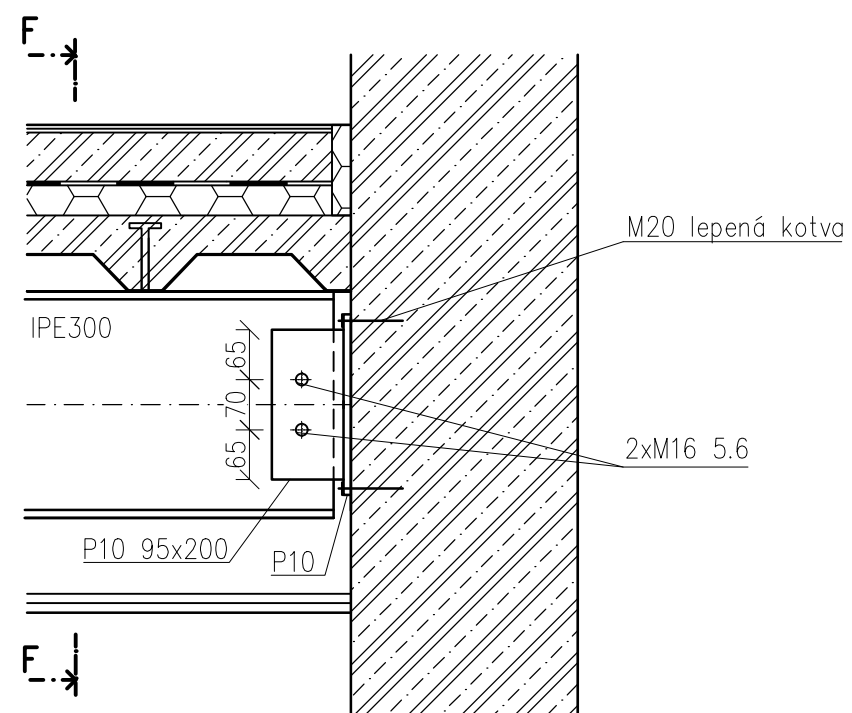
ŘEZ B-B:



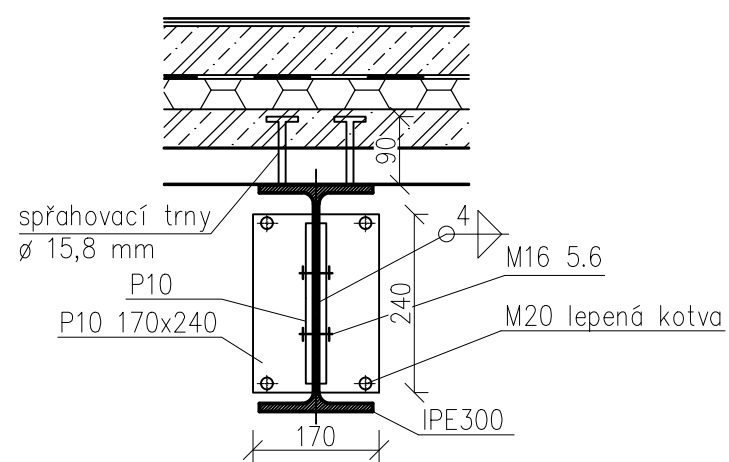
OCEL S235

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	
2.	doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	MĚŘÍTKO
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
DETAILY I		9

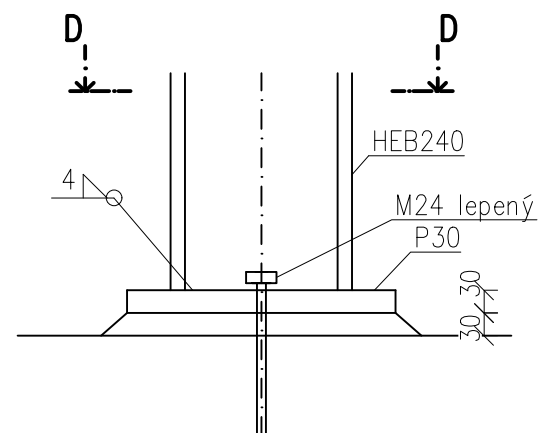
D9: PŘIPOJENÍ OCELOBETONOVÉHO STROPU
K ŽELEZOBETONOVÉMU JÁDRU



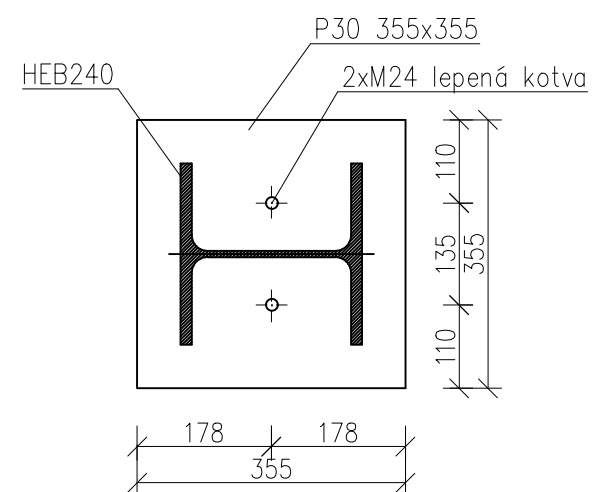
ŘEZ F-F:



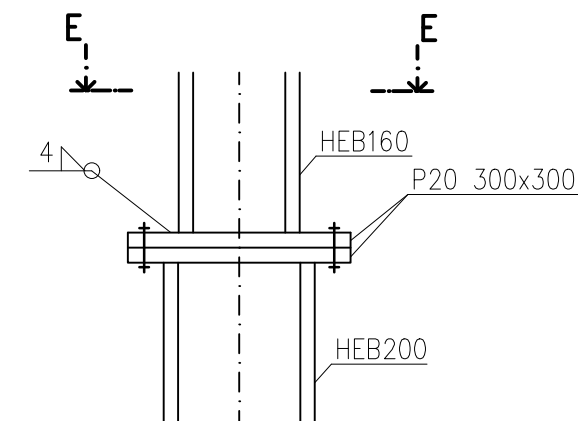
D7: PATKA BĚŽNÉHO SLOUPU



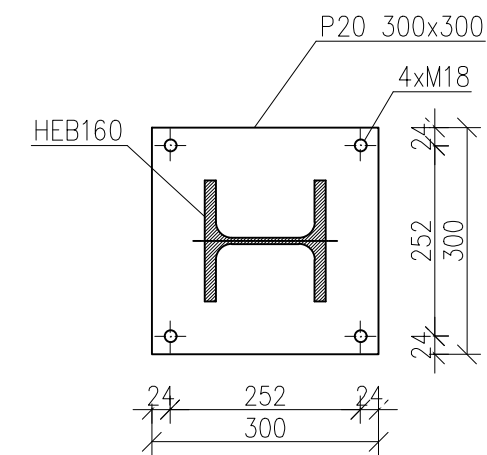
ŘEZ D-D:



