



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Vícelodní hala s mostovými jeřáby

Multi-nave hall with overhead cranes

Diplomová práce

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb

Vedoucí práce: Ing. Michal Jandera, Ph.D

Rok vypracování: 2016/2017



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Valach	Jméno: Jiří	Osobní číslo: 396622
Zadávající katedra: Katedra ocelových konstrukcí, K134		
Studijní program: Stavební inženýrství		
Studijní obor: Konstrukce pozemních staveb		

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce: Vícelodní hala s mostovými jeřáby

Název diplomové práce anglicky: Multi-nave hall with overhead cranes

Pokyny pro vypracování:
Návrh nosné ocelové konstrukce haly s nosníky jeřábové dráhy, včetně sekundárních prvků opláštění. Návrh typických detailů.
Výkresová dokumentace. Dizpoziční výkresy: půdorys střechy, příčný řez, pohledy. Výkresy navržených detailů.
Technická zpráva.

Seznam doporučené literatury:
Návrh konstrukce bude proveden podle platných evropských norem, zejména EN 1991, EN 1993.

Jméno vedoucího diplomové práce: Michal Jandera

Datum zadání diplomové práce: 3.10.2016 Termín odevzdání diplomové práce: 8.1.2017

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“.

3.10.2016

Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

SPECIFIKACE ZADÁNÍ

Jméno diplomanta: JIŘÍ VALNCH

Název diplomové práce: VÍCELODŇÍ HALA S MOSTOVÍMI JERÁBY

Základní část: OCELOVÉ KONSTRUKCE podíl: 90 %

Formulace úkolů: VIZ ZADÁNÍ

Podpis vedoucího DP: Datum: 3. 10. 2016

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

2. Část: KPS podíl: 10 %

Konzultant (jméno, katedra): JAN MUKAŘOVSKÝ K 124

Formulace úkolů: STAVBNÍ PŮL HALOU + DETAILS: PATKY, OKAPU, VZLABI

Podpis konzultanta: Datum: 3. 10. 2016

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)



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Čestné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Vícelodní hala s mostovými jeřáby vypracoval samostatně. Veškerou použitou literaturu a podkladové materiály uvádím v příloženém seznamu literatury.

Dále prohlašuji, že nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č.121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 2.1.2017

podpis autora.. [redacted]



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí**

Poděkování:

Rád bych poděkoval Ing. Michalovi Janderovi, Ph.D. za vedení této diplomové práce, cenné rady, věcné připomínky a vstřícnost při konzultacích. Dále bych rád poděkoval rodině za podporu nejen během práce na této práci ale za podporu během celého studia.



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební
Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Abstrakt:

Předmětem této diplomové práce je vypracování projektové dokumentace ve stupni pro stavební povolení pro ocelovou konstrukci skladové haly v městě Ústí nad Orlicí. Jedná se o skladovou halu o šesti lodích s mostovým jeřábem v každé hale. Práce obsahuje návrh nosných prvků haly včetně sekundárních prvků opláštění, výkresovou dokumentaci a technickou zprávu.

Klíčová slova:

Mostový jeřáb, portálový rám, ztužidla, vaznice, rámový roh, vetknutá patka, přípoje.

Abstract:

The topic of this diploma thesis is elaboration of a project documentation in a level for planning permission of a warehouse steel structure in Ústí nad Orlicí. It is a warehouse with six naves and an overhead crane in every nave. Thesis includes the design of structural elements of buildings, including secondary elements cladding, drawings and technical report.

Key words:

Overhead crane, portal frame, bracing, purlins, eaves moment connection, detailing.

SEZNAM ČÁSTÍ	
Číslo	Název
1	Zadání diplomové práce
2	Technická zpráva
3	Statický výpočet
4	Výkresová dokumentace OK
5	Výkresová dokumentace KP
6	Přílohy

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební



Vícelodní hala s mostovými jeřáby

Technická zpráva

Jiří Valach
2016/2017

Obsah

1	Popis objektu.....	3
2	Popis nosné konstrukce	3
2.1	Přenos zatížení	3
2.1.1	Přenos svislých zatížení	3
2.1.2	Přenos vodorovných zatížení.....	3
2.2	Příčná vazba	4
2.3	Vaznice, paždíky	4
2.4	Ztužidla	4
2.5	Jeřábová dráha	4
2.6	Opláštění haly.....	5
3	Zatížení konstrukce.....	5
3.1	Zatížení sněhem	5
3.2	Zatížení větrem	5
3.3	Zatížení jeřábovou dráhou.....	5
3.4	Zatížení teplotou	6
4	Materiály	6
4.1	Ocel	6
4.2	Šrouby.....	6
4.3	Kotvy	6
5	Výroba ocelové konstrukce.....	6
5.1	Třída provedení ocelové konstrukce.....	6
6	Montáž ocelové konstrukce	6
6.1	Montáž příčných vazeb a ztužidel a jeřábových drah	6
6.2	Montáž štítových sloupků, paždíků, vaznic a opláštění budovy.....	7
7	Ochrana proti korozi.....	7
8	Ochrana proti požáru	7

9	Použité normy	8
10	Použitá literatura.....	8
11	Použitý software	8

1 Popis objektu

Název stavby:	Vícelodní skladová hala s mostovými jeřáby
Místo stavby:	Ústí nad Orlicí - Hylváty Ulice Třebovská GPS: N 49°57.42993', E 16°24.49315'
Katastrální území:	Ústí nad Orlicí
Charakteristika stavby:	Novostavba
Účel stavby:	Skladovací hala
Plocha pozemku:	15000 m ²
Zastavěná plocha:	10125 m ²
Obestavěný prostor:	101250 m ²
Stupeň PD:	Dokumentace pro stavební povolení
Investor:	Thorion, s.r.o., Letohrad
Projektant:	Jiří Valach, ČVUT Praha, fakulta Stavební Thákurova 7/2077, 166 29 Praha 6
Přehled výchozích podkladů:	Půdorysné a výškové uspořádání nosných konstrukcí
Datum zpracování projektu:	Říjen 2016 – Leden 2017

2 Popis nosné konstrukce

2.1 Přenos zatížení

2.1.1 Přenos svislých zatížení

Zatížení bude přenášeno ze střešního pláště (Kingspan panely KS 1000RW X-DEK) přes válcované vaznice na příčné rámy, které zatížení přes sloupy přenesou do základů a do podloží stavby

2.1.2 Přenos vodorovných zatížení

Vodorovná zatížení v podélném směru budovy přenášejí štítové sloupky, příčná střešní ztužidla a svislá stěnová ztužidla.

Zatížení od větru bude přenášeno z opláštění stěn (Kingspan panely KS 1000 RW) do štítových sloupků, které zatížení přenesou do střešního příčného ztužidla. Příčné střešní ztužidlo zatížení větrem přenesou do svislých stěnových ztužidel, které zatížení přenesou do základů a do podloží stavby. Svislá stěnová ztužidla slouží i pro zachycení podélných sil od zrychlení a brzdění jeřábového mostu.

Vodorovná zatížení v příčném směru přenášejí samotné příčné vazby. Ačkoliv jsou ve střeše navržena podélná střešní ztužidla, rozdíl v tuhosti těchto ztužidel a příčných vazeb je tak velký, že většinu zatížení přenesou příčné vazby.

2.2 Příčná vazba

Nosná ocelová konstrukce haly bude tvořena příčnými vazbami vzdálenými od sebe 7,5 m. Hala má šest lodí, přičemž každá loď má rozpětí 22,5 m. V každé lodi bude instalován dvounosníkový mostový jeřáb o rozpětí 21 m a nosnosti 20 t. Krajiní sloupy, HEA 1000, příčné vazby budou vetknuty do základů z důvodu snížení vodorovné deformace haly. Vnitřní sloupy, HEA 600, budou na základovou konstrukci uloženy kloubově. Příčel bude provedena jako svařovaný profil s náběhem (výška 600-1200 mm, šířka pásnice 350 mm, tloušťka pásnic 20 mm a tloušťka stojiny 10 mm), který bude vetknut jak do krajních tak do vnitřních sloupů, také styk příčelí ve vrcholu bude momentový.

2.3 Vaznice, paždíky

Vaznice jsou navrženy jako válcované nosníky IPE 200, spojené přes dvě pole. Osová vzdálenost vaznic se mění podle zatížení sněhem od 1,2 m do 3 m. Vaznice budou na střeše prostřídány tak, aby každý rám byl zatížen stejně. V krajních polích jsou navrženy vaznice IPE 270 jako prosté nosníky.

Tenkostěnné vaznice nebyly navrženy z důvodu velmi malých roztečí mezi vaznicemi (v úžlabí 1 m a tím pádem velkého množství přípojů).

Paždíky na stěnách jsou navrženy jako tenkostěnné Z profily Z 270/3 mm. Rozteč paždíků je 2 metry. Paždíky budou spojené s přesahy přes celou délku haly.

2.4 Ztužidla

Ztužení haly je příhradové, skládá se z příčných a podélných střešních ztužidel a ze svislých stěnových ztužidel. Ztužidla jsou tvořena z trubek o různých průměrech.

Příčná střešní ztužidla jsou navržena tři, dvě u štítů haly a jedno uprostřed. Příčná ztužidla u štítů přenášejí zatížení větrem do svislých stěnových ztužidel. Příčné střešní ztužidlo uprostřed stabilizuje příčné vazby. Ačkoliv je zatížení na ztužidlo uprostřed řádově menší, bude provedeno ze stejných profilů jako krajní ztužidla.

Podélná stěnová ztužidla jsou navržena u každé řady sloupů.

Svislá stěnová ztužidla jsou navržena tři v každé řadě sloupů, v místě střešních příčných ztužidel. Svislá stěnová ztužidla slouží zároveň jako brzdný portál přebírající podélné síly od zrychlení a brzdění mostových jeřábů. Ačkoliv je zatížení na svislá stěnová ztužidla v různých řadách sloupů jiné, všechna budou provedena ze stejných profilů jako nejvíce zatížené ztužidlo v první vnitřní řadě sloupů (řada B).

2.5 Jeřábová dráha

Nosník jeřábové dráhy je navržen jako prostý nosník na rozpětí mezi dvěma sousedními příčnými vazbami, tedy 7,5 m. Nosník je navržen jako svařovaný nosník symetrický kolem svislé osy.

Rektifikaci dráhy ve vodorovném směru budou zajišťovat šrouby předepnuté v oválných otvorech na MSÚ s vůlí 20 mm ve všech směrech, ve svislém směru distanční podložky pod nosníkem jeřábové dráhy.

Vodorovné účinky budou přenášeny z nosníku do příčné vazby přes krátkou trubku.

Nosník jeřábové dráhy je navržen jako svařovaný z ekonomických důvodů, případná alternativa by byl válcovaný nosník HEA 600 se zesílenou horní pásnicí, který by byl o více než 20% těžší.

2.6 Opláštění haly

Hala bude opláštěna sendvičovými panely KINGSPAN. Na střeše jsou použity panely KINGSPAN KS 1000 X-DEK, na stěnách budou použity panely KS 1000 RW.

Stěnové panely jsou připevněny na tenkostěnných Z paždicích, které jsou navrženy pouze na zatížení větrem, proto musí být panely usazeny na betonovém soklu.

3 Zatížení konstrukce

3.1 Zatížení sněhem

Objekt je umístěn v nadmořské výšce 330 m.n.m. Podle sněhové mapy ČR se tato oblast nachází ve IV sněhové oblasti.

Při výpočtu byly uvažovány dva zatěžovací stavy způsobené sněhem.

1. Standardní zatížení sněhem – $s_k=1,6$ (hřeben) – $1,9$ (úžlabí) kN/m^2
2. Sníh navátý v úžlabích a zároveň nulové zatížení sněhem na krajních pultech haly.
Toto zatížení nabývá v místě úžlabí hodnoty $s_k=6 \text{ kN/m}^2$ a klesá po vrchol lodi kde je hodnota $s_k=0 \text{ kN/m}^2$.

3.2 Zatížení větrem

Město Ústí nad Orlicí, kde je objekt situován se nachází na rozhraní mezi I a II větrnou oblastí. Bezpečně byla proto ve výpočtu uvažována II větrná oblast se základní rychlostí větru $v_{b,0}=25 \text{ m/s}$.

Ve výpočtu jsou uvažovány dva zatěžovací stavy způsobené větrem, a to vítr foukající rovnoběžně s hřebenem haly a vítr foukající kolmo na hřeben haly.

Maximální tlak na stěny: $w=0,66 \text{ kN/m}^2$ (charakteristická hodnota)

Maximální sání na stěny: $w=1,13 \text{ kN/m}^2$ (charakteristická hodnota)

Maximální tlak na střeše: $w=0,14 \text{ kN/m}^2$ (charakteristická hodnota)

Maximální sání na střeše: $w=2,18 \text{ kN/m}^2$ (charakteristická hodnota)

3.3 Zatížení jeřábovou dráhou

V každé hale je navržen mostový jeřáb o nosnosti $Q=20 \text{ t} = 200 \text{ kN}$.

V návrhu příčné vazby je uvažováno celkem 12 zatěžovacích stavů způsobených zatížením jeřábem. Počítá se se svislým zatížením v každé lodi a s vodorovným zatížením vždy pouze ve dvou lodích.

3.4 Zatížení teplotou

Při výpočtu příčné vazby bylo uvažováno zatížení teplotou jako rovnoměrná změna teploty $\Delta C=20^{\circ}\text{C}$.

4 Materiály

4.1 Ocel

Všechny prvky haly kromě paždíku budou zhotoveny z oceli S355 J0.

Paždíky budou zhotoveny z oceli S355 GD + Z 275

4.2 Šrouby

Obyčejné i předepnuté šrouby budou použity v kvalitě 8.8.

$f_{yb}=640\text{ MPa}$

$f_{ub}=800\text{ MPa}$

4.3 Kotvy

Vetknuté patky

-mechanická kotva M72x5 S235

Kloubové patky

-lepené kotvy HILTI HIT-HY 200-a + HIT-V (8.8) M30

Štítové sloupky

-lepené kotvy HILTI HIT-HY 200-a + HIT-V-F (8.8) M20

5 Výroba ocelové konstrukce

5.1 Třída provedení ocelové konstrukce

Třída provedení ocelové konstrukce haly bude EXC2, kromě nosníku jeřábové dráhy, která bude zhotovena s třídou provedení EXC3.

6 Montáž ocelové konstrukce

6.1 Montáž příčných vazeb a ztužidel a jeřábových drah

Hala bude montována od kraje haly, to znamená, že nejdříve budou postaveny příčné vazby 1 a 2 nebo 10 a 11.

Na základové patky budou osazeny sloupky, krajní budou osazeny na připravené zabetonované kotvy, vnitřní budou po osazení na místo připevněny pomocí lepených kotev HILTI. Výšková rektifikace je řešena pomocí distančních plechů v podliti pod patní deskou sloupů.

Příčel bude předmontována na zemi a poté pomocí jeřábu přišroubována přes čelní desky ke sloupům.

Takto budou vztyčeny dvě vazby, poté se mezi těmito dvěma vazbami provedou ztužidla, příčné střešní ztužidlo i svislé stěnové ztužidlo. Poté bude vztyčena třetí vazba a mezi těmito třetí vazbami budou namontovány jeřábové dráhy. Rektifikace jeřábových drah je řešena pomocí distančních podložek a předpjatých šroubů v oválných otvorech s vůlí 20 mm v každém směru. Po montáži jeřábových drah se osadí do jednotlivých lodí mostové jeřáby.

Poté budou postupně vztyčovány další příčné vazby a zároveň budou mezi nimi montována ztužidla a jeřábové dráhy.

6.2 Montáž štítových sloupků, paždíků, vaznic a opláštění budovy

Po montáži příčných vazeb, ztužidel a jeřábových drah budou přimontovány štítové sloupky. Budou osazeny na základové patky a přikotveny lepenými kotvami HILTI a nahoře připevněny posuvně k příčlím. Posuvnost vůči příčlím je zajištěna oválnými otvory pro šrouby.

Poté budou přimontovány paždíky a vaznice a na ně bude připevněno opláštění haly.

7 Ochrana proti korozi

Protikorozní ochrana bude navržena v souladu s ČSN EN ISO 12944 (1998)

Veškeré ocelové konstrukce se nachází v interiéru budovy, kde není ani vlhké ani agresivní prostředí.

Stupeň korozní agresivity nízký: C2 (prostory s občasnou kondenzací)

Předpokládaná životnost ochrany proti korozi střední (M): >15 let

Paždíky opatřeny pozinkováním Z275.

8 Ochrana proti požáru

Požární ochrana nebyla v tomto stádiu návrhu řešena, bude řešena pomocí požárních obkladů nebo nátěrů.

9 Použité normy

ČSN EN 1990 – Zásady navrhování konstrukcí

ČSN EN 1991 – Zatížení konstrukcí

ČSN EN 1993-1-1 – Navrhování ocelových konstrukcí – Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-5 – Navrhování ocelových konstrukcí - Boulení stěn

ČSN EN 1993-1-6 – Navrhování ocelových konstrukcí - Jeřábové dráhy

ČSN EN 1993-1-8 - Navrhování ocelových konstrukcí - Styčníky

ČSN EN 1993-1-9 - Navrhování ocelových konstrukcí – Únava

ČSN EN 1090 - Provádění ocelových a hliníkových konstrukcí

ČSN EN 1993-1-10 - Houževnatost materiálu a vlastnosti napříč tloušťkou

10 Použitá literatura

[1] VRANÝ, Tomáš, Michal JANDERA a Martina ELIÁŠOVÁ. *Ocelové konstrukce 2*. Vyd. 2., přeprac. V Praze: České vysoké učení technické, 2009. ISBN 978-80-01-04368-4.

[2] VRANÝ, Tomáš a František WALD. *Ocelové konstrukce: tabulky*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03140-3.

[3] PILGR, Milan. *Kovové konstrukce: výpočet jeřábové dráhy pro mostové jeřáby podle ČSN EN 1991-3 a ČSN EN 1993-6*. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2012. ISBN 978-80-7204-807-6.

[4] MACHÁČEK, Josef a Jiří STUDNIČKA. *Ocelové konstrukce 2*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2005. ISBN 80-01-03174-8.