D8: MONTÁŽNÍ STYK SLOUPU

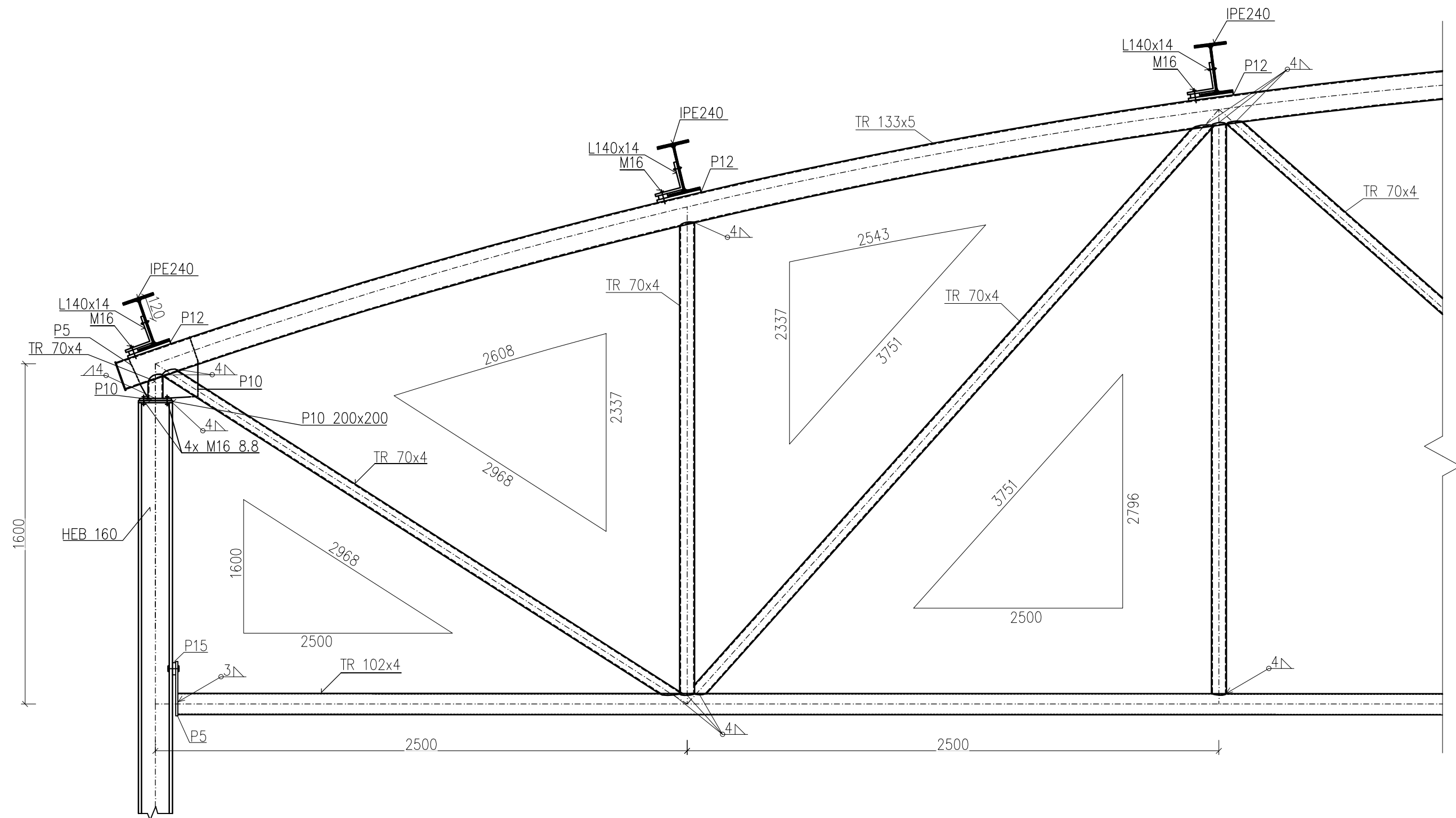


ŘEZ E-E:

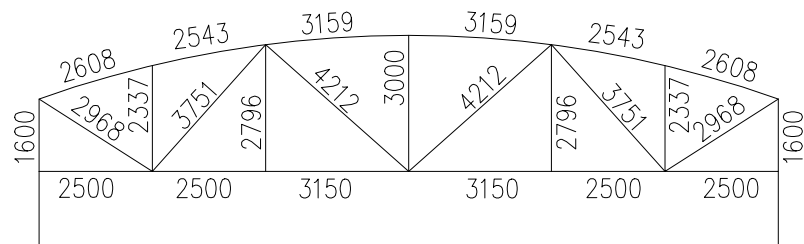


OCEL S235

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	
2.	doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	MĚŘÍTKO
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:10
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
DETAILY II		10



GEOMETRICKÝ TVAR VAZNÍKU:



OCEL S235

OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČJÍCÍ	MĚŘÍTKO
2.	doc. Ing. M. Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:20
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
VAZNÍK		11

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 **Část: KONSTRUKCE POZEMNÍCH STAVEB**

Diplomová práce
2019



Bc. Kateřina Outratová

Studijní program: Stavební inženýrství
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

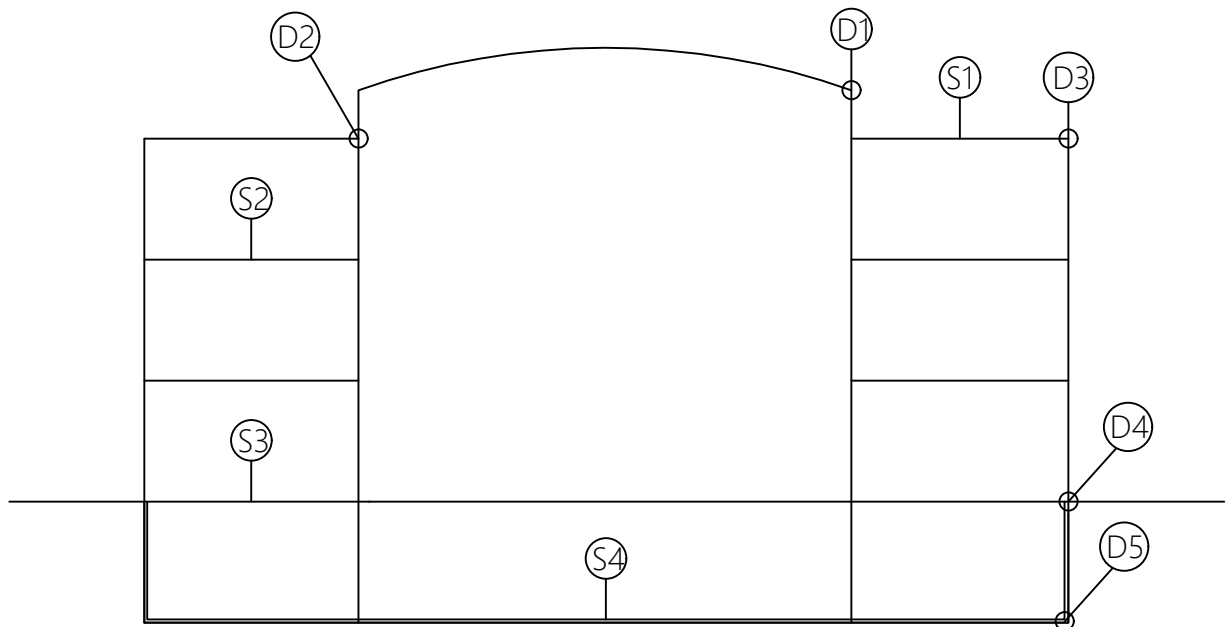
Vedoucí práce: doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.
Konzultace KP části: Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.

Obsah:

Výkres č. 1: Půdorys 1.NP	1:100
Výkres č. 2: Řez A-A'	1:100
Výkres č. 3: Odvodnění střechy	1:100
Výkres č. 4: Detail D1	1:10
Výkres č. 5: Detail D2	1:10
Výkres č. 6: Detail D3	1:10
Výkres č. 7: Detail D4	1:10
Výkres č. 8: Detail D5	1:10



Umístění navrhovaných skladeb a detailů:



Skladby:

S1 - nepochozí plochá střecha

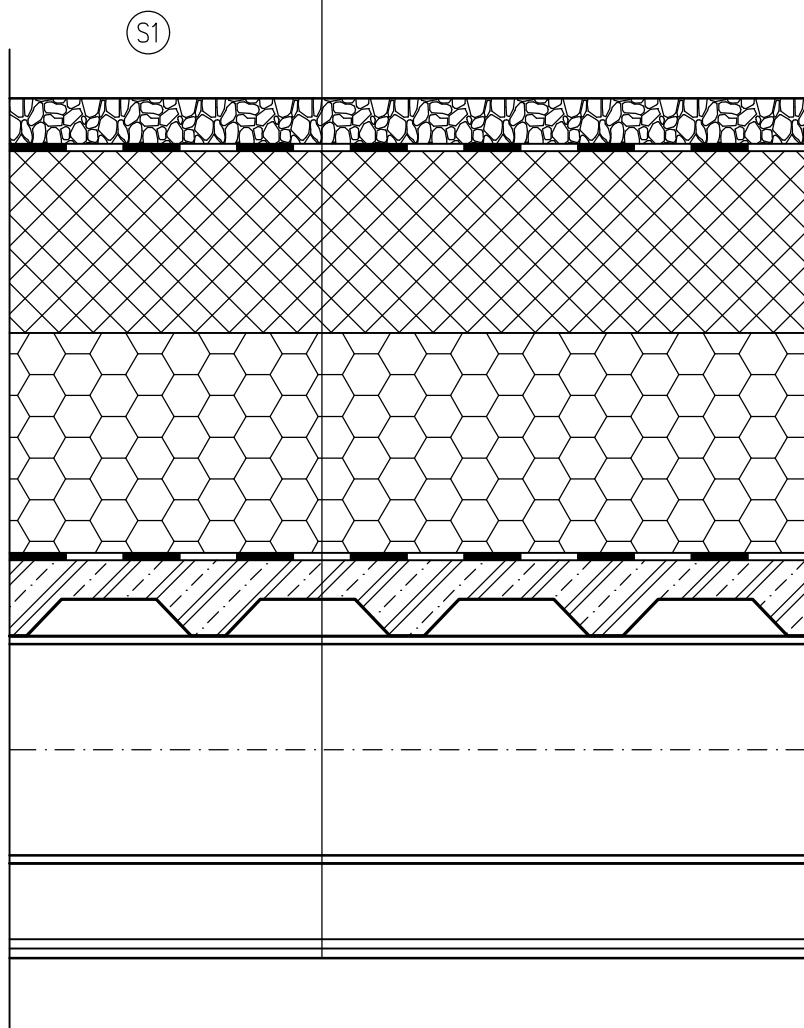
S2 - těžká plovoucí podlaha

S3 - strop nad suterénem

S4 - podlaha podzemního podlaží

S1 – NEPOCHOZÍ PLOCHÁ STŘECHA

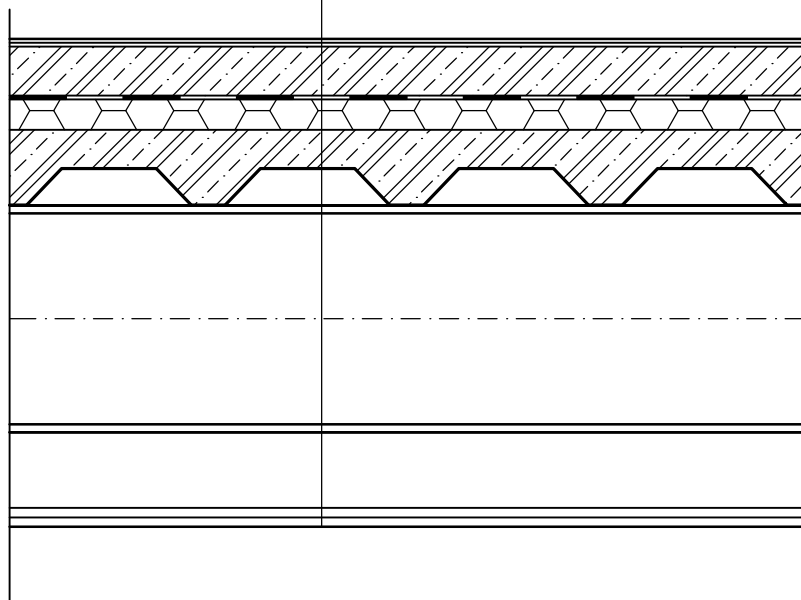
— KAČÍREK	— 60 mm
— 2xASFALTOVÝ PÁS	— 8,0 mm
— EPS 100S	— 250 mm
— SPÁDOVÁ IZOLACE PUREN	— 50–300 mm
— OCHRANNÁ GEOTEXTÍLIE	—
— PAROZÁB. SARNAVAP 4000	— 0,2 mm
— OCHRANNÁ GEOTEXTÍLIE	— 1,5 mm
— ŽB DESKA	— 50 mm
— TRAP. PLECH TR50/262,5	— 50 mm
— PRŮVLAK IPE300	— 300 mm
— SDK PODHLED	— 100 mm



S2 – TĚŽKÁ PLOVOUCÍ PODLAHA

(S2)

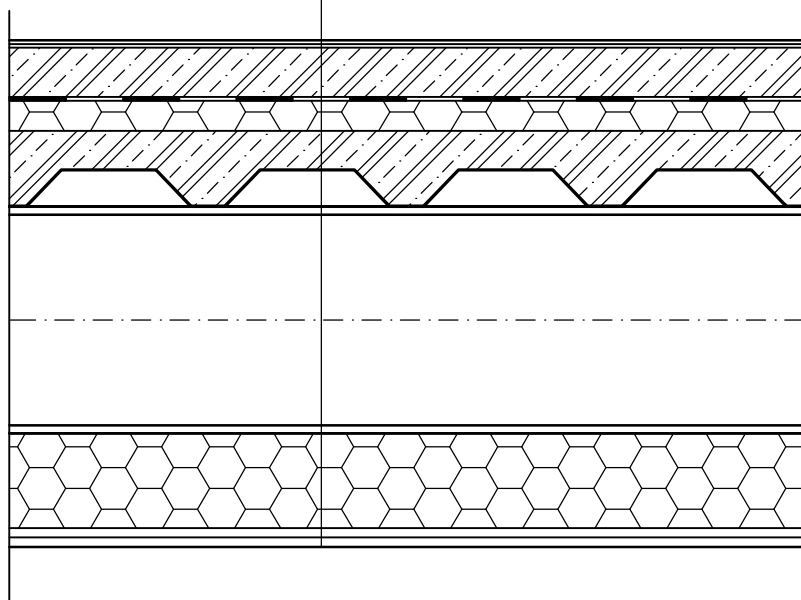
— PVC PODLAHOVÁ KRYTINA	— 3 mm
— LEPIDLO	— 1 mm
— SAMONIVELAČNÍ STĚRKA	— 3 mm
— ROZNAŠECÍ ŽB DESKA	— 75 mm
— SEPARAČNÍ PE FÓLIE	— 0,5 mm
— ELASTIFIKOVANÝ POLYSTYREN ISOVEREPS RIGIFLOOR	— 40 mm
— ŽB DESKA	— 50 mm
— TRAP. PLECH TR50/262,5	— 50 mm
— PRŮVLAK IPE300	— 300 mm
— SDK PODHLED	— 100 mm