[5] *KINGSPAN: SENDVIČOVÉ PANELY* [online]. [cit. 2016-12-14]. Dostupné z: <https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely>

11 Použitý software

Autocad 2014

Scia Engineer 15.1

Microsoft Excel 2013

Microsoft Word 2013

FIN EC v5

Zatížení

Ocelové spoje

IDEA RS

Hilti PROFIS Anchor

LTBeamN v1.0.2

České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební



Vícelodní hala s mostovými jeřáby

Statický výpočet

Jiří Valach
2016/2017

Obsah

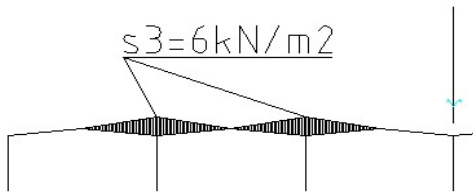
1	Zatížení	1
1.1	Zatížení sněhem	1
1.2	Zatížení větrem	2
2	Opláštění haly, vaznice	8
2.1	Stěnové panely	8
2.2	Střešní panely	8
2.3	Paždíky	9
2.4	Vaznice	9
3	Jeřábová dráha	19
4	Návrh příčné vazby	40
4.1	Zatížení a vnitřní síly příčné vazby	40
4.2	Předběžný návrh	56
4.3	Podrobný návrh	57
5	Ztužidla a štítové sloupky	80
5.1	Zatížení a vnitřní síly ve ztužidlech	80
5.2	Štítové sloupky	82
5.3	Příčná střešní ztužidla	84
5.4	Svislá stěnová ztužidla	87
5.5	Podélná střešní ztužidla	90
6	Detaily	91
6.1	Rámový roh vnější	91
6.1.1	Ruční výpočet	91
6.1.2	Výpočet softwarem FINE	101
6.1.3	Výpočet softwarem IDEA	103
6.2	Rámový roh vnitřní	108
6.2.1	Výpočet softwarem FINE	108
6.3	Styk příčlí	111
6.3.1	Výpočet softwarem FINE	111
6.4	Vetknutá patka	114
6.5	Kloubová patka	123
6.6	Detaily ztužidel	125
6.7	Konzola jeřábu	128

1.ZATÍŽENÍ

Mimořádné zatížení sněhem

$$\mu_3 = \min\left(\frac{2h}{s_k}; \frac{2b_3}{(b_1 + b_2)}; 5\right)$$

h	=	11 m
s_k	=	2 kN/m ²
b_1	=	b_2 = 11,25 m
$b_3 = 3b_1$	=	33,75 m
$\frac{2h}{s_k}$	=	11 m ⁴ /kN
$\frac{2b_3}{(b_1 + b_2)}$	=	3 -
μ_3	=	3 -
C_e	=	1 -
C_t	=	1 -
$s_3 = C_e C_t s_k \mu_3$	=	6 kN/m ²



Projekt

Akce : Diplomová práce
Část : Zatížení větrem a sněhem
Vypracoval : Jiří Valach
Datum : 20. 9. 2016

Norma

Použita národní příloha pro Česko

1 Protokol zatížení: Zatížení sněhem

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-3

Sněhová oblast: IV
Charakteristická hodnota zatížení s_k = 2,00 kN/m²
Typ krajiny: normální
Součinitel expozice C_e = 1,00
Tepelný součinitel C_t = 1,00
Součinitel zatížení γ_f = 1,50

Tvar zastřešení: střecha vícelodní budovy

Sklon střechy α_1 = 5,7 °
Sklon střechy α_2 = 5,7 °
Průměrný sklon α = 5,7 °

Na obou částech střechy je konstrukčními prvky zabráněno sklouzávání sněhu

Tvarový součinitel $\mu_1(\alpha_1)$ = 0,80
Tvarový součinitel $\mu_1(\alpha_2)$ = 0,80
Tvarový součinitel $\mu_2(\alpha)$ = 0,95

Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Případ (i) - zatížení nenavátým sněhem:

$$s_1 = 1,60 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 2,40 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

$$s_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 2,40 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

Případ (ii) - zatížení navátým sněhem:

$$s_1 = 1,60 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 2,40 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$


$$s_2 = 1,60 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 2,40 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

$$s_3 = 1,90 \text{ kN/m}^2 \text{ (} 2,86 \text{ kN/m}^2 \text{)}$$

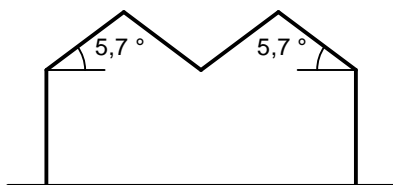
Případ (i)

 1,60;(2,40) [kN/m²]

Případ (ii)

 1,90;(2,86) [kN/m²]

 1,60;(2,40) [kN/m²]



2 Protokol zatížení: Zatížení větrem - stěny - podélný

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast: II
Rychlost větru $v_{b,0}$ = 25,00 m/s
Kategorie terénu: II
Referenční výška budovy z_e = 11,00 m
Součinitel směru větru C_{dir} = 1,00



Pouze pro nekomerční využití



Součinitel ročního období $c_{season} = 1,00$
Měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$
Součinitel orografie $c_o = 1,00$
Maximální dynamický tlak $q_p = 0,94 \text{ kN/m}^2$
Součinitel zatížení $\gamma_f = 1,50$
Plocha pro stanovení $c_{pe} A = 10,00 \text{ m}^2$

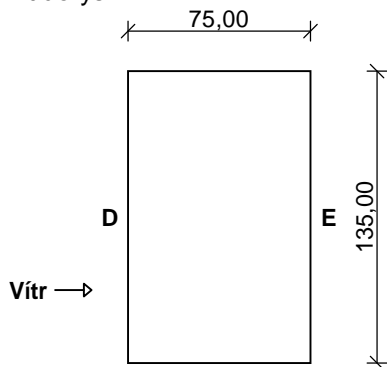
Stěny pravouhlého objektu

Výška objektu $h = 11,00 \text{ m}$

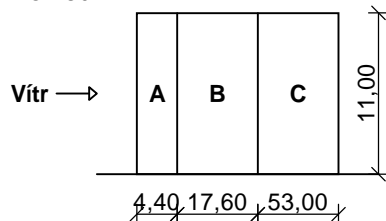
Délka objektu $d = 75,00 \text{ m}$

Šířka objektu $b = 135,00 \text{ m}$

Půdorys



Pohled



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
	A	B	C	D	E
11,00	-1,13 (-1,70)	-0,75 (-1,13)	-0,47 (-0,71)	0,66 (0,99)	-0,28 (-0,42)

3 Protokol zatížení: Zatížení větrem - stěny - příčný

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast: II
Rychlost větru $v_{b,0} = 25,00 \text{ m/s}$
Kategorie terénu: II
Referenční výška budovy $z_e = 11,00 \text{ m}$
Součinitel směru větru $c_{dir} = 1,00$
Součinitel ročního období $c_{season} = 1,00$
Měrná hmotnost vzduchu $\rho = 1,250 \text{ kg/m}^3$
Součinitel orografie $c_o = 1,00$
Maximální dynamický tlak $q_p = 0,94 \text{ kN/m}^2$
Součinitel zatížení $\gamma_f = 1,50$
Plocha pro stanovení $c_{pe} A = 10,00 \text{ m}^2$

Stěny pravouhlého objektu

Výška objektu $h = 11,00 \text{ m}$

Délka objektu $d = 135,00 \text{ m}$

Šířka objektu $b = 75,00 \text{ m}$

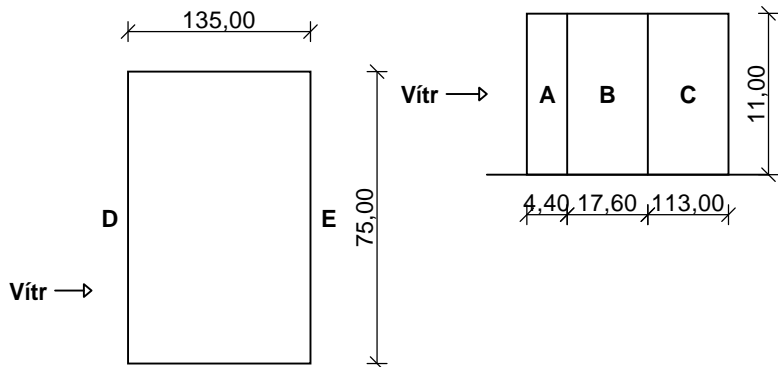
Půdorys

Pohled



Pouze pro nekomerční využití





Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Výška nad terénem [m]	Tlak větru v oblastech [kN/m ²]				
	A	B	C	D	E
11,00	-1,13 (-1,70)	-0,75 (-1,13)	-0,47 (-0,71)	0,66 (0,99)	-0,28 (-0,42)

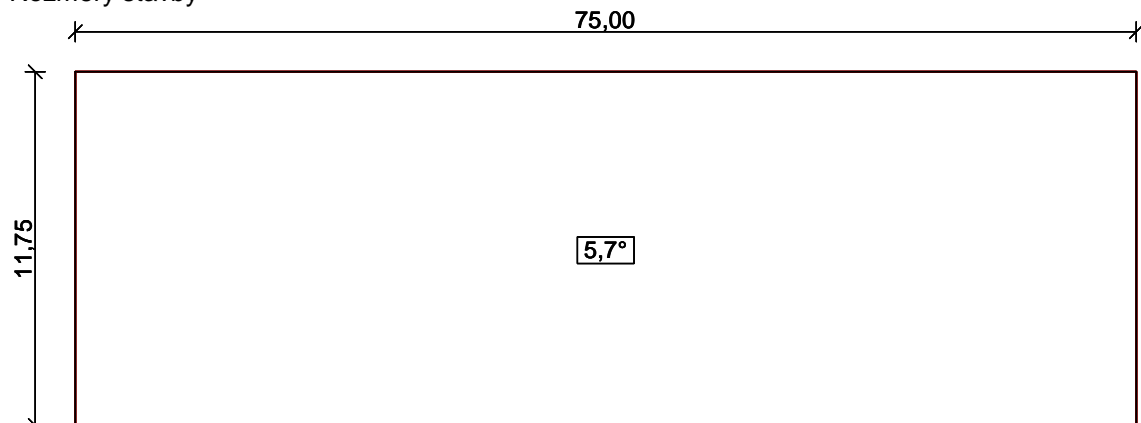
4 Protokol zatížení: Zatížení větrem - střecha - pult příčný

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 11,00 m
Součinitel směru větru	c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období	c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	= 1,250 kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak	q_p	= 0,94 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení	c_{pe}	A = 10,00 m ²

Střecha

Rozměry stavby



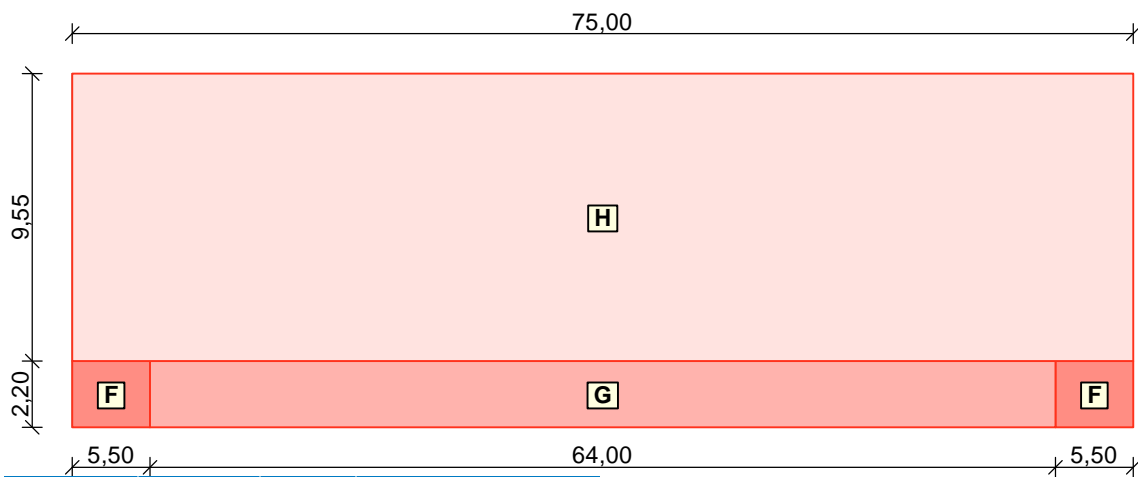
Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Vítr zdola 1 (sání)



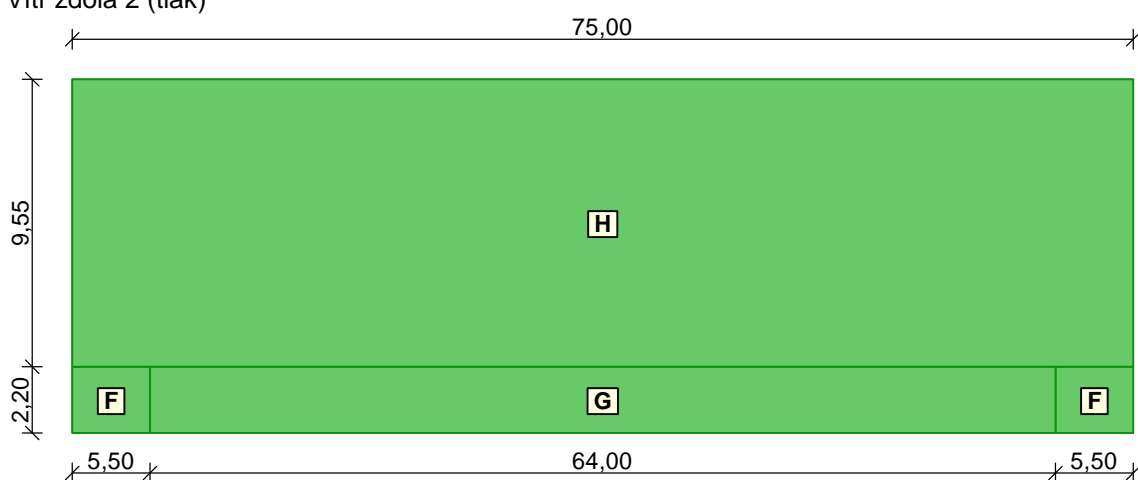
Pouze pro nekomerční využití





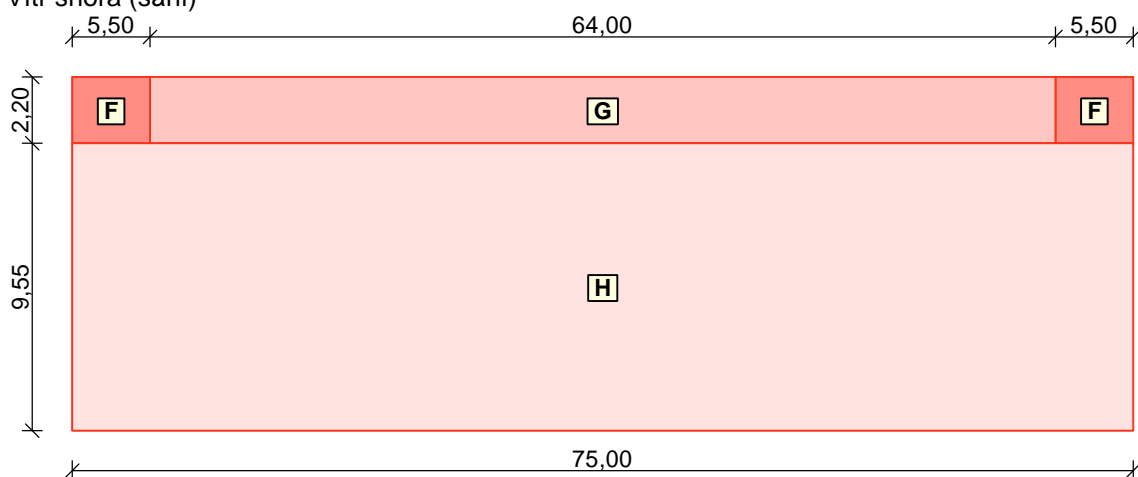
Označení	Sklon [°]	Oblast	Tlak větru [kN/m ²]
F	5,7	F	-1,55(-2,32)
G	5,7	G	-1,10(-1,66)
H	5,7	H	-0,55(-0,82)

Vitr zdola 2 (tlak)



Označení	Sklon [°]	Oblast	Tlak větru [kN/m ²]
F	5,7	F	0,01(0,02)
G	5,7	G	0,01(0,02)
H	5,7	H	0,01(0,02)

Vitr shora (sání)



Označení	Sklon [°]	Oblast	Tlak větru [kN/m ²]
F	5,7	F	-2,18(-3,27)
G	5,7	G	-1,23(-1,84)
H	5,7	H	-0,76(-1,14)



Pouze pro nekomerční využití



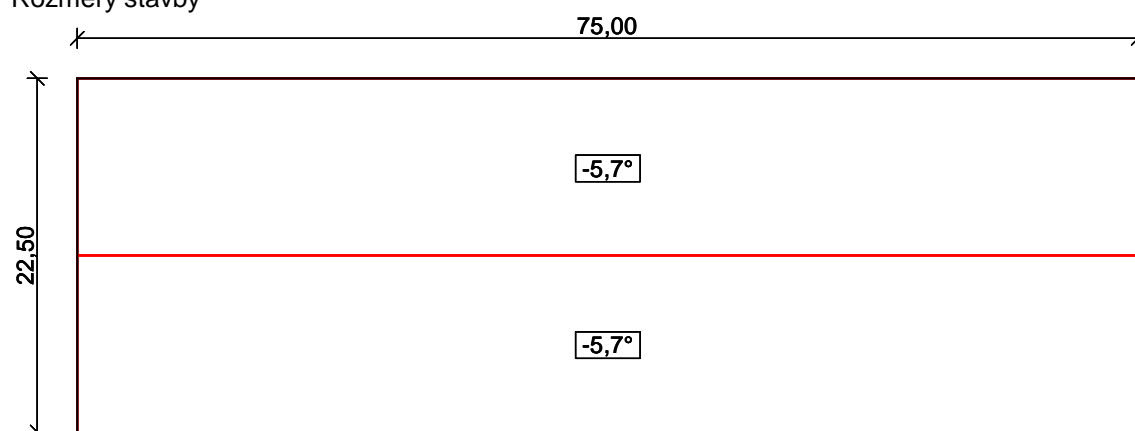
5 Protokol zatížení: Zatížení větrem - střecha - záporná sedlová příčný

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 11,00 m
Součinitel směru větru	c_{dir}	= 1,00
Součinitel ročního období	c_{season}	= 1,00
Měrná hmotnost vzduchu	ρ	= 1,250 kg/m ³
Součinitel orografie	c_o	= 1,00
Maximální dynamický tlak	q_p	= 0,94 kN/m ²
Součinitel zatížení	γ_f	= 1,50
Plocha pro stanovení	c_{pe} A	= 10,00 m ²

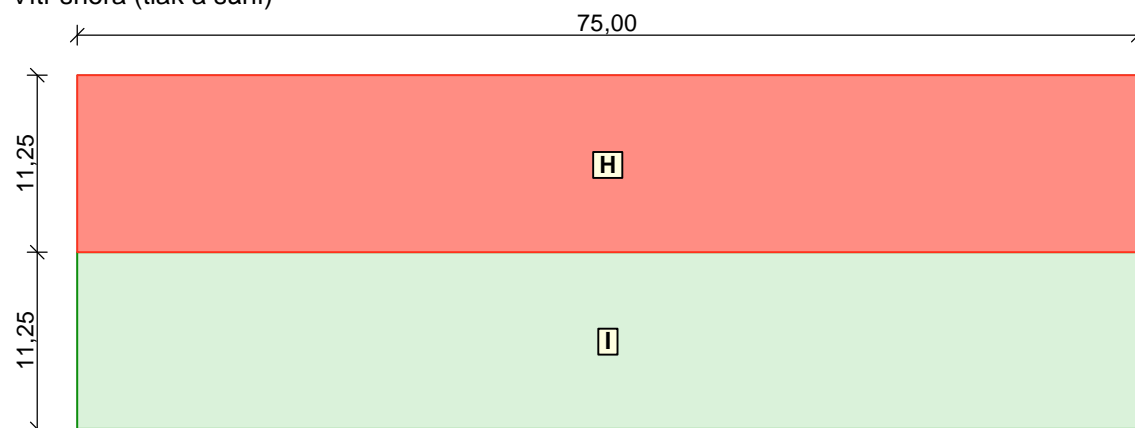
Střecha

Rozměry stavby



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Vítr shora (tlak a sání)



Označení	Sklon [°]	Oblast	Tlak větru [kN/m ²]
H	-5,7	H	-0,76(-1,14)
I	-5,7	I	0,14(0,21)

6 Protokol zatížení: Zatížení větrem - střecha - podélný

Zatížení podle ČSN EN 1991-1-4

Větrná oblast:		II
Rychlost větru	$v_{b,0}$	= 25,00 m/s
Kategorie terénu:		II
Referenční výška budovy	z_e	= 11,00 m