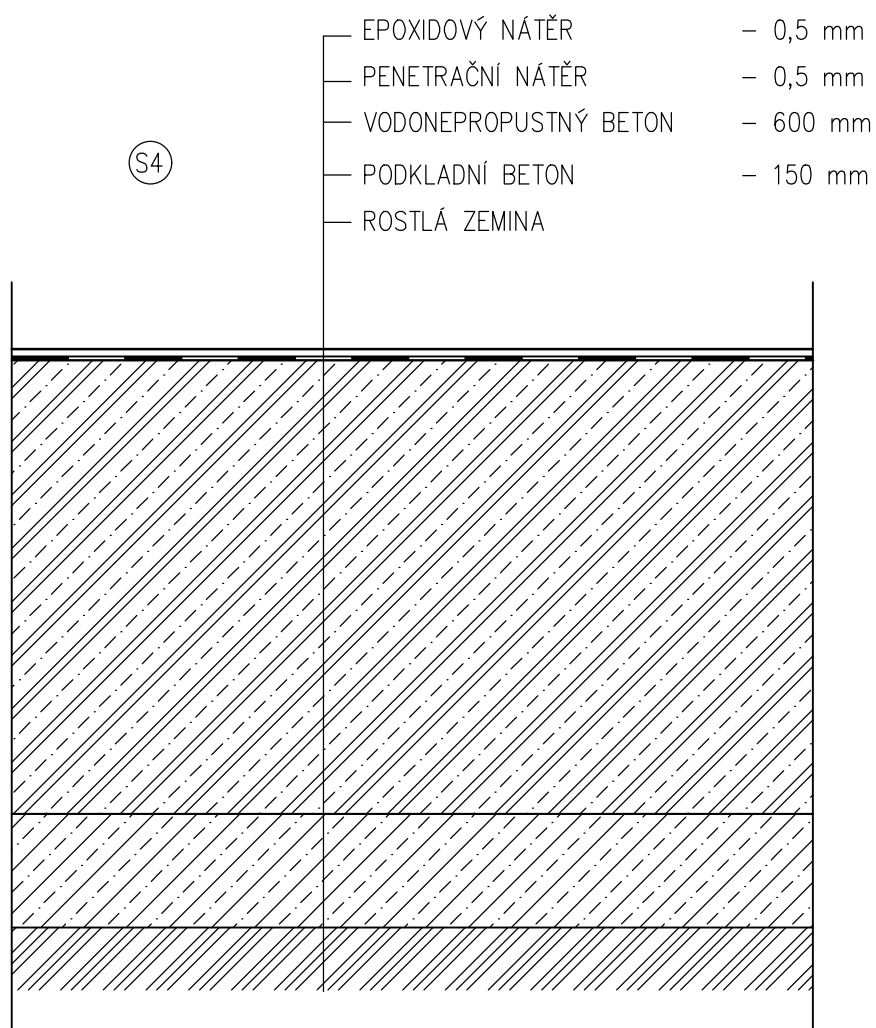
S3 – STROP NAD SUTERÉMEM

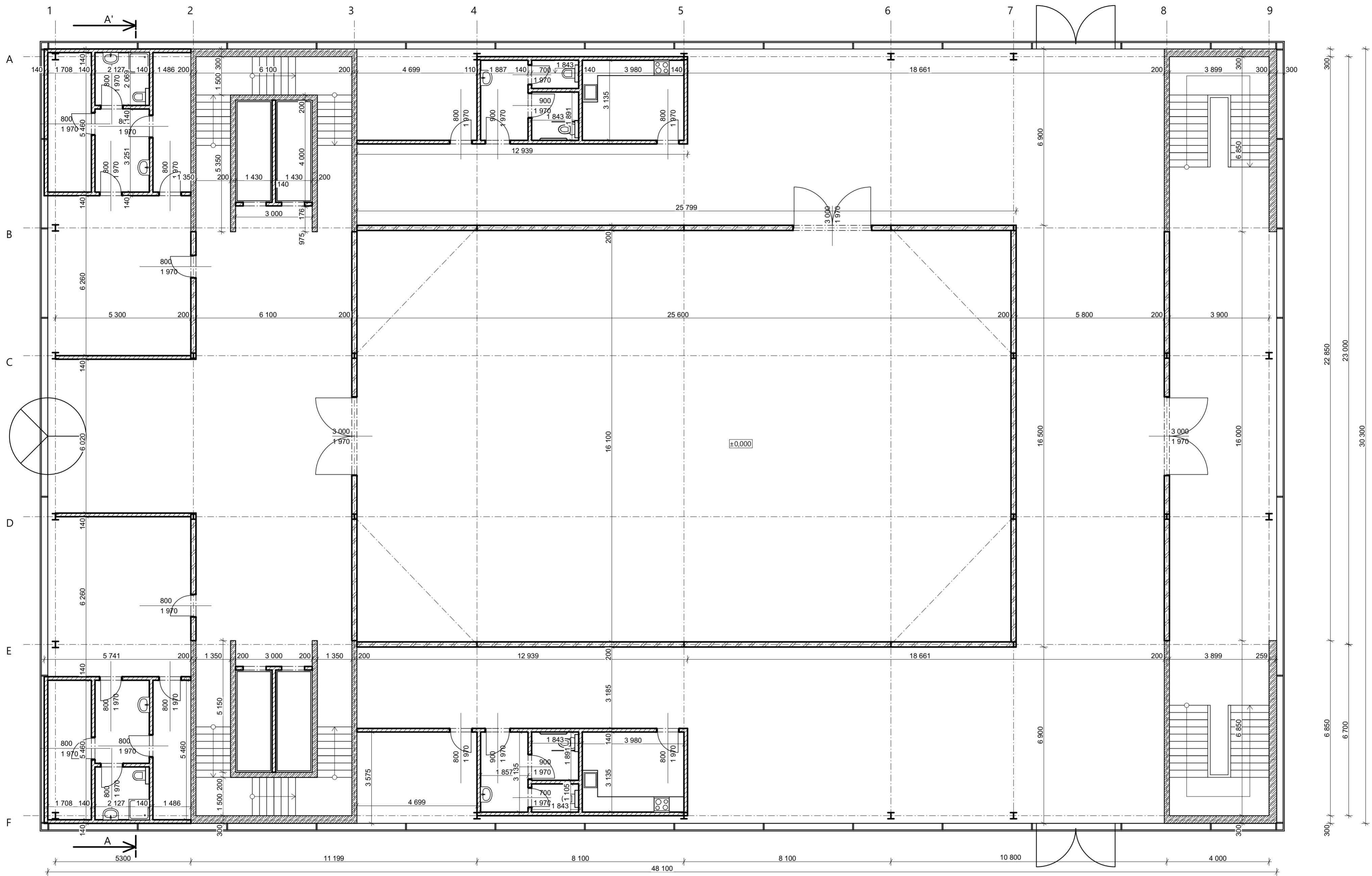
(S3)

— PVC PODLAHOVÁ KRYTINA	— 3 mm
— LEPIDLO	— 1 mm
— SAMONIVELAČNÍ STĚRKA	— 3 mm
— ROZNÁŠECÍ ŽB DESKA	— 75 mm
— SEPARAČNÍ PE FÓLIE	— 0,5 mm
— ELASTIFIKOVANÝ POLYSTYREN ISOVEREPS RIGIFLOOR	— 40 mm
— ŽB DESKA	— 50 mm
— TRAP. PLECH TR50/262,5	— 50 mm
— PRŮVLAK IPE300	— 300 mm
— TEPELNÁ IZOLACE	— 200 mm
— SDK PODHLED	— 100 mm