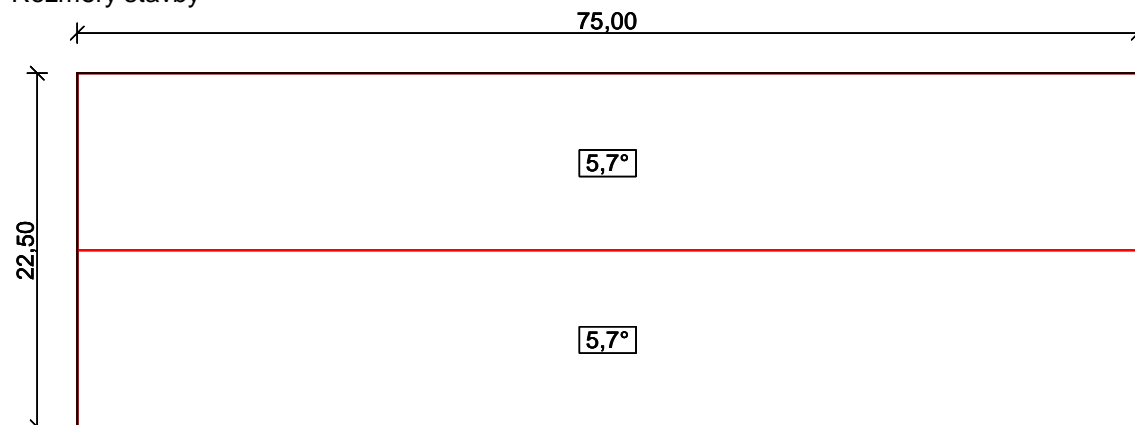
Pouze pro nekomerční využití



Součinitel směru větru c_{dir} = 1,00
 Součinitel ročního období c_{season} = 1,00
 Měrná hmotnost vzduchu ρ = 1,250 kg/m³
 Součinitel orografie c_o = 1,00
 Maximální dynamický tlak q_p = 0,94 kN/m²
 Součinitel zatížení γ_f = 1,50
 Plocha pro stanovení c_{pe} A = 10,00 m²

Střecha

Rozměry stavby



Charakteristické hodnoty zatížení (v závorce návrhové hodnoty)

Vítr zleva (sání)



Označení	Sklon [°]	Oblast	Tlak větru [kN/m ²]
F	5,7	F	-1,49(-2,23)
G	5,7	G	-1,23(-1,84)
H	5,7	H	-0,65(-0,98)
I	5,7	I	-0,56(-0,84)



Pouze pro nekomerční využití



2.OPLÁŠTĚNÍ HALY, VAZNICE

1. Stěnové panely

Panely uloženy jako prostý nosník

$$\text{Maximální tlak větru na stěny} = 0,66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{Maximální sání větru na stěny} = -1,13 \text{ kN/m}^2$$

Navržen stěnový panel KINGSPAN KS 1000 RW 100

$$L_{p1, \text{stěna}} = \text{Maximální rozpětí panelu při tlaku větru } 0,75 \text{ kN/m}^2 = 4,96 \text{ m}$$

$$L_{p2, \text{stěna}} = \text{Maximální rozpětí panelu při sání větru } 1,25 \text{ kN/m}^2 = 4,30 \text{ m}$$

$$L_{p, \text{stěna}, \text{max}} = 4,30 \text{ m}$$

$$L = 2,00 \text{ m}$$

$$L < L_{p, \text{stěna}, \text{max}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

2. Střešní panely

Panely uloženy jako spojitý nosník přes dvě pole

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\text{zatížení sněhem} \quad S_k = 6,00 \text{ kN/m}^2$$

$$S_d = 9,00 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{zatížení větrem} \quad W_k = -2,18 \text{ kN/m}^2$$

$$W_d = -3,27 \text{ kN/m}^2$$

Navržen střešní panel KS1000 X-DEK; tl. jádra 100 mm; tl. spodního plechu 0,9 mm

$$g_{ed} = 0,19 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{rozpon} = 2,00 \text{ m}$$

Maximální zatížení panelu při rozponu 2 m

$$\text{MSU tlak (dle tabulek výrobce porovnáváno s návrhovými} \quad S_{MSU,rd} = 9,99 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sání hodnotami zatížení)} \quad W_{MSU,rd} = 14,87 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{MSP tlak (dle tabulek výrobce porovnáváno s} \quad S_{MSP,rd} = 6,66 \text{ kN/m}^2$$

$$\text{sání charakteristickými hodnotami zatížení)} \quad W_{MSP,rd} = 9,91 \text{ kN/m}^2$$

$$S_k < S_{MSP,rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$S_d < S_{MSU,rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$W_k < W_{MSP,rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$W_d < W_{MSU,rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

3. Paždíky

Paždíky uloženy jako spojité nosníky přes celou délku haly.

Zatížení

γ_Q	=	1,50
$w_{max,k}$	=	0,66 kN/m ²
$w_{max,d}$	=	0,99 kN/m ²
$w_{min,k}$	=	-1,13 kN/m ²
$w_{min,d}$	=	-1,70 kN/m ²
a	=	2,00 m

Navržen tenkostěnný paždík Z 270/3,0

$$q_{rd} = \text{Maximální zatížení paždíku při tlaku větru a rozpětí 7,5 m} = 4,62 \text{ kN/m}$$

$$q_{rd} > aw_{max,d} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$q_{rd} = \text{Maximální zatížení paždíku při sání větru a rozpětí 7,5 m} = -3,39 \text{ kN/m}$$

$$q_{rd} > aw_{min,d} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$q_{rk} = \text{Maximální zatížení paždíku při deformace L/200} = 3,44 \text{ kN/m}$$

$$q_{rk} > aw_{min,k} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

4. Vaznice

Vaznice uloženy jako spojité nosníky o dvou polích. Z důvodu vysokého zatížení sněhem jsou navrženy válcované vaznice.

L	=	7,50 m
f_y	=	355,00 MPa

Navržen profil IPE 200

$W_{pl,y}$	=	221000,00 mm ³
------------	---	---------------------------

Vaznice v úžlabí

a	=	1,40 m
-----	---	--------

Zatížení

Stálé

Popis	G_{ek} (kN/m ²)	γ	G_{ed} (kN/m ²)
Střešní plášť	0,19	1,35	0,26

Proměnné

Popis	Q_{ek} (kN/m ²)	γ	Q_{ed} (kN/m ²)
Sníh	6,00	1,50	9,00
Vítr tlak	0,14	1,50	0,21
Vítr sání	0,76	1,50	1,14

Vlastní tíha vaznice

Popis	G_{ek} (kN/m) γ	G_{ed} (kN/m)		
IPE 200	0,22	1,35	0,30	
Kombinace zatížení				
KZS (1)	stálé+sníh+vítr tlak	p_{ed}	=	13,56 kN/m
		p_{ek}	=	9,09 kN/m
KZS (2)	min. stálé+vítr sání	p_{ed}	=	-1,11 kN/m
		p_{ek}	=	-0,57 kN/m
MSÚ				
Výpočet vnitřních sil				
KZS (1)				
$M_{ed} = \frac{qL^2}{11,66}$			=	65,39 kNm
KZS (2)				
$M_{ed} = \frac{1}{8}qL^2$			=	7,78 kNm
Posouzení				
KZS (1)				
$M_{b,rd} > M_{ed}$				
$M_{b,rd} = \chi_{LT}W_{pl,y}f_y$			=	75,05 kNm
$M_{y,cr,LTB}$			=	303,18 kNm
				viz. Přílohy str. 2
$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta\lambda_{LT}^2}}$			=	0,96 = 0,96
$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}f_y}{M_{y,cr}}}$			=	0,51
$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta\lambda_{LT}^2]$			=	0,62
α_{LT}			=	0,34
β			=	0,75
$\lambda_{LT,0}$			=	0,40
M_{ed}			=	65,39 kNm
				<u>VYHOVUJE</u>
KZS (2)				
$M_{b,rd} > M_{ed}$				
$M_{b,rd} = \chi_{LT}W_{pl,y}f_y$			=	65,14 kNm
$M_{y,cr,LTB}$			=	130,30 kNm
				viz. Přílohy str. 3
$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta\lambda_{LT}^2}}$			=	0,83 = 0,83
$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y}f_y}{M_{y,cr}}}$			=	0,78

$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta\lambda_{LT}^2]$	=	0,79	
α_{LT}	=	0,34	
β	=	0,75	
$\lambda_{LT,0}$	=	0,40	
M_{ed}	=	7,78 kNm	
		<u>VYHOVUJE</u>	
MSP			
$\delta_2 < \frac{L}{200}$	=	37,50 mm	
δ_2	=	36,70 mm	
		<u>VYHOVUJE</u>	
Vaznice na pultu			
a	=	3,00 m	
Zatížení			
Stálé			
Popis	G_{ek} (kN/m ²)	γ	G_{ed} (kN/m ²)
Střešní plášť	0,19	1,35	0,26
Proměnné			
Popis	Q_{ek} (kN/m ²)	γ	Q_{ed} (kN/m ²)
Sníh	1,60	1,50	2,40
Vítr tlak	0,01	1,50	0,02
Vítr sání	0,76	1,50	1,14 1.pole
	0,68	1,50	1,02 2.pole
Vlastní tíha vaznice			
Popis	G_{ek} (kN/m)	γ	G_{ed} (kN/m)
IPE 200	0,22	1,35	0,30
Kombinace zatížení			
KZS (1)	stálé+sníh+vítr tlak		p_{ed} = 8,32 kN/m
			p_{ek} = 5,62 kN/m
KZS (2)	min. stálé+vítr sání	1.pole	p_{ed} = -2,63 kN/m
			p_{ek} = -1,49 kN/m
		2.pole	p_{ed} = -2,27 kN/m
			p_{ek} = -1,25 kN/m
MSÚ			
Výpočet vnitřních sil			
KZS (1)			
$M_{ed} = \frac{qL^2}{11,66}$	=	40,12 kNm	
KZS (2)			
$M_{ed} = \frac{1}{8}qL^2$	=	18,46 kNm	

Posouzení

KZS (1)

$$M_{b,rd} > M_{ed}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y = 75,05 \text{ kNm}$$

$$M_{y,cr,LTB} = 303,17 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 8

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,96 = \mathbf{0,96}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{y,cr}}} = 0,51$$

$$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,62$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$M_{ed} = 65,39 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

KZS (2)

$$M_{b,rd} > M_{ed}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y = 62,81 \text{ kNm}$$

$$M_{y,cr,LTB} = 113,98 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 9

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,80 = \mathbf{0,80}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{y,cr}}} = 0,83$$

$$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,83$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$M_{ed} = 18,46 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

MSP

$$\delta_2 < \frac{L}{200} = 37,50 \text{ mm}$$

$$\delta_2 = 20,60 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Vaznice 4,2 m od úžlabí

$$a = 2,05 \text{ m}$$

Zatížení			
Stálé			
Popis	G_{ek} (kN/m ²)	γ	G_{ed} (kN/m ²)
Střešní plášť	0,19	1,35	0,26
Proměnné			
Popis	Q_{ek} (kN/m ²)	γ	Q_{ed} (kN/m ²)
Sníh	3,77	1,50	5,66
Vítr tlak	0,14	1,50	0,21
Vítr sání	0,76	1,50	1,14
Vlastní tíha vaznice			
Popis	G_{ek} (kN/m)	γ	G_{ed} (kN/m)
IPE 200	0,22	1,35	0,30
Kombinace zatížení			
KZS (1)	stálé+sníh+vítr tlak	ρ_{ed}	= 12,85 kN/m
		ρ_{ek}	= 8,63 kN/m
KZS (2)	min. stálé+vítr sání	ρ_{ed}	= -1,72 kN/m
		ρ_{ek}	= -0,94 kN/m
MSÚ			
Výpočet vnitřních sil			
KZS (1)			
$M_{ed} = \frac{qL^2}{11,66}$		=	62,00 kNm
KZS (2)			
$M_{ed} = \frac{1}{8} qL^2$		=	12,12 kNm
Posouzení			
KZS (1)			
$M_{b,rd} > M_{ed}$			
$M_{b,rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y$		=	75,05 kNm
$M_{y,cr,LTB}$		=	303,18 kNm
			viz. Přílohy str. 4
$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}}$		= 0,96 =	0,96
$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{y,cr}}}$		=	0,51
$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2]$		=	0,62
α_{LT}		=	0,34
β		=	0,75
$\lambda_{LT,0}$		=	0,40
M_{ed}		=	62,00 kNm

VYHOVUJE

KZS (2)

$$M_{b,rd} > M_{ed}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y = 65,14 \text{ kNm}$$

$$M_{y,cr,LTB} = 130,33 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 5

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,83 = \mathbf{0,83}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{y,cr}}} = 0,78$$

$$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,79$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$M_{ed} = 12,12 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

MSP

$$\delta_2 < \frac{L}{200} = 37,50 \text{ mm}$$

$$\delta_2 = 34,20 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Vaznice 8,3 m od úžlabí

$$a = 3,00 \text{ m}$$

Zatížení

Stálé

Popis	G_{ek} (kN/m ²)	γ	G_{ed} (kN/m ²)
Střešní plášť	0,19	1,35	0,26

Proměnné

Popis	Q_{ek} (kN/m ²)	γ	Q_{ed} (kN/m ²)
Sníh	1,60	1,50	2,40
Vítr tlak	0,14	1,50	0,21
Vítr sání	0,76	1,50	1,14

Vlastní tíha vaznice

Popis	G_{ek} (kN/m)	γ	G_{ed} (kN/m)
IPE 200	0,22	1,35	0,30

Kombinace zatížení

KZS (1)	stálé+sníh+vítr tlak	p_{ed}	=	8,90 kN/m
		p_{ek}	=	6,01 kN/m
KZS (2)	min. stálé+vítr sání	p_{ed}	=	-2,63 kN/m
		p_{ek}	=	-1,49 kN/m

MSÚ

Výpočet vnitřních sil

KZS (1)

$$M_{ed} = \frac{qL^2}{11,66} = 42,94 \text{ kNm}$$

KZS (2)

$$M_{ed} = \frac{1}{8}qL^2 = 18,46 \text{ kNm}$$

Posouzení

KZS (1)

$$M_{b,rd} > M_{ed}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y = 75,05 \text{ kNm}$$

$$M_{y,cr,LTB} = 303,17 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 6

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,96 = \mathbf{0,96}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{y,cr}}} = 0,51$$

$$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,62$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$M_{ed} = 42,94 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

KZS (2)

$$M_{b,rd} > M_{ed}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y = 65,14 \text{ kNm}$$

$$M_{y,cr,LTB} = 130,30 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 7

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,83 = \mathbf{0,83}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{y,cr}}} = 0,78$$

$$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,79$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$M_{ed} = 18,46 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

MSP				
$\delta_2 < \frac{L}{200}$		=		37,50 mm
δ_2		=		22,30 mm
				<u>VYHOVUJE</u>
Prostá vaznice v úžlabí				
Navržen profil IPE 270				
$W_{pl,y}$		=		484000,00 mm ³
		=		1,40 m
Zatížení				
Stálé				
Popis	G_{ek} (kN/m ²)	γ	G_{ed} (kN/m ²)	
Střešní plášť	0,19		1,35	0,26
Proměnné				
Popis	Q_{ek} (kN/m ²)	γ	Q_{ed} (kN/m ²)	
Sníh	6,00		1,50	9,00
Vítr tlak	0,14		1,50	0,21
Vítr sání	0,76		1,50	1,14
Vlastní tíha vaznice				
Popis	G_{ek} (kN/m)	γ	G_{ed} (kN/m)	
IPE 270	0,36		1,35	0,49
Kombinace zatížení				
KZS (1)	stálé+sníh+vítr tlak		p_{ed}	= 13,74 kN/m
			p_{ek}	= 9,22 kN/m
KZS (2)	min. stálé+vítr sání		p_{ed}	= -0,97 kN/m
			p_{ek}	= -0,44 kN/m
MSÚ				
Výpočet vnitřních sil				
KZS (1)				
$M_{ed} = \frac{1}{8} qL^2$		=		96,61 kNm
KZS (2)				
$M_{ed} = \frac{1}{8} qL^2$		=		6,81 kNm
Posouzení				
KZS (1)				
$M_{b,rd} > M_{ed}$				
$M_{b,rd} = W_{pl,y} f_y$		=		171,82 kNm
M_{ed}		=		96,61 kNm
				<u>VYHOVUJE</u>

KZS (2)

$$M_{b,rd} > M_{ed}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y = 111,80 \text{ kNm}$$

$$M_{y,cr,LTB} = 147,29 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 10

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,65 = \mathbf{0,65}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{y,cr}}} = 1,08$$

$$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 1,05$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$M_{ed} = 6,81 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

MSP

$$\delta_2 < \frac{L}{200} = 37,50 \text{ mm}$$

$$\delta_2 = 29,50 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

Prostá vaznice na pultu

Navržen profil IPE 270

$$W_{pl,y} = 484000,00 \text{ mm}^3$$

$$= 3,00 \text{ m}$$

Zatížení

Stálé

Popis	G_{ek} (kN/m ²)	γ	G_{ed} (kN/m ²)
Střešní plášť	0,19	1,35	0,26

Proměnné

Popis	Q_{ek} (kN/m ²)	γ	Q_{ed} (kN/m ²)
Sníh	1,60	1,50	2,40
Vítr tlak	0,01	1,50	0,02
Vítr sání	0,76	1,50	1,14

Vlastní tíha vaznice

Popis	G_{ek} (kN/m)	γ	G_{ed} (kN/m)
IPE 270	0,36	1,35	0,49

Kombinace zatížení

KZS (1)	stálé+sníh+vítr tlak	p_{ed}	=	8,50 kN/m
		p_{ek}	=	5,76 kN/m
KZS (2)	min. stálé+vítr sání	p_{ed}	=	-2,49 kN/m
		p_{ek}	=	-1,35 kN/m

MSÚ

Výpočet vnitřních sil

KZS (1)

$$M_{ed} = \frac{1}{8} qL^2 = 59,78 \text{ kNm}$$

KZS (2)

$$M_{ed} = \frac{1}{8} qL^2 = 17,50 \text{ kNm}$$

Posouzení

KZS (1)

$$M_{b,rd} > M_{ed}$$

$$M_{b,rd} = W_{pl,y} f_y = 171,82 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = 59,78 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

KZS (2)

$$M_{b,rd} > M_{ed}$$

$$M_{b,rd} = \chi_{LT} W_{pl,y} f_y = 111,80 \text{ kNm}$$

$$M_{y,cr,LTB} = 147,30 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 11

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,65 = \mathbf{0,65}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{pl,y} f_y}{M_{y,cr}}} = 1,08$$

$$\phi_{LT} = 0,5 [1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 1,05$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$M_{ed} = 17,50 \text{ kNm}$$

VYHOVUJE

MSP

$$\delta_2 < \frac{L}{200} = 37,50 \text{ mm}$$

$$\delta_2 = 16,60 \text{ mm}$$

VYHOVUJE

3. JEŘÁBOVÁ DRÁHA

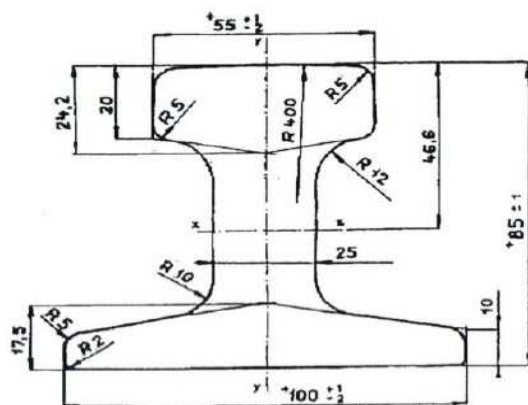
1. Technické údaje jeřábu

Značení	Popis	Hodnota	Jednotky
Q	Nosnost jeřábu	20,00	t
l	Rozpětí jeřábu	21,00	m
a	Rozvor kol příčnicku	4,40	m
p	Vzdálenost osy kola od konce příčnicku	0,40	m
b	Vzdálenost osy kola od vnějšího líce jeřábu	0,24	m
B	Stavební výška jeřábu	1,80	m
C	Konstrukční výška háku	1,32	m
D	Konstrukční výška jeřábu	2,08	m
e_1	Dojezd kladkostroje - menší	1,15	m
e_2	Dojezd kladkostroje - větší	1,25	m
P	Instalovaný výkon motoru	18,00	kW
V_{max}	Maximální kolový tlak	144,40	kN
V_{min}	Minimální kolový tlak	40,50	kN
Q_h	Tíha břemene	200,00	kN
Q_t	Tíha kočky	20,00	kN
Q_c	Celková hmotnost jeřábu s kladkostrojem	180,00	kN
v_h	Rychlost zdvihu	0,17	m/s
v_k	Rychlost pojezdu kladkostroje	0,17	m/s
v_m	Rychlost pojezdu jeřábu	0,33	m/s
	kategorie S	S3	
	kategorie zvedacích zařízení	HC3	
	Typ kolejnice	JKL55	
	Vedení pomocí nákoků	IFF	
n	Počet dvojic kol	2,00	
m_w	Počet pohonů jednotlivých kol	2,00	

2. Zatížení jeřábové dráhy

Dynamické součinitele

ϕ_1	=		=	1,10
ϕ_2	=	$\phi_{2,min} + \beta_2 * v_h$	=	1,16
$\phi_{2,min}$	=		=	1,10
β_2	=		=	0,34
ϕ_4	=		=	1,00
ϕ_5	=		=	1,50



Parametry kolejnice

Parametry kolejnice			
Typ	JKL55		
Značení	Popis	Hodnota	Jednotky
	Šířka hlavy	55,00	mm
g_{kol}	Hmotnost	29,60	kg/m
	Plocha průřezu	37,70	cm ²
I_x	Moment setrvačnosti k ose ohybu x	309,50	cm ⁴
W_x	Průřezový modul k ose ohybu x	66,43	cm ³
I_y	Moment setrvačnosti k ose ohybu y	130,50	cm ⁴
W_y	Průřezový modul k ose ohybu y	26,10	cm ³
e_x	Statická hodnota e_x	4,66	cm
e_y	Statická hodnota e_y	3,84	cm
h_r	Výška kolejnice	8,50	cm

Stálé zatížení

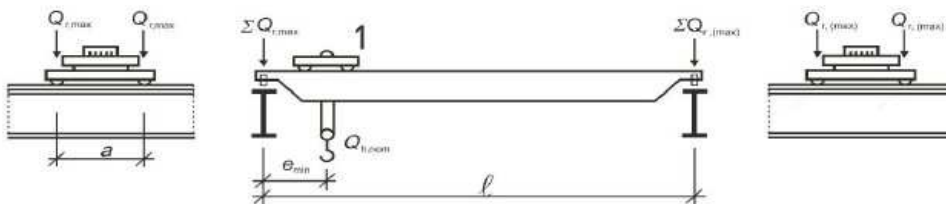
Popis		g_k (kN/m)	γ_g	g_d (kN/m)
vlastní tíha kolejnice	$g_{kol} * \frac{g}{1000}$	0,30	1,35	0,40
vlastní tíha jeřábové dráhy	odhad	1,70	1,35	2,30
stálé zatížení celkem		2,00		2,69

Proměnné zatížení

Svislé zatížení

Tíha jeřábu

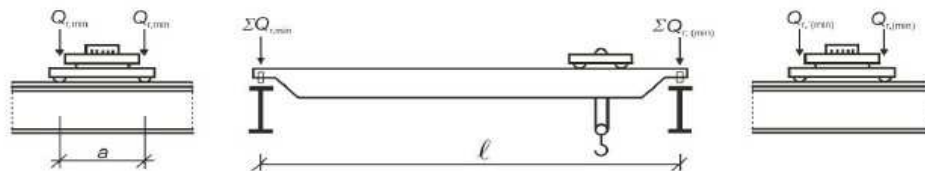
Maximální svislé síly od kol od vlastní tíhy jeřábu



$$Q_{C,r,max} = \frac{1}{n} \left[\frac{Q_c - Q_t}{2} + \frac{Q_t(l - e_1)}{l} \right] = 49,45 \text{ kN}$$

$$Q_{C,r,(max)} = \frac{1}{n} \left[\frac{Q_c - Q_t}{2} + \frac{Q_t e_1}{l} \right] = 40,55 \text{ kN}$$

Minimální svislé síly od kol od vlastní tíhy jeřábu



$$Q_{C,r,min} = \frac{1}{n} \left[\frac{Q_c - Q_t}{2} + \frac{Q_t e_2}{l} \right] = 40,60 \text{ kN}$$

$$Q_{C,r,(min)} = \frac{1}{n} \left[\frac{Q_c - Q_t}{2} + \frac{Q_t(l - e_2)}{l} \right] = 49,40 \text{ kN}$$

Zatížení kladkostroje

$$Q_{H,r,max} = \frac{1}{n} \frac{Q_h(l - e_1)}{l} = 94,52 \text{ kN}$$

$$Q_{H,r,(max)} = \frac{1}{n} \frac{Q_h e_1}{l} = 5,48 \text{ kN}$$

Vodorovné zatížení

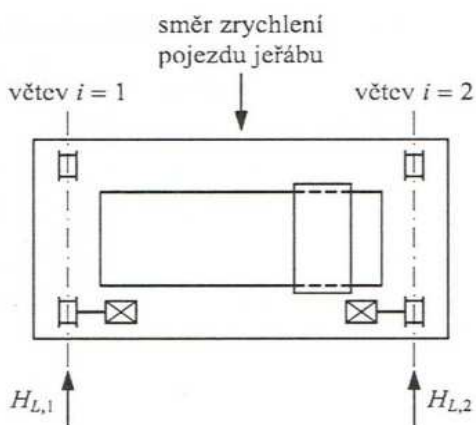
Zrychlení mostu jeřábu

Hnací síla

$$K = \mu m_w Q_{C,r,min} = 16,24 \text{ kN}$$

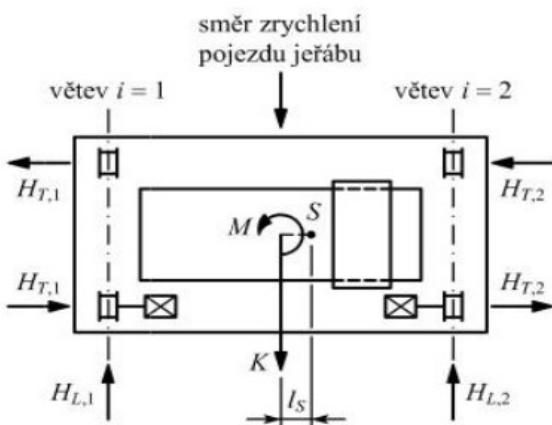
$$\mu = 0,20$$

Síly v podélném směru



$$H_{L,i} = H_{L,1} = H_{L,2} = \frac{K}{n_r} = 8,12 \text{ kN}$$

Síly v příčném směru



$$H_{T,i} = \xi_i \frac{M}{a}$$

$$H_{T,1} = \xi_1 \frac{M}{a} = 15,14 \text{ kN}$$

$$H_{T,2} = \xi_2 \frac{M}{a} = 4,84 \text{ kN}$$

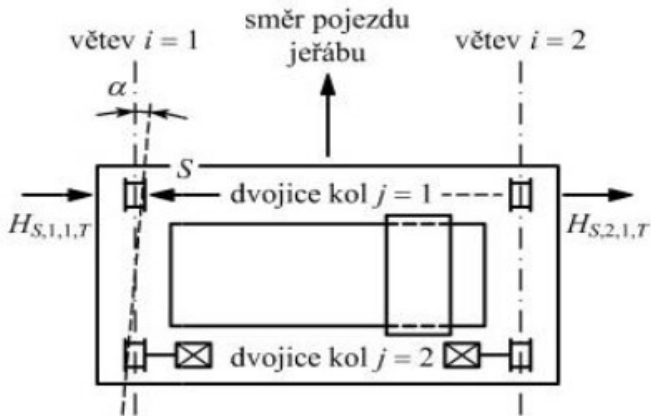
$$\xi_1 = \frac{\sum Q_{r,max}}{\sum Q_r} = \frac{n(Q_{C,r,max} + Q_{H,r,max})}{Q_c + Q_h} = 0,76 -$$

$$\xi_2 = 1 - \xi_1 = 0,24 -$$

$$M = Kl_s = 87,90 \text{ kNm}$$

$$l_s = (\xi_1 - 0,5)l = 5,41 \text{ m}$$

Příčení mostu jeřábu



α	=	0,015 rad
f	=	0,30
e_1	=	0,00 m
$e_2 = a$	=	4,40 m

Součinitele síly

$$\lambda_{S,1,1,T} = \frac{\xi_2}{n} \left(1 - \frac{e_1}{h}\right) = \frac{\xi_2}{n} = 0,12 -$$

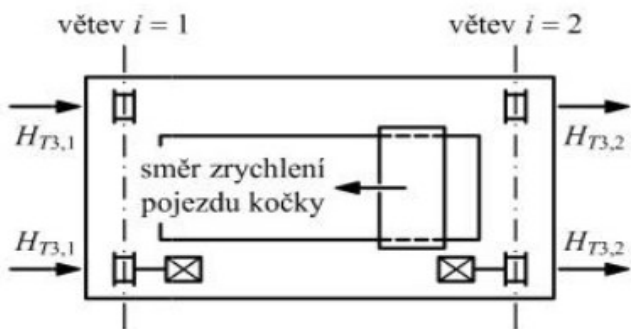
$$\lambda_{S,2,1,T} = \frac{\xi_1}{n} \left(1 - \frac{e_1}{h}\right) = \frac{\xi_1}{n} = 0,38 -$$

Vodorovné síly od příčení

$$H_{S,1,1,T} = f \lambda_{S,1,1,T} \sum Q_r = 13,81 \text{ kN}$$

$$H_{S,2,1,T} = f \lambda_{S,2,1,T} \sum Q_r = 43,19 \text{ kN}$$

Zrychlení kočky



$$H_{T3,1} = \frac{0,1}{2} (Q_h + Q_t) \left(\frac{l-e}{l}\right) = 10,40 \text{ kN}$$

$$H_{T3,2} = \frac{0,1}{2} (Q_h + Q_t) \left(\frac{e}{l}\right) = 0,60 \text{ kN}$$

Únavové zatížení

$$Q_{e,\sigma} = \varphi_{fat,1} \lambda_{\sigma} Q_{C,r,max} + \varphi_{fat,2} \lambda_{\sigma} Q_{H,r,max} = 61,08 \text{ kN}$$

$$Q_{e,\tau} = \varphi_{fat,1} \lambda_{\tau} Q_{C,r,max} + \varphi_{fat,2} \lambda_{\tau} Q_{H,r,max} = 88,47 \text{ kN}$$

$$\varphi_{fat,1} = \frac{1 + \varphi_1}{2} = 1,05$$

$$\varphi_{fat,2} = \frac{1 + \varphi_2}{2} = 1,08$$

$$\lambda_{\sigma} = 0,40$$

$$\lambda_{\tau} = 0,58$$

$$Q_{e,\sigma,loc} = \varphi_{fat,1} \lambda_{\sigma,loc} Q_{C,r,max} + \varphi_{fat,2} \lambda_{\sigma,loc} Q_{H,r,max} = 76,93 \text{ kN}$$

$$Q_{e,\tau,loc} = \varphi_{fat,1} \lambda_{\tau,loc} Q_{C,r,max} + \varphi_{fat,2} \lambda_{\tau,loc} Q_{H,r,max} = 101,55 \text{ kN}$$

$$\lambda_{\sigma,loc} = 0,50$$

$$\lambda_{\tau,loc} = 0,66$$

3. Výpočet vnitřních sil

Vnitřní síly - svislé zatížení

$$V_{G,sup} = 1,35$$

$$V_{Q,sup} = 1,35$$

Vnitřní síly od působení jeřábu

$$F_1 = V_{Q,sup} (\varphi_1 Q_{C,r,max} + \varphi_2 Q_{H,r,max}) = 221,05 \text{ kN}$$

$$F_5 = V_{Q,sup} (\varphi_4 Q_{C,r,max} + \varphi_4 Q_{H,r,max}) = 194,37 \text{ kN}$$

$$F_6 = V_{Q,sup} (\varphi_4 Q_{C,r,max} + \varphi_4 Q_{H,r,max}) = 194,37 \text{ kN}$$

$$L = 7,50 \text{ m}$$

Schéma zatížení soustavou dvou sil

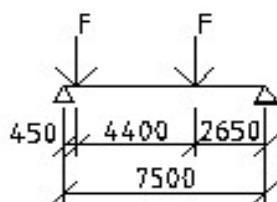
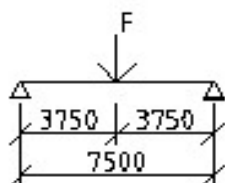


Schéma zatížení jednou silou uprostřed



Skupina č.1**Soustava dvou sil**

$$R_{a,z} = \frac{F_1 \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) \right) + F_1 \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right)}{L} = 285,89 \text{ kN}$$

$$R_{b,z} = \frac{F_1 \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{3a}{4} \right) \right) + F_1 \left(\frac{L}{2} - \frac{3a}{4} \right)}{L} = 156,21 \text{ kN}$$

$$V_{1,ed,z} = R_{a,z} = 285,89 \text{ kN}$$

$$M_{1,ed,y} = R_{b,z} \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) = 413,95 \text{ kNm}$$

Jedna síla uprostřed

$$R_{a,z} = R_{b,z} = \frac{F_1}{2} = 110,53 \text{ kN}$$

$$V_{1,ed,z} = R_{a,z} = R_{b,z} = 110,53 \text{ kN}$$

$$M_{1,ed,y} = \frac{F_1 L}{4} = 414,47 \text{ kNm}$$

Skupina č.5**Soustava dvou sil**

$$R_{a,z} = \frac{F_5 \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) \right) + F_5 \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right)}{L} = 251,38 \text{ kN}$$

$$R_{b,z} = \frac{F_5 \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{3a}{4} \right) \right) + F_5 \left(\frac{L}{2} - \frac{3a}{4} \right)}{L} = 137,35 \text{ kN}$$

$$V_{5,ed,z} = R_{a,z} = 251,38 \text{ kN}$$

$$M_{5,ed,y} = R_{b,z} \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) = 363,99 \text{ kNm}$$

Jedna síla uprostřed

$$R_{a,z} = R_{b,z} = \frac{F_5}{2} = 97,18 \text{ kN}$$

$$V_{5,ed,z} = R_{a,z} = R_{b,z} = 97,18 \text{ kN}$$

$$M_{5,ed,y} = \frac{F_5 L}{4} = 364,44 \text{ kNm}$$

Skupina č.6**Soustava dvou sil**

$$R_{a,z} = \frac{F_6 \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) \right) + F_6 \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right)}{L} = 251,38 \text{ kN}$$

$$R_{b,z} = \frac{F_6 \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{3a}{4} \right) \right) + F_6 \left(\frac{L}{2} - \frac{3a}{4} \right)}{L} = 137,35 \text{ kN}$$

$$V_{6,ed,z} = R_{a,z} = 251,38 \text{ kN}$$

$$M_{6,ed,y} = R_{b,z} \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) = 363,99 \text{ kNm}$$

Jedna síla uprostřed

$$R_{a,z} = R_{b,z} = \frac{F_6}{2} = 97,18 \text{ kN}$$

$$V_{6,ed,z} = R_{a,z} = R_{b,z} = 97,18 \text{ kN}$$

$$M_{6,ed,y} = \frac{F_6 L}{4} = 364,44 \text{ kNm}$$

Výsledné vnitřní síly

Vnitřní síla	Skupina zatížení		
	1	5	6
$R_{a,z}$ (kN)	285,89	251,38	251,38
$R_{b,z}$ (kN)	156,21	137,35	137,35
$V_{i,ed,z}$ (kN)	285,89	251,38	251,38
$M_{i,ed,y}$ (kNm)	414,47	364,44	364,44

Vnitřní síly od vlastní tíhy jeřábové dráhy

$$g_k = 2,00 \text{ kN/m}$$

$$g_d = 2,69 \text{ kN/m}$$

$$V_{g,ed,z} = \frac{1}{2} g_d L = 10,10 \text{ kN}$$

$$M_{g,ed,y} = \frac{1}{8} g_d L^2 = 18,95 \text{ kNm}$$

Výsledné vnitřní síly od svislého zatížení

Skupina č.1

$$V_{1,C,ed,z} = V_{1,ed,z} + V_{g,ed,z} = 296,00 \text{ kN}$$

$$M_{1,C,ed,y} = M_{1,ed,y} + M_{g,ed,y} = 433,42 \text{ kNm}$$

Skupina č.5

$$V_{5,C,ed,z} = V_{5,ed,z} + V_{g,ed,z} = 261,49 \text{ kN}$$

$$M_{5,C,ed,y} = M_{5,ed,y} + M_{g,ed,y} = 383,39 \text{ kNm}$$

Skupina č.6

$$V_{6,C,ed,z} = V_{6,ed,z} + V_{g,ed,z} = 261,49 \text{ kN}$$

$$M_{6,C,ed,y} = M_{6,ed,y} + M_{g,ed,y} = 383,39 \text{ kNm}$$

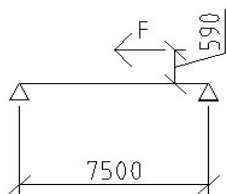
Výsledné vnitřní síly

Vnitřní síla	Skupina zatížení		
	1	5	6
$V_{i,C,ed,z}$ (kN)	296,00	261,49	261,49
$M_{i,C,ed,y}$ (kNm)	433,42	383,39	383,39

Vnitřní síly - vodorovné zatížení

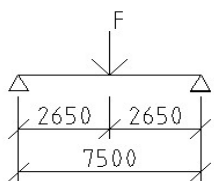
Zrychlení mostu jeřábu

Podélné síly



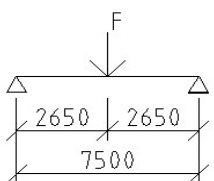
$$\begin{aligned}H_{L,d} &= \gamma_{Q,sup} \varphi_5 H_{L,i} &= & 16,44 \text{ kN} \\z &= h + h_r &= & 0,59 \text{ m} \\h & \text{ výška nosníku JD} &= & 500,00 \text{ mm} \\R_{a,x} &= H_{L,d} &= & 16,44 \text{ kN} \\R_{a,z} &= \frac{H_{L,d} z}{L} &= & 1,28 \text{ kN} \\R_{b,z} &= -R_{a,z} &= & -1,28 \text{ kN} \\N_{L,ed} &= R_{a,x} &= & 16,44 \text{ kN} \\V_{L,ed,z} &= R_{a,z} &= & 1,28 \text{ kN} \\M_{L,ed,y} &= R_{a,z} \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{3}{4} a \right) \right) &= & 6,22 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Příčné síly



$$\begin{aligned}H_{T,1,d} &= \gamma_{Q,sup} \varphi_5 H_{T,1} &= & 30,65 \text{ kN} \\H_{T,2,d} &= \gamma_{Q,sup} \varphi_5 H_{T,2} &= & 9,80 \text{ kN} \\R_{a,y} &= R_{b,y} = \frac{1}{2} H_{T,1,d} &= & 15,33 \text{ kN} \\V_{H,T,ed,y} &= R_{a,y} &= & 15,33 \text{ kN} \\M_{H,T,ed,z} &= R_{a,y} \left(\frac{L}{2} \right) &= & 57,48 \text{ kNm}\end{aligned}$$