S4 – PODLAHA PODZEMNÍHO PODLAŽÍ

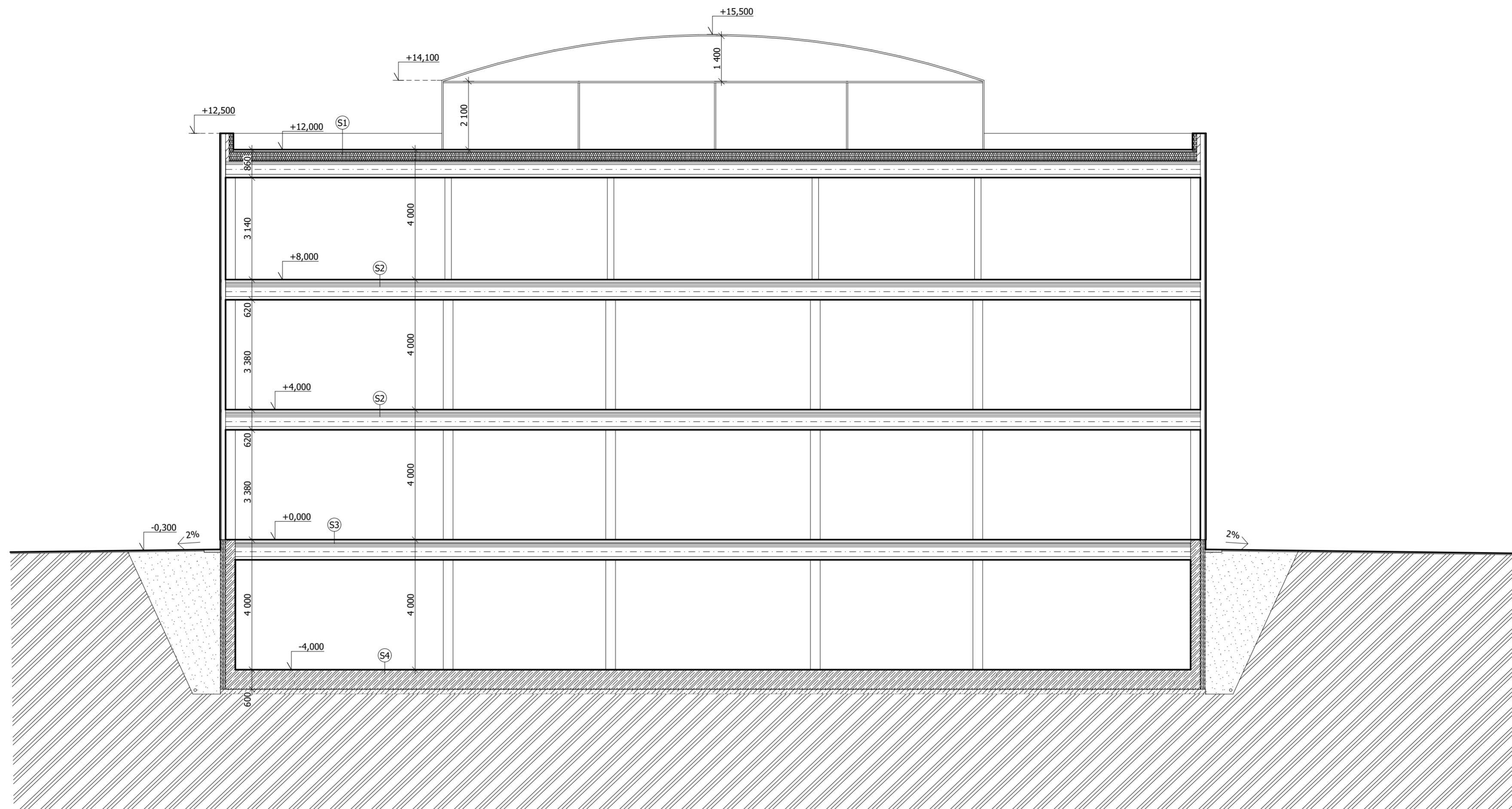




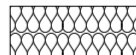


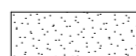
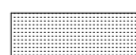
LEGENDA MATERIÁLŮ:


-  Zdivo Heluz 20
-  Zdivo Heluz 14
-  Železobeton

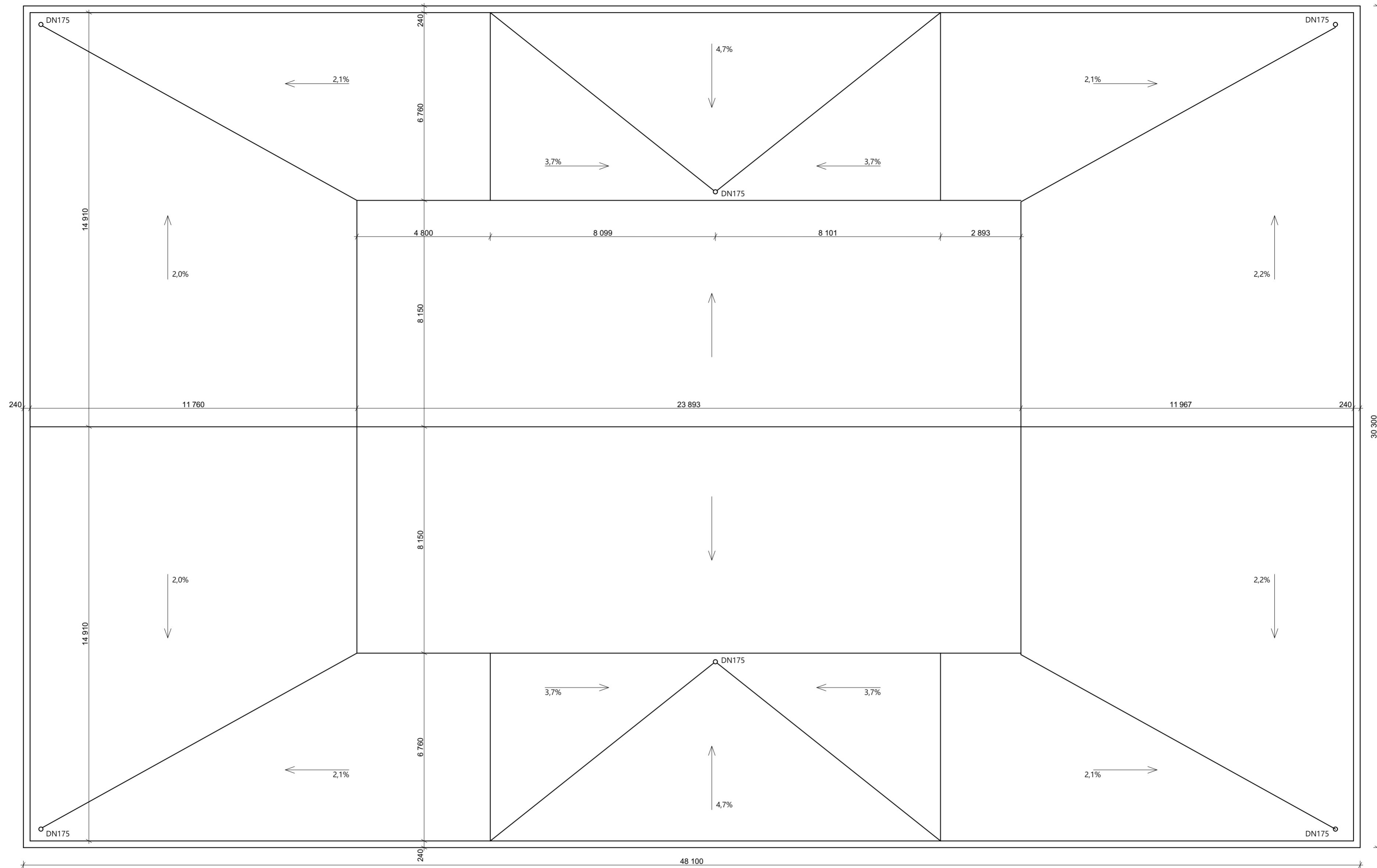
OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČJÍCÍ	MĚŘÍTKO
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:100
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
PŮDORYS 1.NP		1