Příčení mostu jeřábu

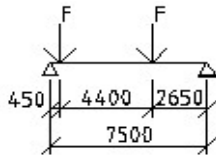


$$\begin{aligned}H_{S,1,1,T,d} &= \gamma_{Q,sup} H_{S,1,1,T} &= & 18,64 \text{ kN} \\H_{S,2,1,T,d} &= \gamma_{Q,sup} H_{S,2,1,T} &= & 58,31 \text{ kN} \\V_{S,ed,y} &= \frac{1}{2} H_{S,2,1,T,d} &= & 29,16 \text{ kN}\end{aligned}$$

$$M_{S,ed,z} = \frac{1}{4} H_{S,2,1,T,d} L = 109,33 \text{ kNm}$$

Zrychlení kočky

Soustava dvou sil



$$H_{T,3,1,d} = \gamma_{Q,sup} H_{T,3,1} = 14,04 \text{ kN}$$

$$H_{T,3,2,d} = \gamma_{Q,sup} H_{T,2,1} = 0,81 \text{ kN}$$

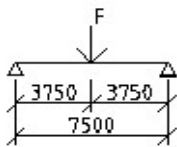
$$R_{a,y} = \frac{H_{T,3,1,d} \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) \right) + H_{T,3,1,d} \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right)}{L} = 18,15 \text{ kN}$$

$$R_{b,y} = \frac{H_{T,3,1,d} \left(a + \left(\frac{L}{2} - \frac{3a}{4} \right) \right) + H_{T,3,1,d} \left(\frac{L}{2} - \frac{3a}{4} \right)}{L} = 9,92 \text{ kN}$$

$$V_{T,3,ed,y} = R_{a,y} = 18,15 \text{ kN}$$

$$M_{T,3,ed,z} = R_{b,y} \left(\frac{L}{2} - \frac{a}{4} \right) = 26,29 \text{ kNm}$$

Jedna síla uprostřed



$$R_{a,y} = R_{b,y} = \frac{H_{T,3,1,d}}{2} = 7,02 \text{ kN}$$

$$V_{T,3,ed,y} = R_{a,y} = R_{b,y} = 7,02 \text{ kN}$$

$$M_{T,3,ed,z} = \frac{H_{T,3,1,d} L}{4} = 26,32 \text{ kNm}$$

Hodnoty návrhových hodnot zatížení

Výsledné posouvající síly ve svislém směru $V_{i,z}$ (kN)				
Zatížení	Značka	Skupina zatížení		
		Mezní stav únosnosti		
		1	5	6
Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje	$Q_C + Q_H$	296,00	261,49	261,49
Zrychlení mostu jeřábu	H_L, H_T	1,28		
Příčení mostu jeřábu	H_S, S		0,00	
Zrychlení kočky	$H_{T,3}$			0,00
Síly na nárazník	H_B			
Celkem		297,28	261,49	261,49

Výsledné ohybové momenty v ose y $M_{i,y}$ (kNm)				
Zatížení	Značka	Skupina zatížení		
		Mezní stav únosnosti		
		1	5	6
Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje	$Q_C + Q_H$	433,42	383,39	383,39
Zrychlení mostu jeřábu	H_L, H_T	6,22		
Příčení mostu jeřábu	H_S, S		0,00	
Zrychlení kočky	$H_{T,3}$			0,00
Síly na nárazník	H_B			
Celkem		439,64	383,39	383,39

Výsledné posouvající síly ve vodorovném směru $V_{i,y}$ (kN)				
Zatížení	Značka	Skupina zatížení		
		Mezní stav únosnosti		
		1	5	6
Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje	$Q_c + Q_H$	0,00	0,00	0,00
Zrychlení mostu jeřábu	H_L, H_T	15,33		
Příčení mostu jeřábu	H_S, S		29,16	
Zrychlení kočky	$H_{T,3}$			18,15
Síly na nárazník	H_B			
Celkem		15,33	29,16	18,15

Výsledné ohybové momenty v ose z $M_{i,z}$ (kNm)				
Zatížení	Značka	Skupina zatížení		
		Mezní stav únosnosti		
		1	5	6
Vlastní tíha jeřábu a zatížení kladkostroje	$Q_c + Q_H$	0,00	0,00	0,00
Zrychlení mostu jeřábu	H_L, H_T	57,48		
Příčení mostu jeřábu	H_S, S		109,33	
Zrychlení kočky	$H_{T,3}$			26,32
Síly na nárazník	H_B			
Celkem		57,48	109,33	26,32

Návrhové hodnoty zatížení

Vnitřní síla	Skupina zatížení		Jednotky
	1	5	
$N_{i,ed}$	16,44	0,00	kN
$V_{i,z,ed}$	297,28	261,49	kN
$M_{i,y,ed}$	439,64	383,39	kNm
$V_{i,y,ed}$	15,33	29,16	kN
$M_{i,z,ed}$	57,48	109,33	kNm

4. Návrh jeřabového nosníku

Materiál

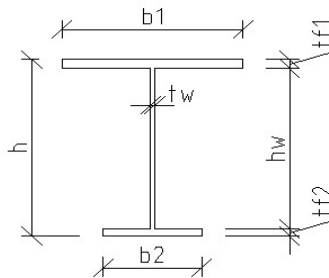
f_y	=	355,00 MPa
f_u	=	490,00 MPa
E	=	210000,00 MPa
G	=	81000,00 MPa

Hlavní jeřabový nosník

Rozměry (mm)

Průřezové charakteristiky

h	500,00	A	21050,00	mm^2
b_1	460,00	x_{el}	322,20	mm
b_2	250,00	I_y	9,06E+08	mm^4
t_w	10,00	$W_{el,y}^h$	5,10E+06	mm^3
t_{f1}	25,00	$W_{el,y}^d$	2,81E+06	mm^3
t_{f2}	20,00	I_z	2,29E+08	mm^4
h_w	455,00	$W_{el,z}$	9,95E+05	mm^3
e_h	177,80	$W_{pl,y}$	3,50E+06	mm^3
e_d	322,20	g_k	1652,43	N/m



Zatřídění průřezu

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,81$$

Stojina

c	=	455,00 mm
t	=	10,00 mm

$$\Psi = -\frac{x}{h-x} = -1,81$$

$$\frac{c}{t} < 62\varepsilon(1-\Psi)\sqrt{-\Psi}$$

$$\frac{c}{t} = 45,50$$

$$62\varepsilon(1-\Psi)\sqrt{-\Psi} = 190,97$$

3.třída

Pásnice

c	=	225,00 mm
t	=	25,00 mm

$$\frac{c}{t} < \frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}}$$

$$\frac{c}{t} = 9,00$$

$$\frac{10\varepsilon}{\alpha\sqrt{\alpha}} = 8,14$$

$$\alpha = 1,00$$

3.třída

5.Posouzení hlavního jeřábového nosníku

Posouzení MSÚ

$$\gamma_{M0} = 1,00$$

$$\gamma_{M1} = 1,00$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

Napětí ve spodních vláknech

$$\sigma_{1,s,ed} = \frac{M_{1,y,ed}}{I_y} e_z = 156,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{5,s,ed} = \frac{M_{5,y,ed}}{I_y} e_z = 136,31 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{i,s,ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\sigma_{i,s,ed} = 156,31 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 355,00 \text{ MPa}$$

Napětí v horních vláknech

$$\sigma_{1,h,ed} = \frac{M_{1,y,ed}}{I_y} e_z + \frac{M_{1,z,ed}}{I_z} e_y + \frac{N_{1,ed}}{A} = 149,82 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{5,h,ed} = \frac{M_{5,y,ed}}{I_y} e_z + \frac{M_{5,z,ed}}{I_z} e_y = 194,65 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{i,h,ed} \leq \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\sigma_{i,h,ed} = 194,65 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_y}{\gamma_{M0}} = 355,00 \text{ MPa}$$

Interakce klopení a kroucení

Klopení

$$M_{y,cr,LTB} = 2661,40 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 12

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,88 = 0,88$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el,y} f_y}{M_{y,cr}}} = 0,61$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta\lambda_{LT}^2] = 0,69$$

$$\alpha_{LT} = 0,49$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

Kroucení

$$K_t = L \sqrt{\frac{GI_t}{EI_\omega}} = 3,58$$

$$I_t = 3,11E+06 \text{ mm}^4$$

$$I_\omega = 5,26E+12 \text{ mm}^6$$

$$\alpha = 3,70$$

$$\beta = 1,08$$

$$\kappa = \frac{1}{\beta + \left(\frac{\alpha}{K_t}\right)^2} = 0,46570$$

$$B_{i,ed} = M_{i,z,ed}e_z(1 - \kappa) + M_{i,y,ed}e_y(1 - \kappa)$$

$$e_z = 262,80 \text{ mm}$$

$$e_y = 0,25b_r = 13,75 \text{ mm}$$

Bimoment	Skupina zatížení	
	1	5
$B_{i,ed}$ (kNm ²)	11,30	18,17

Posouzení interakce klopení a kroucení

$$\frac{M_{i,y,ed}}{\chi_{LT}W_{el,y}\gamma_{M1}f_y} + \frac{M_{i,z,ed}}{W_{el,z}\gamma_{M1}f_y} + \frac{k_{i,w}k_{i,zw}k_{i,a}B_{i,ed}}{\frac{B_{rk}}{\gamma_{M1}}} < 1$$

$$B_{rk} = \frac{I_\omega}{\omega_{max}} f_y$$

$$\omega_{max} = \frac{bh}{4}$$

$$k_{i,w} = 0,7 - \frac{0,2B_{i,ed}}{\frac{B_{rk}}{\gamma_{M1}}}$$

$$k_{i,zw} = 1 - \frac{M_{i,z,ed}}{W_{el,z}\gamma_{M1}f_y}$$

$$k_{i,a} = \frac{1}{1 - \frac{M_{i,y,ed}}{M_{y,cr}}}$$

Skupina	B_{rk} (Nmm ²)	ω_{max} (mm ²)	$k_{i,w}$	$k_{i,zw}$	$k_{i,a}$
1	3,25E+10	57500,00	0,63	0,84	1,20
5			0,59	0,69	1,17

Skupina 1 **0,88** VYHOVUJE

Skupina 5 **0,93** VYHOVUJE

Lokální tlakové a smykové napětí

$$l_{eff} = 3,25 \sqrt[3]{\frac{I_r + I_{f,eff}}{t_w}} = 218,43 \text{ mm}$$

$$I_r = 2,79E+06 \text{ mm}^4$$

$$b_{eff} = b_r + 0,75h_r + t_f = 188,75 \text{ mm}$$

$$b_r = 100,00 \text{ mm}$$

$$h_r = 85,00 \text{ mm}$$

$$I_{f,eff} = \frac{1}{12} b_{eff} t_f^3 = 245768,23 \text{ mm}^4$$

$$\sigma_{oz,ed} = \frac{F_{ed}}{l_{eff} t_w} = \frac{F_1}{l_{eff} t_w} = 101,20 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{oz,ed} < \frac{f_y}{\gamma_{M1}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$\tau_{oxz,ed} = 0,2 \sigma_{oz,ed} = 20,24 \text{ MPa}$$

$$\tau_{oxz,ed} < \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Interakce normálového a smykového napětí

$$\sqrt{\sigma_{oz,ed}^2 + 3\tau_{oxz,ed}^2} = 107,10 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{oz,ed}^2 + 3\tau_{oxz,ed}^2} < \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Interakce lokálního boulení a ohybového momentu

Lokální boulení

$$F_{rd} = \frac{f_y L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} = 1,11E+06 \text{ N} = 1111,20 \text{ kN}$$

$$L_{eff} = \chi_F l_y = 313,01 \text{ mm}$$

$$l_y = s_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2}) = 557,54 \text{ mm}$$

$$s_s = l_{eff} - 2t_f = 168,43 \text{ mm}$$

$$m_1 = \frac{b}{t_w} = 46,00 -$$

$$m_2 = 0,00 -$$

$$\chi_F = \frac{0,5}{\lambda_F} < 1 = 0,56$$

$$\lambda_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_y}{F_{cr}}} = 0,89$$

$$F_{cr} = 0,9 k_f E \frac{t_w^3}{h_w} = 2,50E+06 \text{ N}$$

$$k_f = 6 + 2\left(\frac{h_w}{a}\right)^2 = 6,01$$

$$a = 7500,00 \text{ mm}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_1} = F_1 < F_{rd} \quad \text{=} \quad \text{VYHOVUJE} \\ 221,05 \text{ kN}$$

Interakce lokálního boulení a ohybového momentu

$$\frac{F_{ed}}{F_{rd}} + 0,8 \frac{M_{ed}}{M_{pl,rd}} < 1,4$$

$$M_{pl,rd} = W_{pl,y} \frac{f_y}{\gamma_{M0}} \quad \text{=} \quad 1,24\text{E}+09 \text{ Nmm} \quad \text{=} \quad 1243,14 \text{ kNm}$$

$$M_{ed} = M_{1,y,ed} \quad \text{=} \quad 439,64 \text{ kNm}$$

$$\frac{F_{ed}}{F_{rd}} + 0,8 \frac{M_{ed}}{M_{pl,rd}} \quad \text{=} \quad 0,48$$

VYHOVUJE

Globální smykové napětí

$$\tau_{v,ed} = \frac{V_{1,z,ed} S_{f,y}}{I_y t_w} \quad \text{=} \quad 62,36 \text{ MPa}$$

$$S_{f,y} = b t_{f1} (e_z - \frac{t_f}{2}) \quad \text{=} \quad 1,90\text{E}+06 \text{ mm}^3$$

$$e_z \quad \text{=} \quad 177,80 \text{ mm}$$

$$\frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad \text{=} \quad 204,96 \text{ MPa}$$

$$\tau_{v,ed} < \frac{f_y}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} \quad \text{=} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Smyková únosnost při boulení

$$\frac{h_w}{t_w} < \frac{31}{\eta} \varepsilon \sqrt{k_\tau} \quad \text{=} \quad 1,20$$

$$k_\tau = 5,34 + 4 \left(\frac{h_w}{a} \right)^2 + k_{\tau sl} \quad \text{=} \quad 5,35$$

$$k_{\tau sl} \quad \text{=} \quad 0,00$$

$$\frac{h_w}{t_w} \quad \text{=} \quad 45,50$$

$$\frac{31}{\eta} \varepsilon \sqrt{k_\tau} \quad \text{=} \quad 48,64$$

NENÍ NUTNÉ POSUZOVAT

Posouzení krčných svarů jeřábového nosníku

$$V_{ed} \quad \text{=} \quad 297,28 \quad \text{kN}$$

$$F_{ed} \quad \text{=} \quad 221,05 \quad \text{kN}$$

$$l_{eff} \quad \text{=} \quad 313,01 \quad \text{mm}$$

Dolní pásnice

$V_l = \frac{V_{ed}S_{y,d}}{I_y}$	=	0,51	kN
$S_{y,d} = b_{f2}t_{f2}(e_d - \frac{t_{f2}}{2})$	=	1,56E+06	mm ³
b_{f2}	=	250,00	mm
t_{f2}	=	20,00	mm
e_d	=	322,20	mm
I_y	=	9,06E+08	mm ⁴
a	=	5,00	mm
$\tau_{\parallel} = \frac{V_l}{2a}$	=	51,21	MPa
$\tau_{\parallel} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}$	=	<u>VYHOVUJE</u>	
f_u	=	490,00	MPa
β_w	=	0,90	
γ_{M2}	=	1,25	
$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}}$	=	251,47	MPa
Horní pásnice			
$V_l = \frac{V_{ed}S_{y,h}}{I_y}$	=	0,62	kN
$S_{y,h} = b_{f1}t_{f1}(e_h - \frac{t_{f1}}{2})$	=	1,90E+06	mm ³
b_{f1}	=	460,00	mm
t_{f1}	=	25,00	mm
e_h	=	177,80	mm
I_y	=	9,06E+08	mm ⁴
a	=	5,00	mm
$\sigma_w = \frac{F_{ed}}{2a_w l_{eff}}$	=	70,62	MPa
$\sigma_{\perp} = \tau_{\perp} = \frac{\sigma_w}{\sqrt{2}}$	=	49,94	MPa
$\tau_{\parallel} = \frac{V_{ed}S_{y,h}}{I_y 2a}$	=	62,36	MPa
$\tau_{\parallel,loc} = 0,2\sigma_w$	=	14,12	MPa
$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel} + \tau_{\parallel,loc})^2} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	=	<u>VYHOVUJE</u>	
$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3\tau_{\perp}^2 + 3(\tau_{\parallel} + \tau_{\parallel,loc})^2}$	=	165,90	MPa

$$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = 435,56 \text{ MPa}$$

Posouzení mezního stavu použitelnosti (MSP)

Svislý průhyb ve směru osy z

$$\delta_{z,CD} = \frac{L}{600} < 25 \text{ mm} = 12,50 \text{ mm}$$

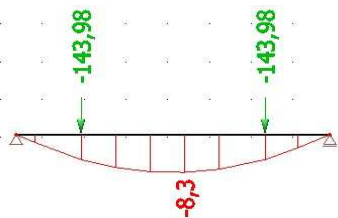
$$\delta_g = \frac{5}{384} \frac{g_k l^4}{EI_y} = 0,36 \text{ mm}$$

$$F_k = Q_{C,r,max} + Q_{H,r,max} = 143,98 \text{ kN}$$

$$\delta_{a,z} = 7,70 \text{ mm}$$

$$\delta_{b,z} = 8,30 \text{ mm}$$

Pro posouzení průhybu spočítány tři zatěžovací stavy. První, kdy jsou síly v poloze vyvolávající maximální moment, druhý, kdy je postavení sil na nosníku symetrické, tento stav rozhoduje, a třetí kdy je umístěna jedna síla uprostřed nosníku.



$$\delta_z = \delta_{b,z} + \delta_g = 8,66 \text{ mm}$$

$$\delta_z < \delta_{z,CD} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Vodorovný průhyb ve směru osy y

$$\delta_{y,CD} = \frac{L}{600} < 25 \text{ mm} = 12,50 \text{ mm}$$

Charakteristické zatěžovací síly od

$$\text{Zrychlení jeřábu} \quad H_{T,1} = 15,14 \text{ kN}$$

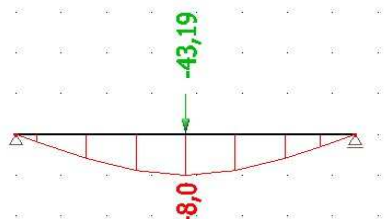
$$\text{Příčení mostu jeřábu} \quad H_{S,2,1,T} = 43,19 \text{ kN}$$

$$\text{Zrychlení kočky} \quad H_{T,3,1} = 10,40 \text{ kN}$$

$$\delta_{a,y} = 2,00 \text{ mm}$$

$$\delta_{b,y} = 2,80 \text{ mm}$$

$$\delta_{c,y} = 8,00 \text{ mm}$$



$$\delta_{d,y} = 2,00 \text{ mm}$$

$$\delta_{e,y} = 2,20 \text{ mm}$$

$$\delta_y = 8,00 \text{ mm}$$

$$\delta_y < \delta_{y,CD} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Mezní stav únosnosti FAT (Únava)