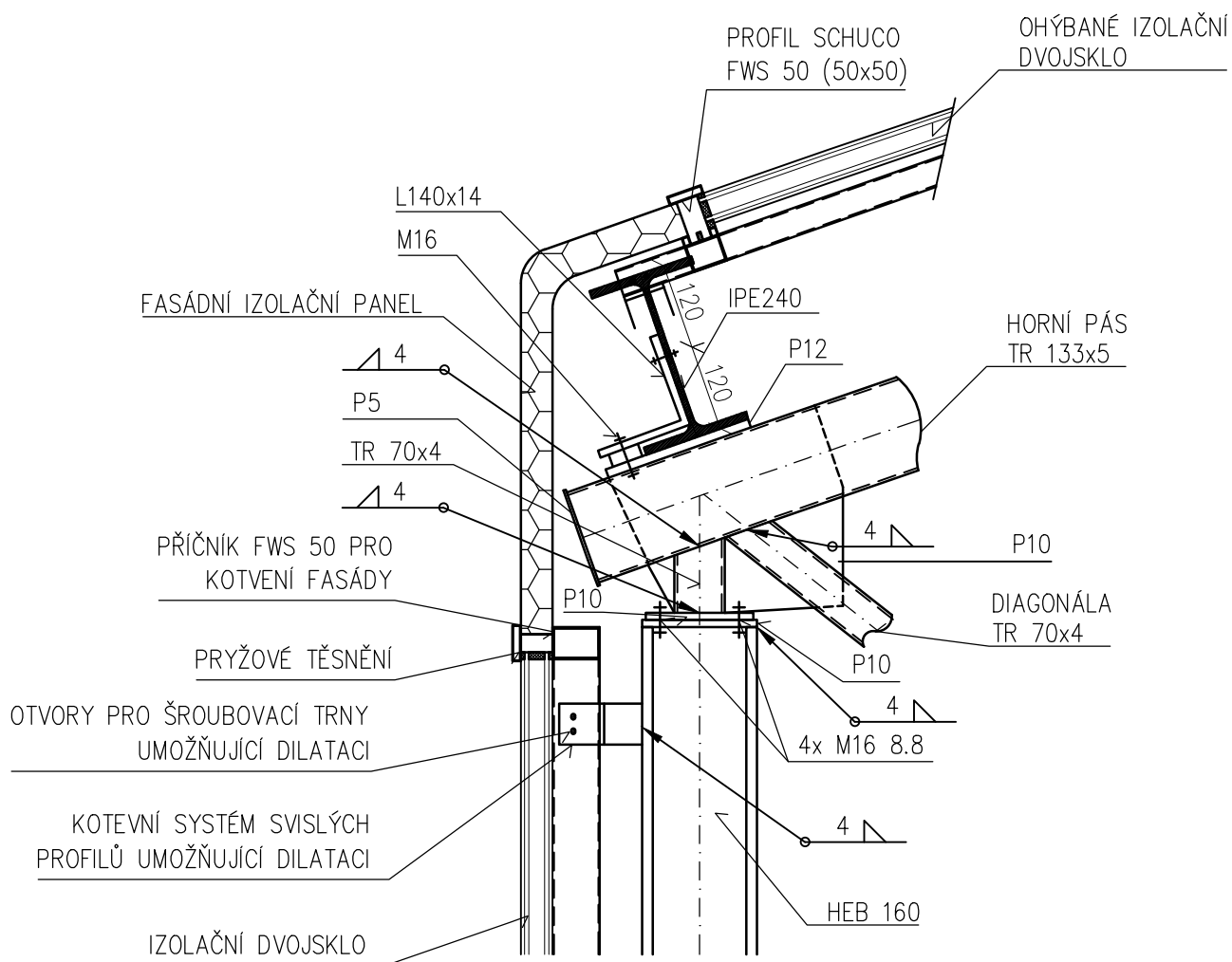
LEGENDA MATERIÁLŮ:

-  Tepelná izolace
-  Beton prostý C20/25
-  Železobeton
-  Zhutněná zemina
-  Okapový chodníček

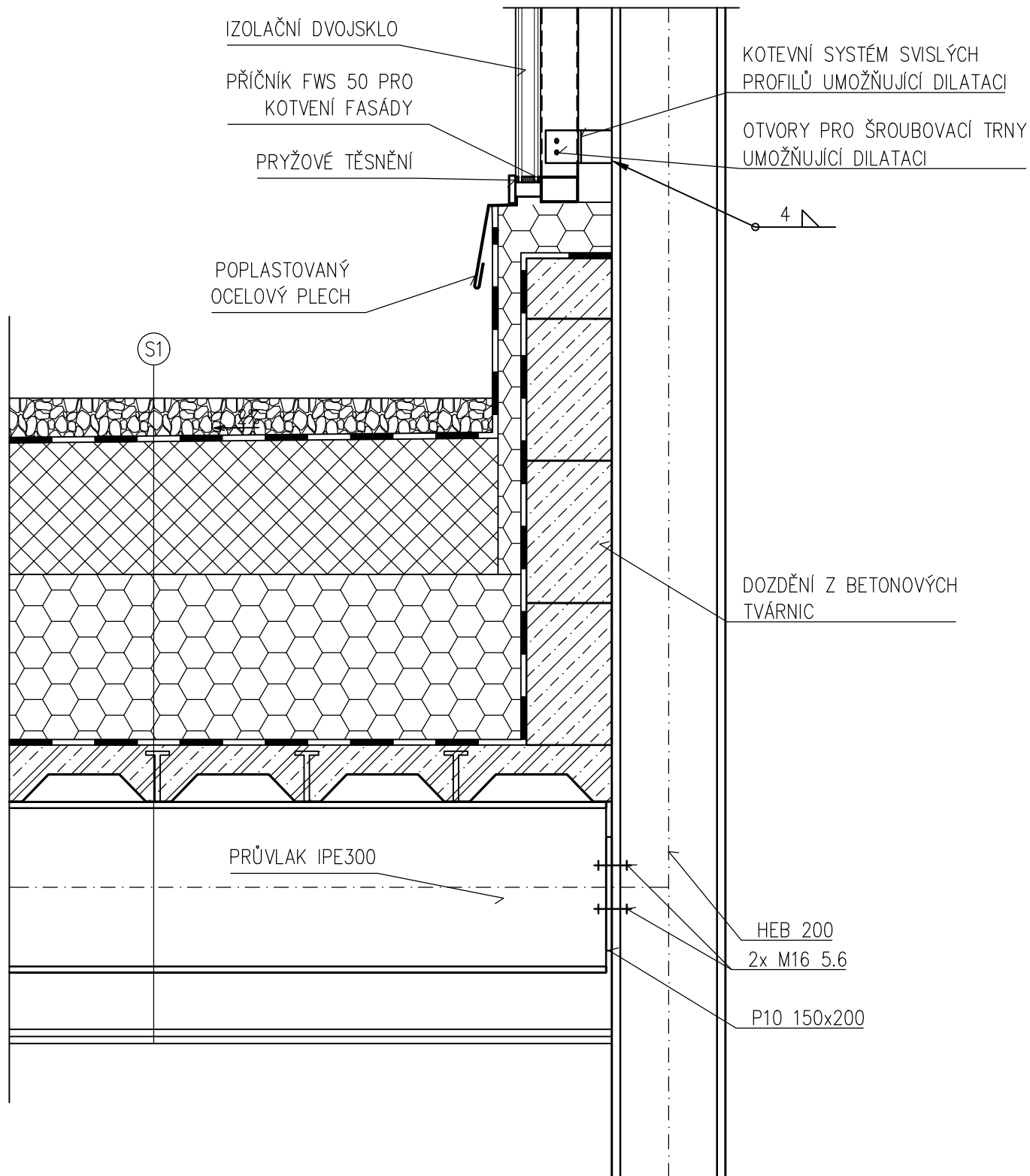
OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	MĚŘÍTKO
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	1:100
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	
ŘEZ AA'		2