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

Posouzení pásnic pro rozkmit normálového napětí od ohybového momentu

$$\Delta\sigma_c = 80,00 \text{ MPa}$$

$$F_M = Q_{e,\sigma} = 61,08 \text{ kN}$$

$$R_{b,z} = \frac{F_M \left(\frac{l}{2} + \frac{a}{4} - a \right) + F_M \left(\frac{l}{2} + \frac{a}{4} \right)}{L} = 43,16 \text{ kN}$$

$$R_{a,z} = -R_{b,z} + 2F_M = 79,00 \text{ kN}$$

$$\Delta V_{E2} = R_{a,z} = 79,00 \text{ kN}$$

$$\Delta M_{E2} = R_{b,z} \left(\frac{l}{2} - \frac{a}{4} \right) = 114,39 \text{ kNm}$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \frac{\Delta M_{E2}}{W_{el,y}} = 40,67 \text{ MPa}$$

$$D_\sigma = \gamma_{Ff}^3 \Delta\sigma_{E2}^3 \left(\frac{\gamma_{Mf}}{\Delta\sigma_c} \right)^3 = 0,20$$

$$\gamma_{Ff} = 1,00$$

$$D_\sigma < 1 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Posouzení stojiny pro rozkmit hlavního napětí od ohybového momentu a posouvající síly

$$\Delta\sigma_c = 80,00 \text{ MPa}$$

$$\Delta\sigma_{E2} = \frac{\Delta M_{E2}}{I_y} z = 38,14 \text{ MPa}$$

$$z = e_d - t_{f2} = 302,20 \text{ mm}$$

$$\Delta\tau_{E2} = \frac{\Delta V_{E2} S_y}{I_y t_w} = 13,61 \text{ MPa}$$

$$S_y = b_2 t_{f2} \left(e_d - \frac{t_{f2}}{2} \right) = 1,56E+06 \text{ mm}^3$$

$$\Delta\sigma_{eq,E2} = \frac{1}{2} \left(\Delta\sigma_{E2} + \sqrt{\Delta\sigma_{E2}^2 + 4\Delta\tau_{E2}^2} \right) = 42,50 \text{ MPa}$$

$$D_\sigma = \gamma_{Ff}^3 \Delta\sigma_{eq,E2}^3 \left(\frac{\gamma_{Mf}}{\Delta\sigma_c} \right)^3 = 0,23$$

$$\gamma_{Ff} = 1,00$$

$$D_\sigma < 1 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Posouzení krčních svarů pro rozkmit smykového napětí od posouvající síly

$$\Delta\tau_c = 36,00 \text{ MPa}$$

$$F_M = Q_{e,\tau} = 88,47 \text{ kN}$$

$$R_{b,z} = \frac{F_M \left(\frac{l}{2} + \frac{a}{4} - a \right) + F_M \left(\frac{l}{2} + \frac{a}{4} \right)}{L} = 44,81 \text{ kN}$$

$$R_{a,z} = -R_{b,z} + 2F_M = 132,13 \text{ kN}$$

$$\Delta V_{E2} = R_{a,z} = 132,13 \text{ kN}$$

$$\tau_{\parallel,E2} = \frac{\Delta V_{E2} S_y}{2I_y a} = 27,72 \text{ MPa}$$

$$a = 5,00 \text{ mm}$$

$$S_y = b_1 t_{f1} (e_h - \frac{t_{f1}}{2}) = 1,90E+06 \text{ mm}^3$$

$$D_\tau = \gamma_{Ff}^5 \tau_{\parallel,E2}^5 \left(\frac{\gamma_{Mf}}{\Delta \sigma_C} \right)^5 = 0,54$$

$$D_\tau < 1 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Posouzení krčních svarů pro rozkmit svislého tlakového napětí od tlaků kol

$$\Delta \sigma_C = 36,00 \text{ MPa}$$

$$\Delta F_{E,2} = Q_{e,\sigma,loc} = 76,93 \text{ kN}$$

$$\Delta T_{E,2} = \Delta F_{E,2} e = 1,06 \text{ kN}$$

$$e = 13,75 \text{ mm}$$

$$\Delta \sigma_{oz,E2} = \frac{\Delta F_{E,2}}{l_{eff} t_w} = 35,22 \text{ MPa}$$

$$l_{eff} = 218,43 \text{ mm}$$

viz. Lokální smykové a tlakové napětí

$$\Delta \sigma_{T,E2} = \frac{6 \Delta T_{E,2}}{a t_w^2} \eta \operatorname{tgh} \eta = 3,05 \text{ MPa}$$

kde a je vzdálenost příčných výztuh stojiny

$$a = 7500,00 \text{ mm}$$

$$\eta = 0,64$$

$$\operatorname{tgh} \eta = 0,56$$

$$\Delta \sigma_{vert,E2} = \Delta \sigma_{oz,E2} \frac{t_w}{2a + t_w} = 17,61 \text{ MPa}$$

kde a je účinná tloušťka svaru pod horní pásnicí

$$\Delta \sigma_{vert,E2} = \Delta \sigma_{T,E2} \frac{1,0 t_w^2}{6W} = 0,79 \text{ MPa}$$

kde W je průřezový modul oboustranného koutového svaru včetně stojiny

$$W = \frac{\sqrt{2}(t_w + \sqrt{2}a)^3 - (\sqrt{2} - 1)t_w^3}{6(t_w + \sqrt{2}a)} = 64,65 \text{ mm}^3$$

$$\Delta \sigma_{vert,E2} = 17,61 + 0,79 = 18,40 \text{ MPa}$$

$$D_\sigma = \gamma_{Ff}^3 \Delta \sigma_{vert,E2}^3 \left(\frac{\gamma_{Mf}}{\Delta \sigma_C} \right)^3 = 0,20$$

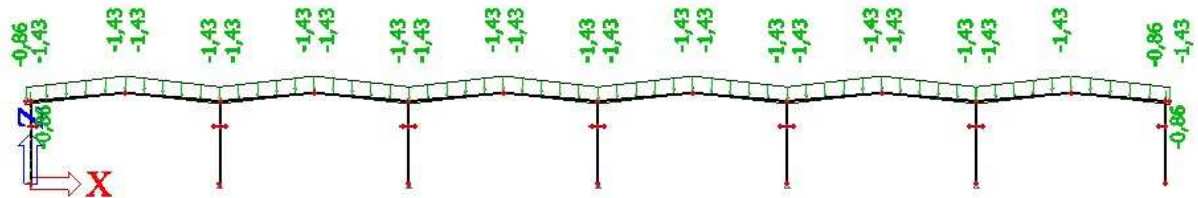
$$D_\sigma < 1 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

4. NÁVRH PŘÍČNÉ VAZBY

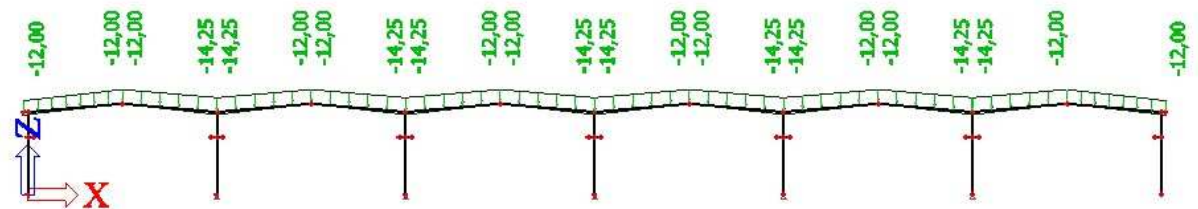
4.1 Zatížení, vnitřní síly a deformace příčné vazby