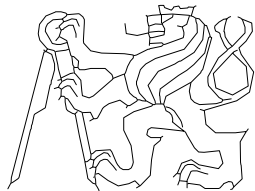


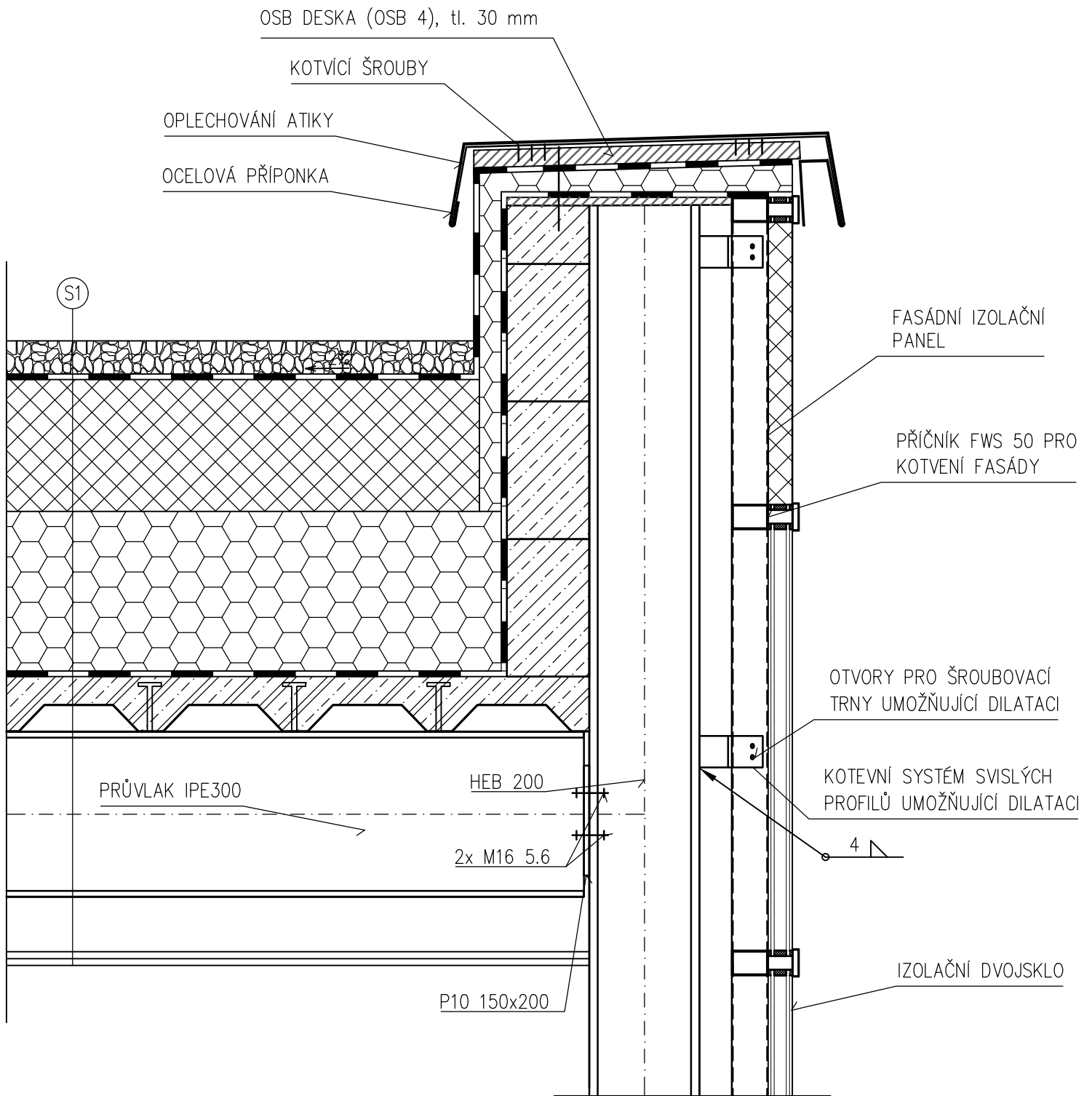
OBOR	KATEDRA	
SI-C	K134	
ROČNÍK	VYUČUJÍCÍ	
2.	doc. Ing. Martina Eliášová, CSc.	
PŘEDMĚT	VYPRACOVALA	MĚŘÍTKO
Diplomová práce	Bc. Kateřina Outratová	1:100
ODVODNĚNÍ STŘECHY		3