Zatěžovací stavy

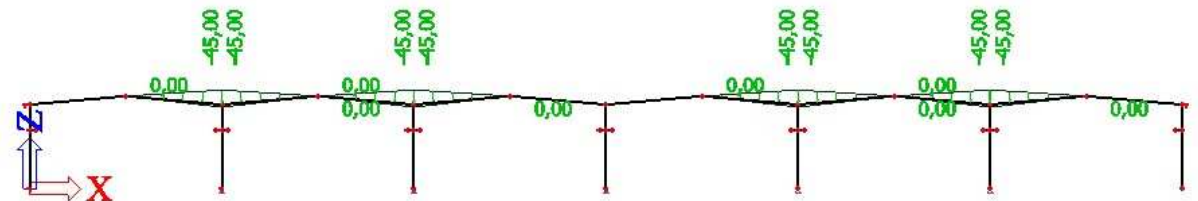
Střešní plášť



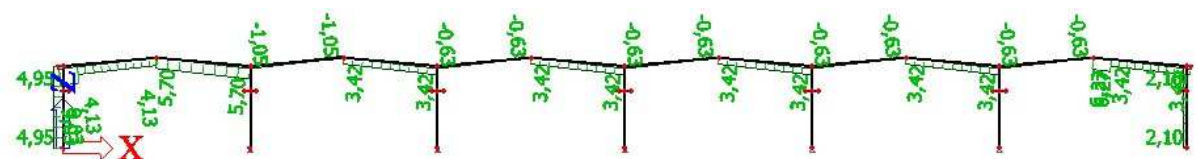
Sněž 1



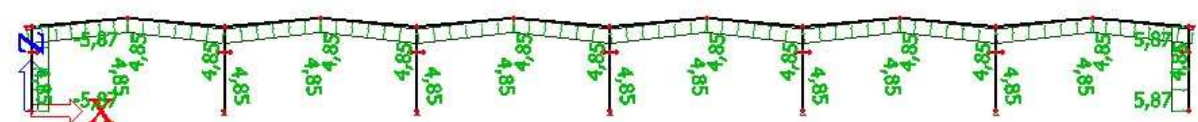
Sněž 2



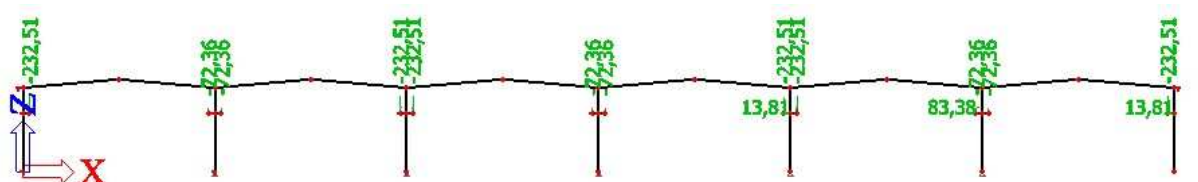
Vítr příčný



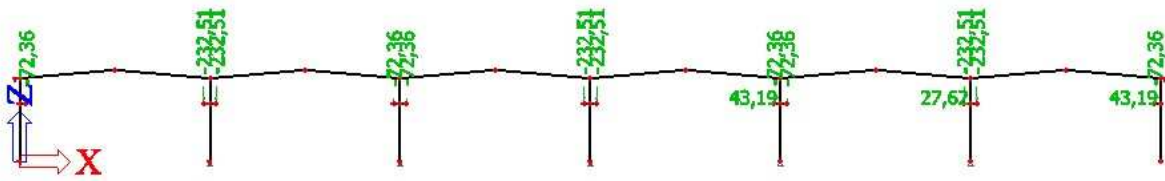
Vítr podélný



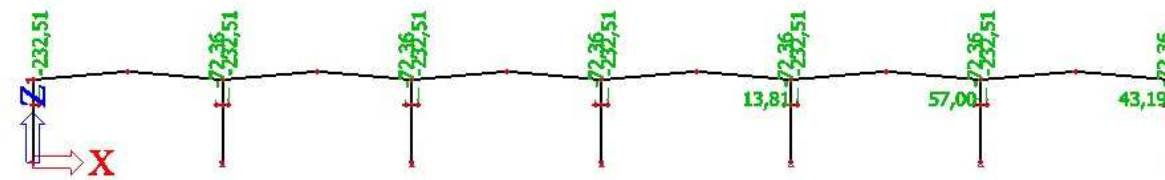
Jeřábová dráha 1



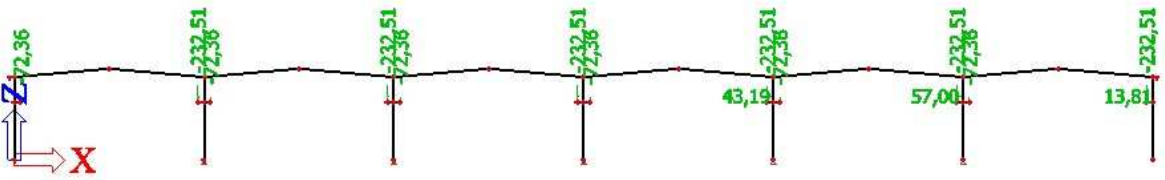
Jeřábová dráha 2



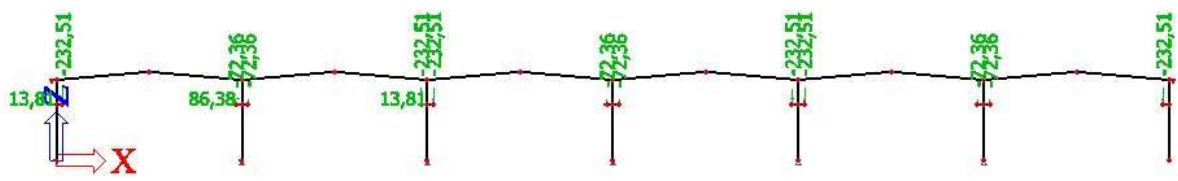
Jeřábová dráha 3



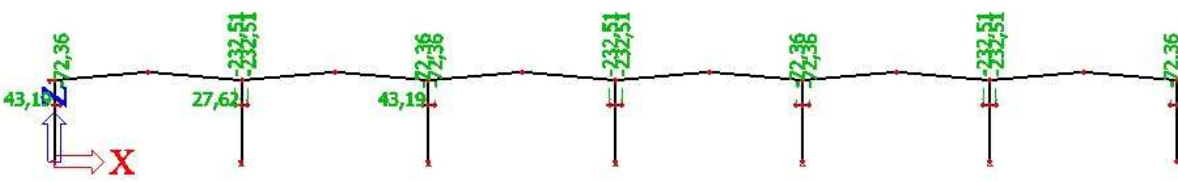
Jeřábová dráha 4



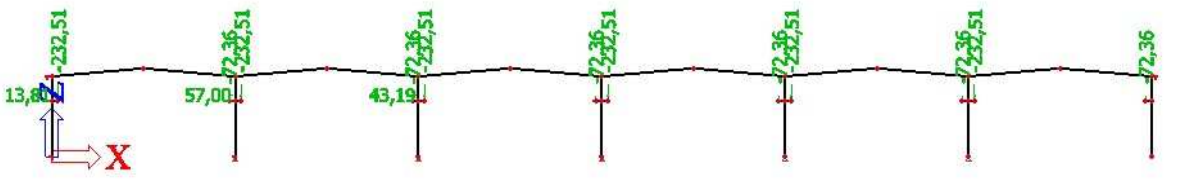
Jeřábová dráha 5



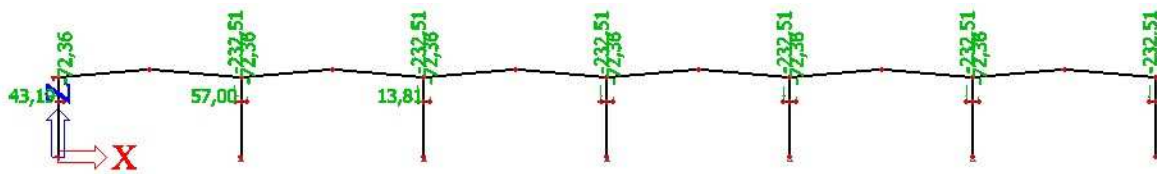
Jeřábová dráha 6



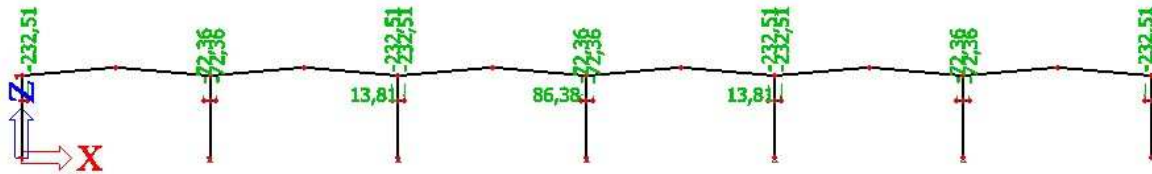
Jeřábová dráha 7



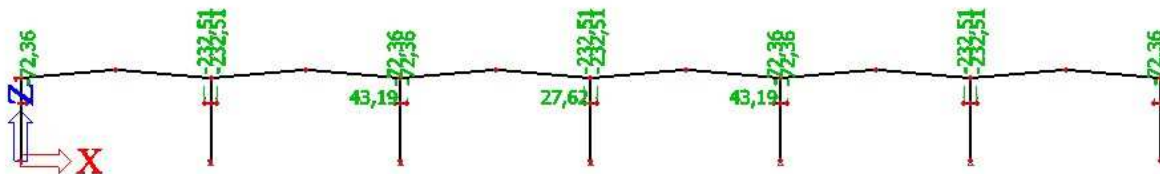
Jeřábová dráha 8



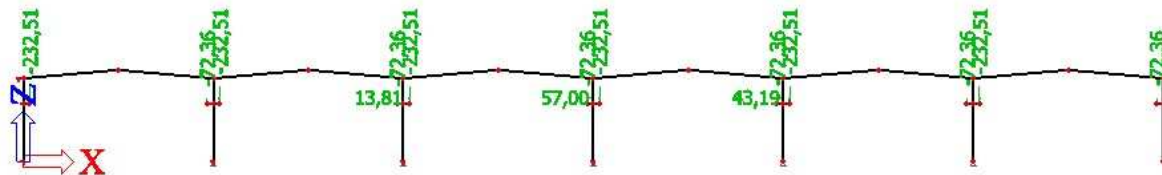
Jeřábová dráha 9



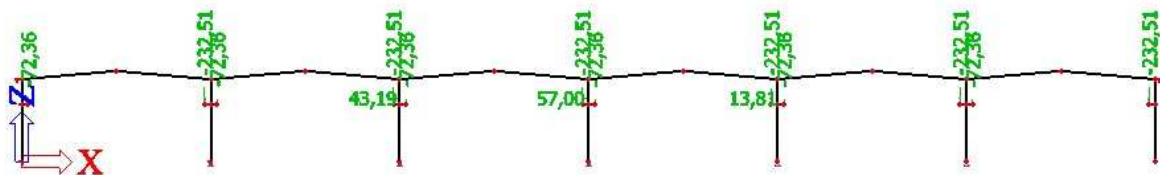
Jeřábová dráha 10



Jeřábová dráha 11



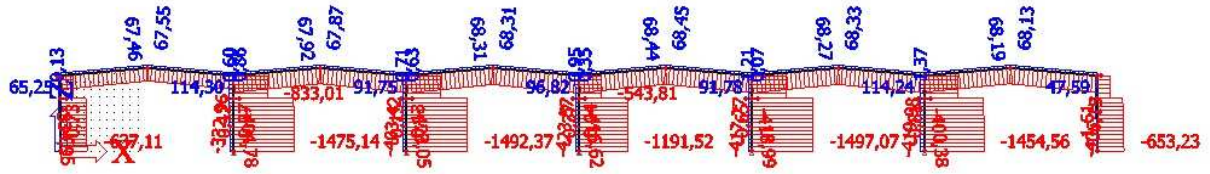
Jeřábová dráha 12



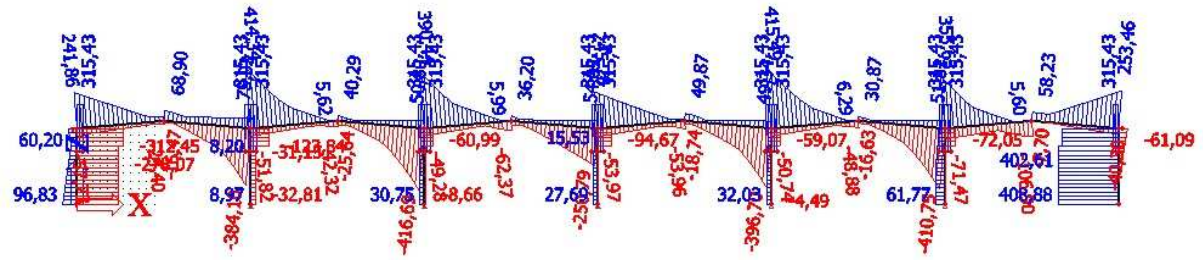
Průběhy vnitřních sil

Obálka nelineárních kombinací

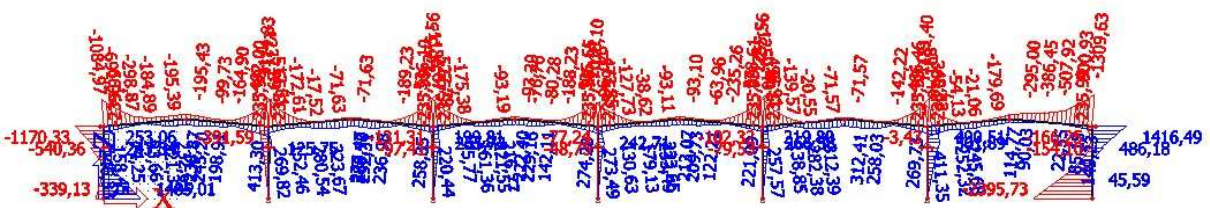
Normálové síly



Posouvající síly

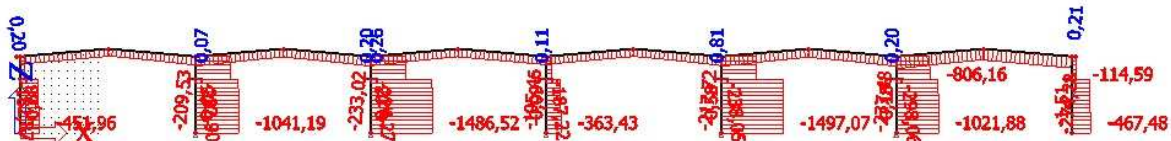


Ohybové momenty

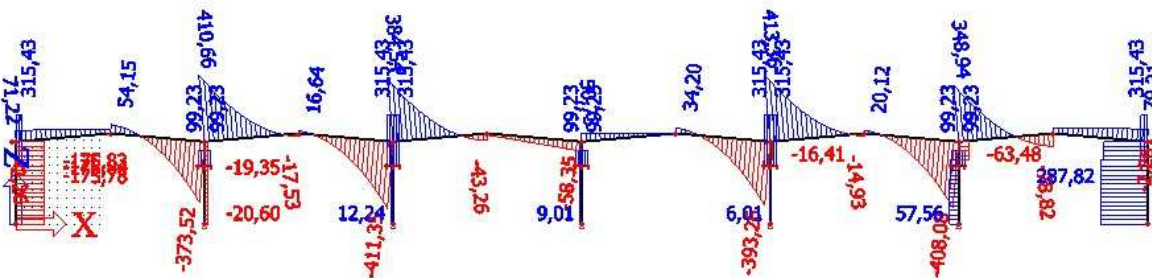


Nelineární kombinace NC2

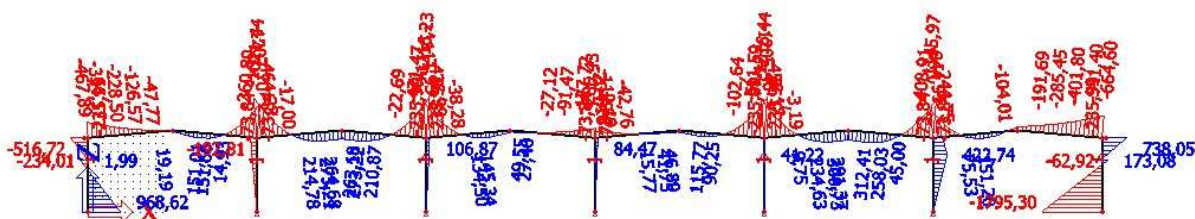
Normálové síly



Posouvající síly

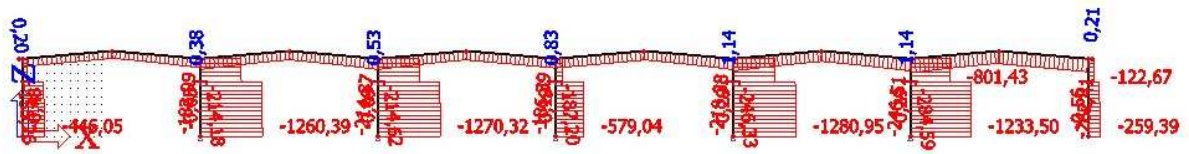


Ohybové momenty

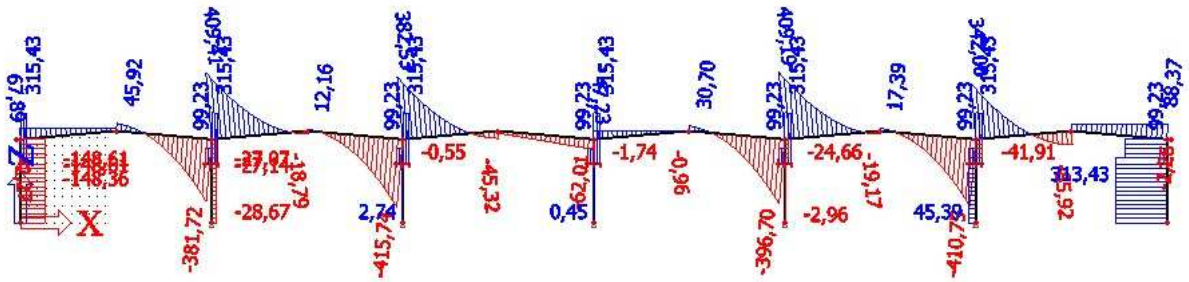


Nelineární kombinace NC14

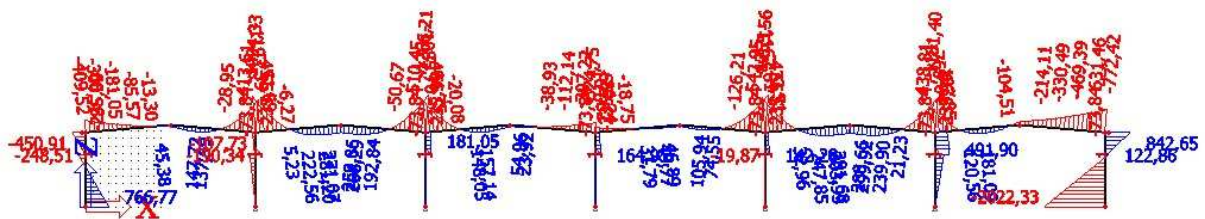
Normálové síly



Posouvající síly

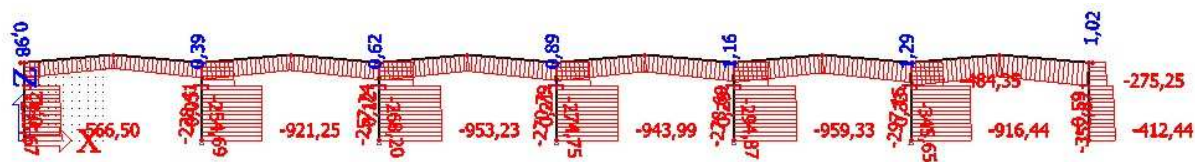


Ohybové momenty

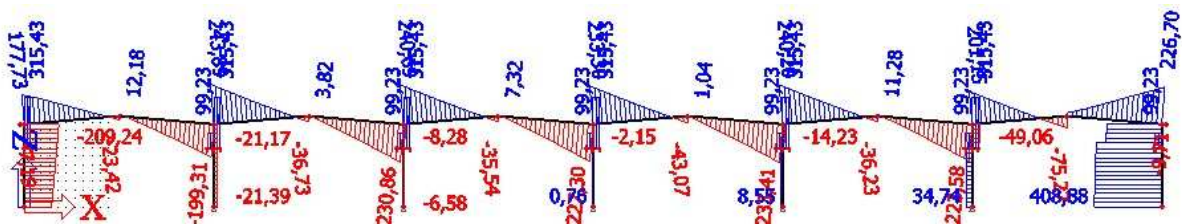


Nelineární kombinace NC15

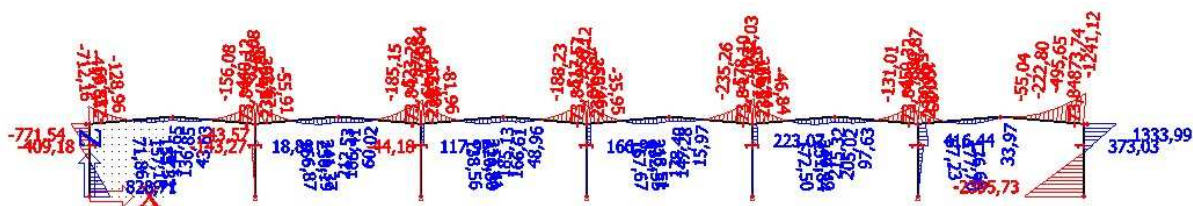
Normálové síly



Posouvající síly

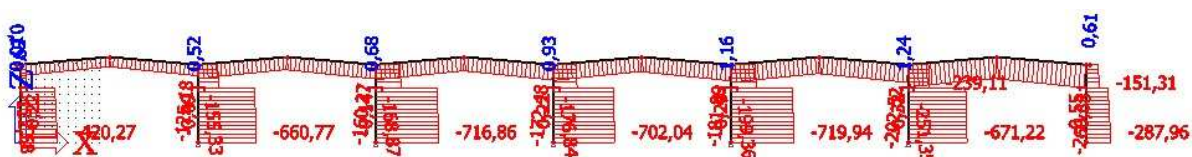


Ohybové momenty

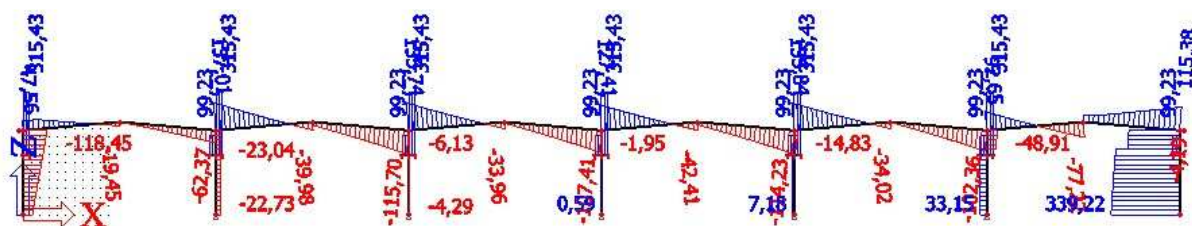


Nelineární kombinace NC16

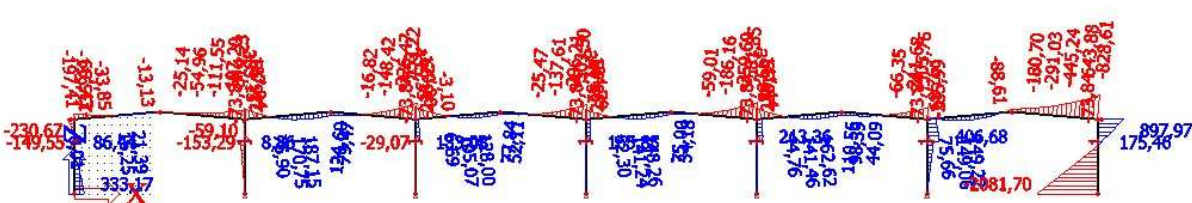
Normálové síly



Posouvající síly

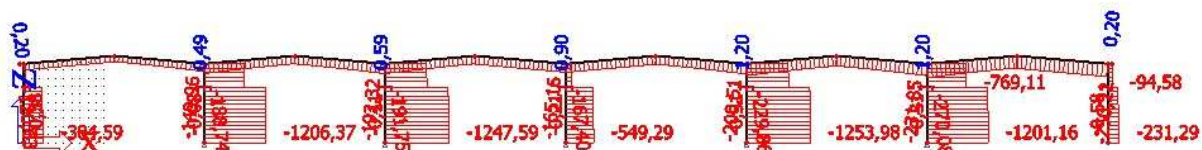


Ohybové momenty

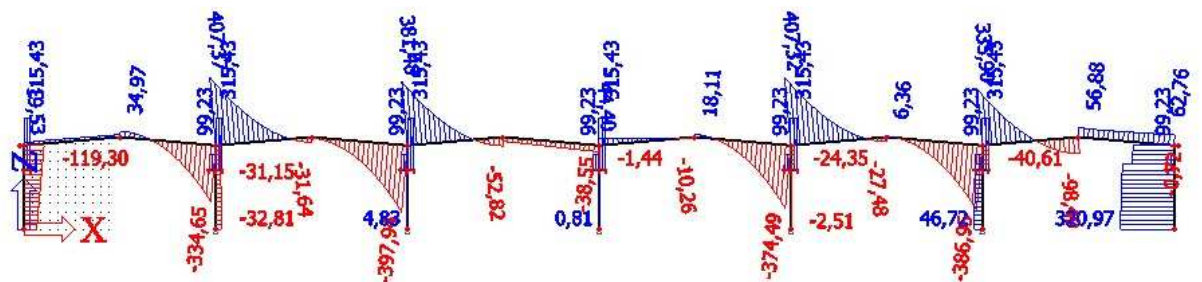


Nelineární kombinace NC17

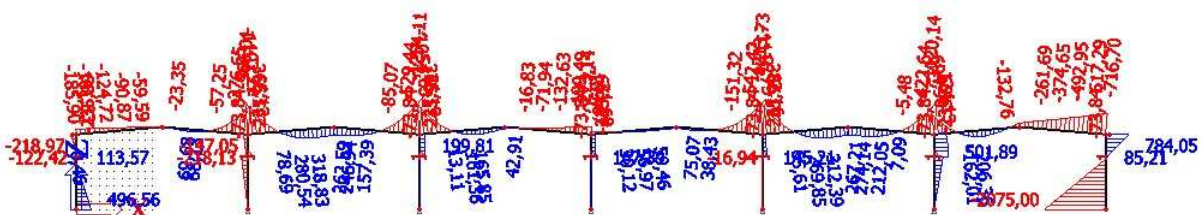
Normálové síly



Posouvající síly

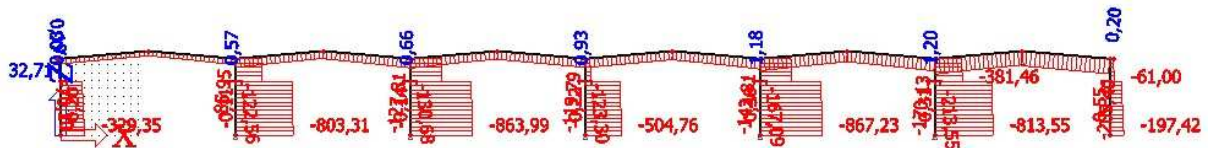


Ohybové momenty

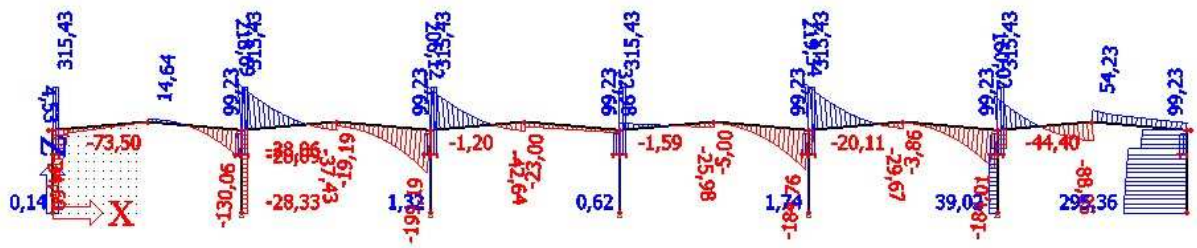


Nelineární kombinace NC18

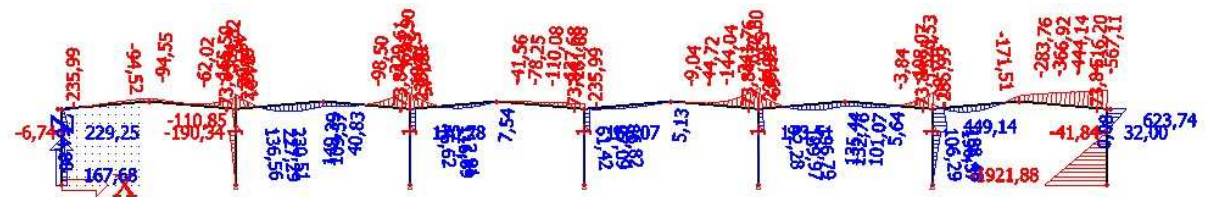
Normálové síly



Posouvající síly

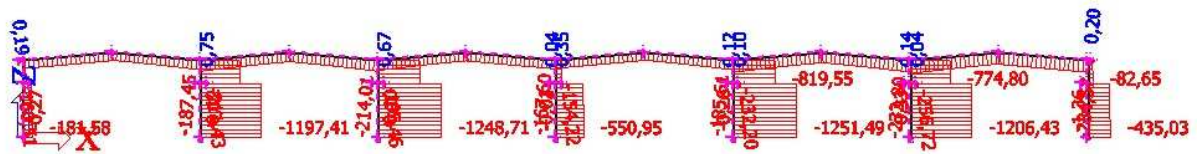


Ohybové momenty

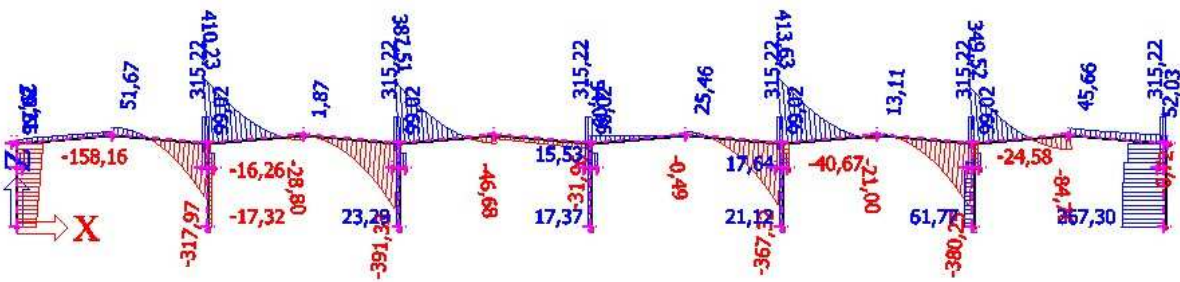


Nelineární kombinace NC23

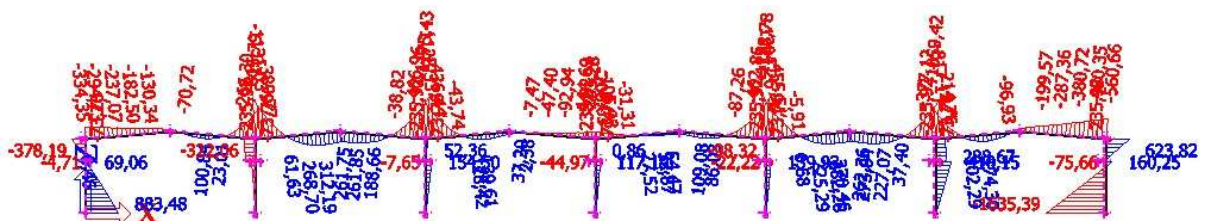
Normálové síly



Posouvající síly

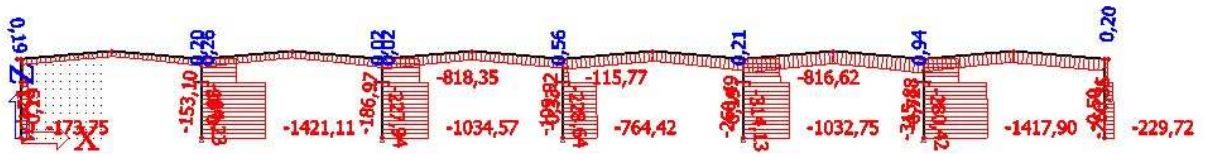


Ohybové momenty

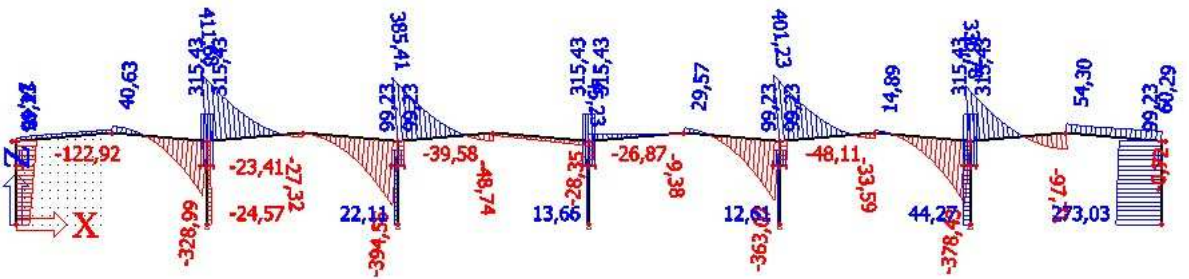


Nelineární kombinace NC59

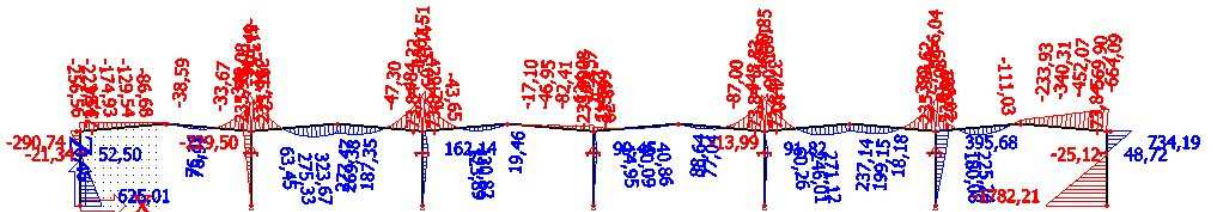
Normálové síly



Posouvající síly

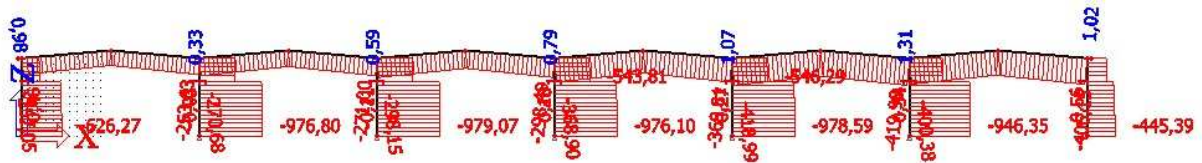


Ohybové momenty

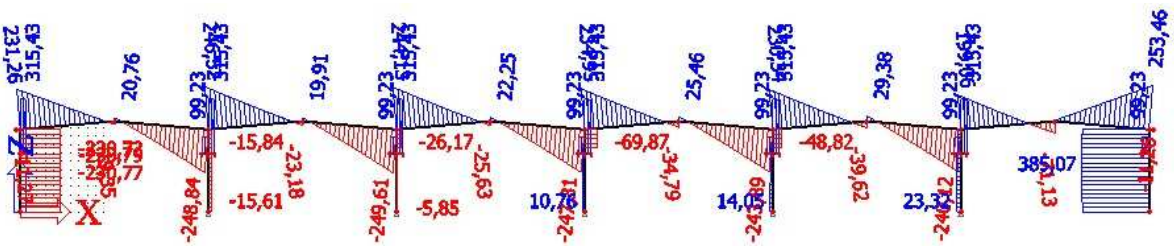


Nelineární kombinace NC61

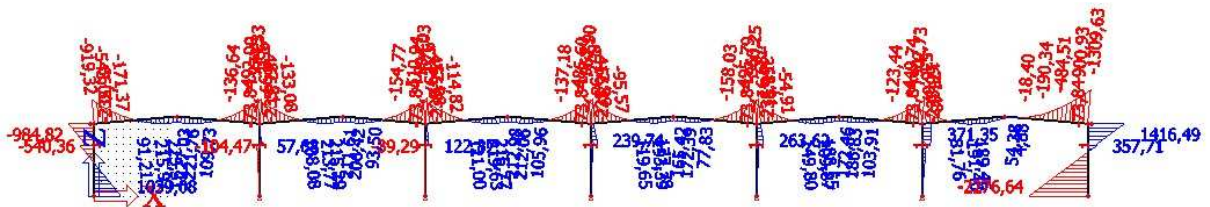
Normálové síly



Posouvající síly



Ohybové momenty

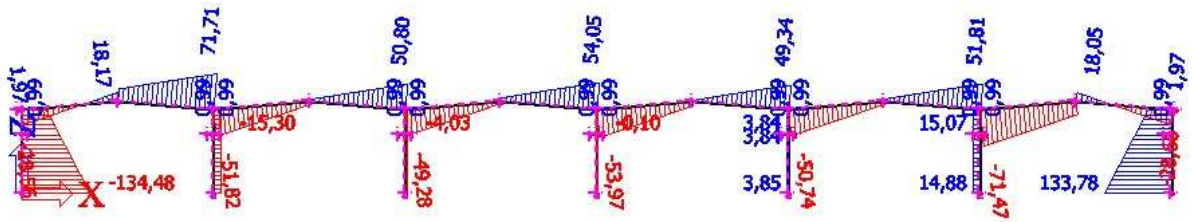


Nelineární kombinace NC74

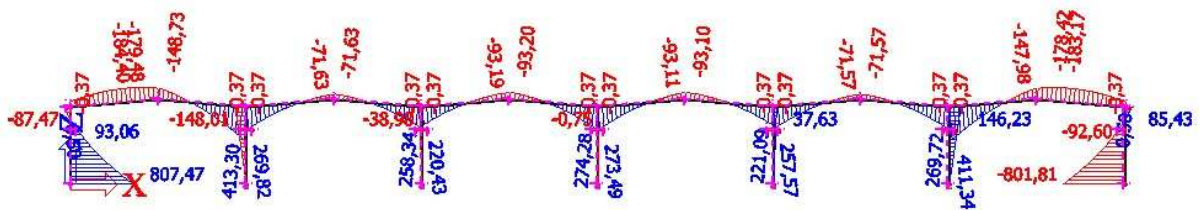
Normálové síly



Posouvající síly

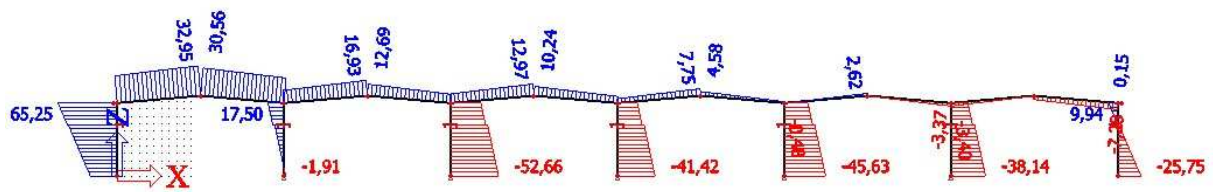


Ohybové momenty

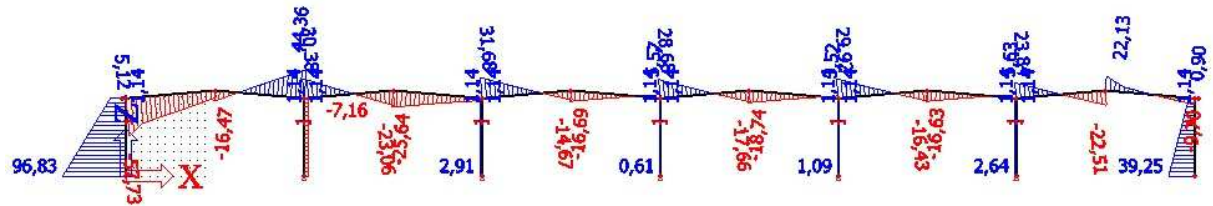


Nelineární kombinace NC76

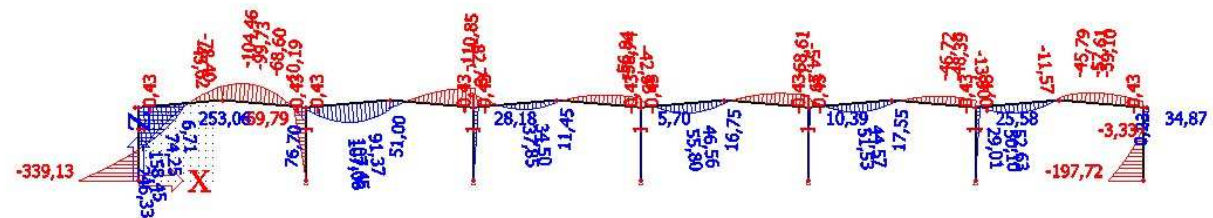
Normálové síly



Posouvající síly

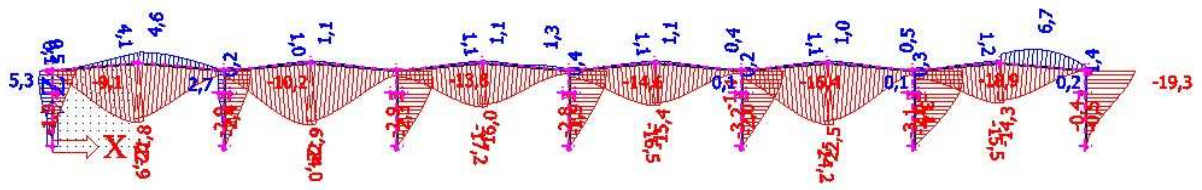


Ohybové momenty



Deformace příčné vazby

Obálka deformací prutů



4.1 PŘEDBĚŽNÝ NÁVRH PŘÍČNÉ VAZBY

fy= 355,00 MPa
 maximální vodorovný průhyb sloupu L/400 = 19,00 mm
 maximální svislý průhyb příčle L/250 = 90,00 mm

Varianta	Poznámka	Hmotnost vazby (t)	Sloup vnější	W _{el,y} (mm ³)	A (mm ²)	M _{ed} (kNm)	N _{ed} (kN)	σ (Mpa)	%	w (mm)	Sloup vnitřní	W _{el,y} (mm ³)	A (mm ²)	M _{ed} (kNm)	N _{ed} (kN)	σ (Mpa)	%	w (mm)	Příčel	W _{el,y} (mm ³)	A (mm ²)	M _{ed} (kNm)	N _{ed} (kN)	σ (Mpa)	%	w (mm)
1	Sloupy kloubové	34,60	HEB 1000	12890000,00	40000,00	1141,04	638,03	104,47	0,29	57,80	HEB 650	6480000,00	28630,00	699,81	1465,64	159,19	0,45	54,90	IPE 600	3070000,00	15600,00	1349,12	271,72	456,87	1,29	64,00

U příčle a vnějších sloupů jsou navrženy maximální válcované průřezy, sloupy jsou kloubově uloženy, což má za následek velkou vodorovnou deformaci, která nevyhovuje pro stavby s jeřábovými drahami. Dovolný průhyb pro příčel je poměrně velký, ale napětí překračuje mez kluzu, průřez bude muset být s náběhem nebo svařovaný. IPE 600 nevyhoví.

2	Krajní sloupy vetknuty	34,60	HEB 1000	12890000,00	40000,00	2249,03	633,34	190,31	0,54	19,50	HEB 650	6480000,00	28630,00	409,05	1466,06	114,33	0,32	21,70	IPE 600	3070000,00	15600,00	1165,06	357,46	402,41	1,13	58,10
---	------------------------	-------	----------	-------------	----------	---------	--------	--------	------	-------	---------	------------	----------	--------	---------	--------	------	-------	---------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------

Profily jsou ponechány jako upředchozí varianty, ale patky vnějších sloupů jsou vetknuté, vodorovná deformace stále nevyhovuje, ale je vidět že vetknuté patky mají velký vliv na deformace a pravděpodobně budou minimálně u vnějších sloupů nutné.

3	Krajní sloupy vetknuty	41,80	HEB 1000	12890000,00	40000,00	1624,76	638,01	142,00	0,40	13,00	HEB 650	6480000,00	28630,00	406,93	1492,21	114,92	0,32	15,20	IPE 600+IPE 600 (konstantní náběh)	7279000,00	15600,00	1327,64	319,21	202,86	0,57	28,40
---	------------------------	-------	----------	-------------	----------	---------	--------	--------	------	-------	---------	------------	----------	--------	---------	--------	------	-------	------------------------------------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------

Profily sloupů jsou ponechány, na příčel byl přidán náběh z válcovaného profilu IPE 600. Tento náběh pomůže nejen příčle samotné ale vodorovným průhybům sloupů a ohybovým momentům vnějších sloupů. V tomto případě již průhyby sloupů vyhovují.