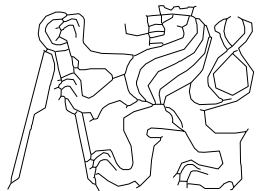


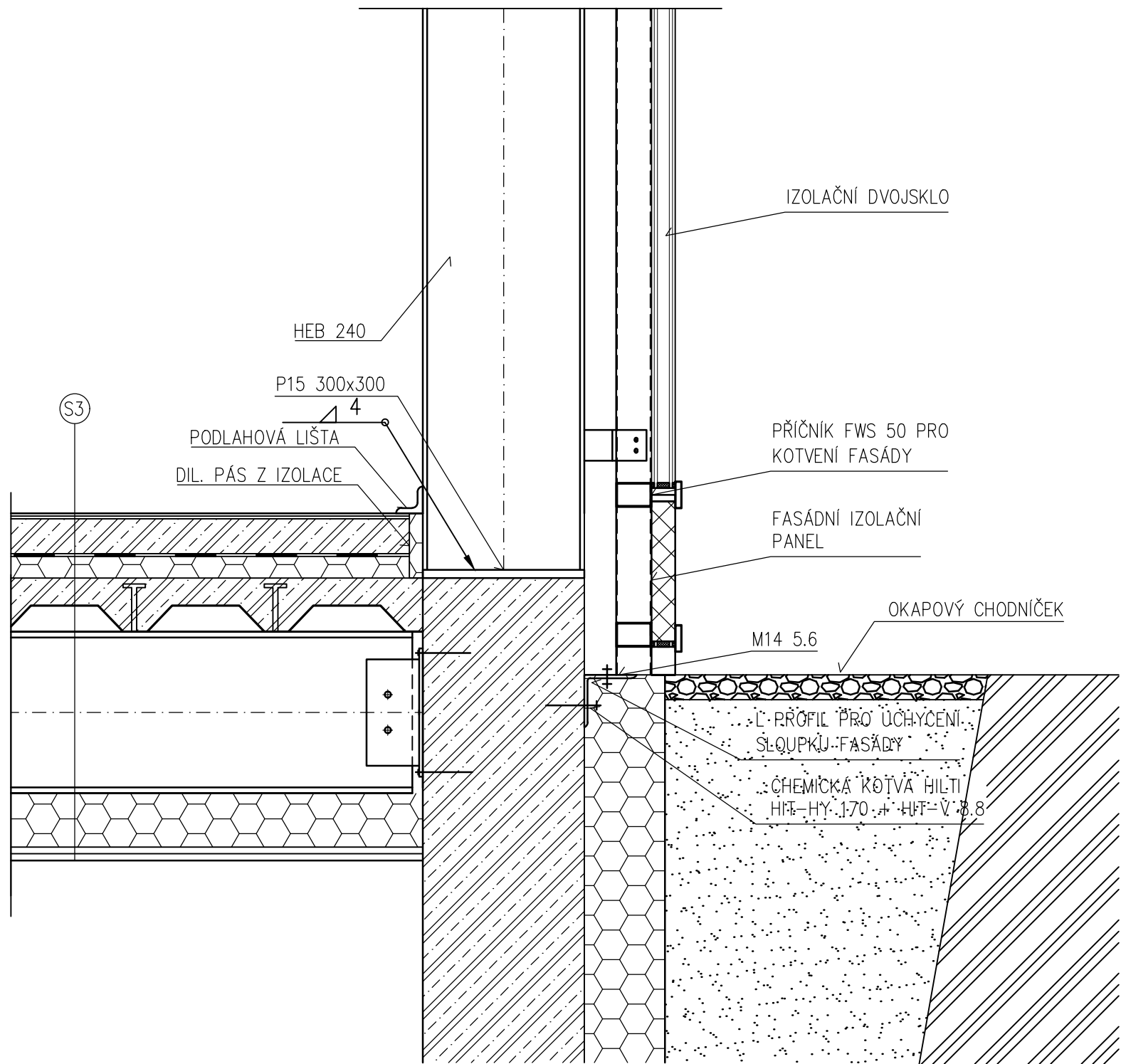
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA		
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová		
ROČNÍK	KONZULTANT ČÁSTI KP			
2.	Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.			
PŘEDMĚT :	Diplomová práce			
VÝKRES:	DETAIL D1		MĚŘÍTKO:	1:10
			Č.VÝKRESU:	4

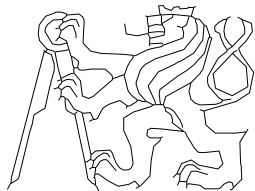


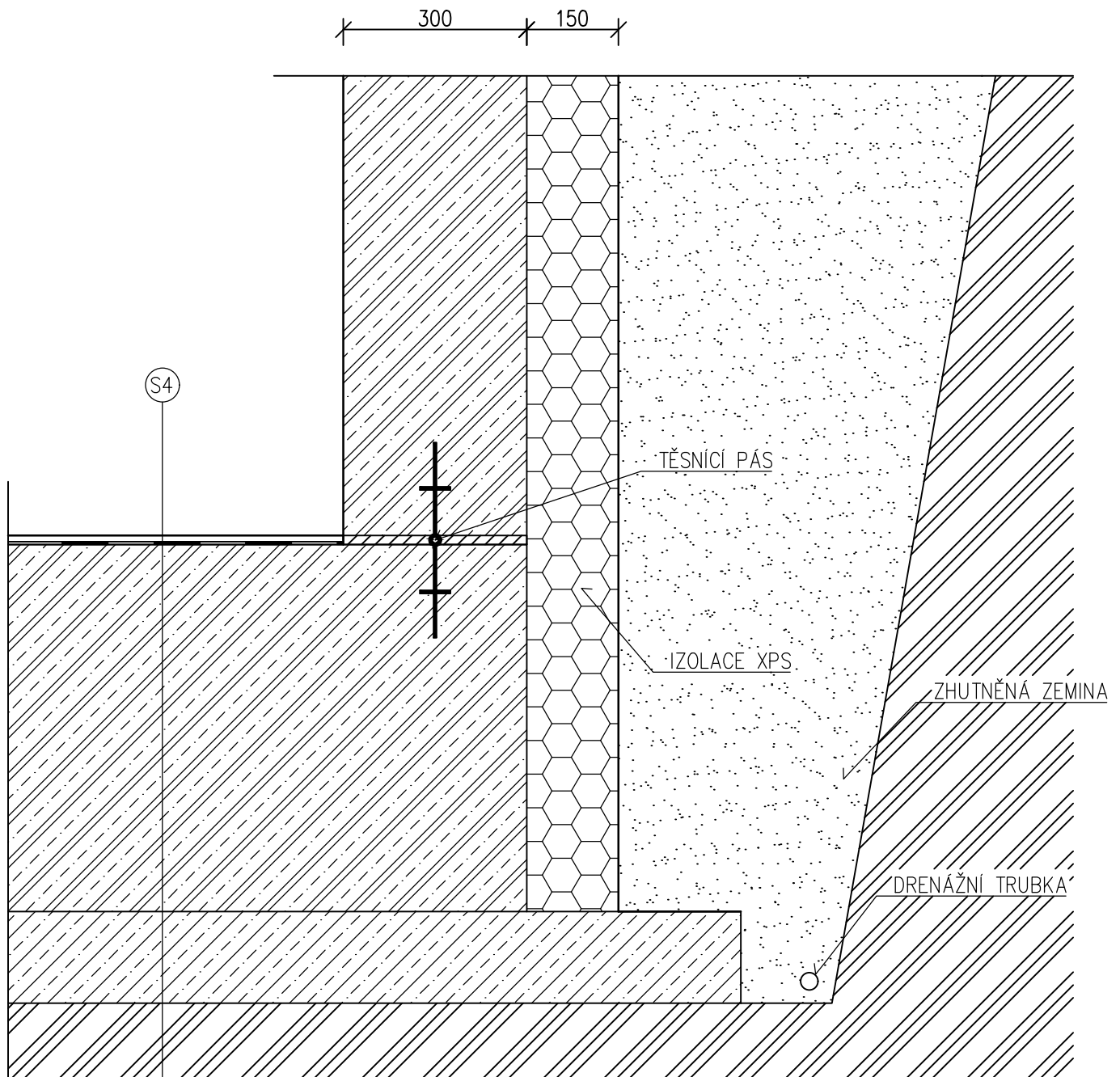
OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová	
ROČNÍK	KONZULTANT ČÁSTI KP		
2.	Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.		
PŘEDMĚT :	Diplomová práce		
VÝKRES:	DETAIL D2		MĚŘÍTKO: 1:10
			Č.VÝKRESU: 5

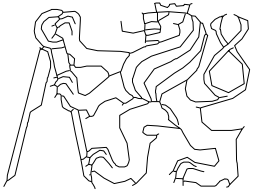


OBOR	KATEDRA	JMÉNO STUDENTA	
SI-C	K134 – ocelové a dřevěné kce	Kateřina Outratová	
ROČNÍK	KONZULTANT ČÁSTI KP		
2.	Ing. Ctislav Fiala, Ph.D.		
PŘEDMĚT :	Diplomová práce		
VÝKRES:	DETAIL D3		MĚŘÍTKO: 1:10
			Č. VÝKRESU: 6



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