4	Krajní sloupy vetknuty	39,30	HEA 1000	11190000,00	34680,00	1551,03	631,48	156,82	0,44	14,30	HEA 650	5480000,00	24160,00	389,68	1488,76	132,73	0,37	16,80	IPE 600+IPE 600 (konstantní náběh)	7279000,00	15600,00	1330,19	310,26	202,63	0,57	29,70
---	------------------------	-------	----------	-------------	----------	---------	--------	--------	------	-------	---------	------------	----------	--------	---------	--------	------	-------	------------------------------------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------

Byli zaměněny HEB profily sloupů za HEA, to má za následek mírné zvýšení deformací, ale úbytek hmotnosti příčné vazby.

5	Krajní sloupy vetknuty	38,30	HEA 900	9490000,00	32050,00	1424,26	626,73	169,63	0,48	16,70	HEA 600	4790000,00	22650,00	373,88	1488,48	143,77	0,40	19,50	IPE 600+IPE 600 (konstantní náběh)	7279000,00	15600,00	1337,24	295,94	202,68	0,57	31,00
---	------------------------	-------	---------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------	---------	------------	----------	--------	---------	--------	------	-------	------------------------------------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------

V této variantě byli zmenšeny profily sloupů, aby se průhyb co nejvíce blížil dovolenému limitu. Sloup HEA 900 stále vyhovuje, ale vnitřní sloup HEA 600 se deformuje více než je dovoleno.

6	Krajní sloupy vetknuty	38,40	HEA 800	7680000,00	28580,00	1222,63	620,06	180,89	0,51	19,10	HEA 650	5480000,00	24160,00	429,80	1490,30	140,12	0,39	20,40	IPE 600+IPE 600 (konstantní náběh)	7279000,00	15600,00	1353,51	280,20	203,91	0,57	31,30
---	------------------------	-------	---------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------	---------	------------	----------	--------	---------	--------	------	-------	------------------------------------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------

Sloup HEA 800 již nevyhovuje na průhyb, vnitřní sloup HEA 650 v kombinaci s menším krajním sloupem také nevyhovuje.

7	Krajní sloupy vetknuty	38,90	HEA 900	9490000,00	32050,00	1394,13	626,94	166,47	0,47	16,30	HEA 650	5480000,00	24160,00	408,68	1488,47	136,19	0,38	18,40	IPE 600+IPE 600 (konstantní náběh)	7279000,00	15600,00	1340,57	296,01	203,14	0,57	29,80
---	------------------------	-------	---------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------	---------	------------	----------	--------	---------	--------	------	-------	------------------------------------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------

V této variantě je stále překročen průhyb vnitřního sloupu. Zvýšení dimenze na HEA 700 by již mělo vyhovět.

8	Krajní sloupy vetknuty	39,67	HEA 900	9490000,00	32050,00	1366,53	627,13	163,56	0,46	15,90	HEA 700	6240000,00	26050,00	441,09	1488,95	127,84	0,36	17,40	IPE 600+IPE 600 (konstantní náběh)	7279000,00	15600,00	1344,13	297,09	203,70	0,57	29,80
---	------------------------	-------	---------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------	---------	------------	----------	--------	---------	--------	------	-------	------------------------------------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------

Průhyb již vyhovuje, dimenze sloupů jsou poměrně velké, ale počítá se s menším počtem vetknutých patek které jsou pracné. Tato varianta je vybrána jako konečná.

9	Dvě krajní řady vetknuty	37,86	HEA 800	7680000,00	28580,00	1111,70	619,44	166,43	0,47	16,70	HEA 600	4790000,00	22650,00	441,42	1488,37	157,87	0,44	14,10	IPE 600+IPE 600 (konstantní náběh)	7279000,00	15600,00	1356,54	289,69	204,93	0,58	30,00
---	--------------------------	-------	---------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------	---------	------------	----------	--------	---------	--------	------	-------	------------------------------------	------------	----------	---------	--------	--------	------	-------

Byly vetknuty další dvě řady patek, oproti předchozí variantě to přináší úsporu oceli, ale pracnost vzroste.

4.2 FINÁLNÍ NÁVRH PŘÍČNÉ VAZBY

Návrh na MSÚ

Výpočet vnitřních sil byl proveden v software Scia Engineer. Vnitřní síly jsou vypočteny s účinky 2. řádu a se zahrnutím náklonu konstrukce.

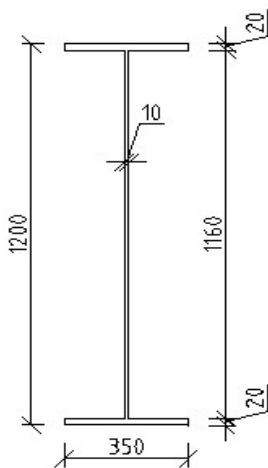
$$\begin{aligned} f_y &= 355,00 \text{ MPa} \\ \gamma_{M1} &= 1,00 \\ \varepsilon &= \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,81 \\ \lambda_1 &= 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 76,40 \end{aligned}$$

1. Příčel

Příčel z válcovaného profilu IPE 600 s náběhem, která byla navržena v předběžném návrhu nevyhovuje vzhledem k velkému vlivu klopení, proto byl navržen svařovaný průřez odolnější na klopení.

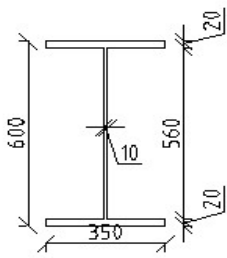
$$L = 22,61 \text{ m}$$

Iw 1200x350x350x20x20x10



$$\begin{aligned} A &= 25600,00 \text{ mm}^2 \\ I_y &= 6174613333,33 \text{ mm}^4 \\ I_z &= 143013333,33 \text{ mm}^4 \\ W_{el,y} &= 10291022,22 \text{ mm}^3 \\ i_y &= 491,12 \text{ mm} \\ i_z &= 74,74 \text{ mm} \end{aligned}$$

Iw 600x350x350x20x20x10



A	=	19600,00 mm ²
I_y	=	1324200000,00 mm ⁴
$W_{el,y}$	=	4414000,00 mm ³
i_y	=	260,00 mm
i_z	=	85,00 mm

Příčel zatížená největším momentem v rámovém rohu NC61

M_{ed}	=	1416,49 kNm
N_{ed}	=	-406,15 kN
V_{ed}	=	253,46 kN

Klasifikace průřezu

Pásnice

$\frac{c}{t_f} < 9\varepsilon$		není 1. třída
$\frac{c}{t_f}$	=	8,50
c	=	170,00 mm
t_f	=	20,00 mm
9ε	=	7,32
$\frac{c}{t_f} < 10\varepsilon$		není 2. třída
10ε	=	8,14
$\frac{c}{t_f} < 14\varepsilon$		3. třída
14ε	=	11,39
Stojina		
$z = \frac{N_{ed}}{t_w f_{yd}}$	=	114,41 mm
t_w	=	10,00 mm

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = 637,20 \text{ mm}$$

$$c = 1160,00 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = 0,55$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} \quad \text{není 1. třída}$$

$$\frac{c}{t_w} = 116,00$$

$$\frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = 52,47$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} \quad \text{není 2. třída}$$

$$\frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} = 60,41$$

$$\sigma_c = -\frac{N_{ed}}{A} - \frac{M_{ed} c}{I_y} = -148,92 \text{ MPa}$$

$$\sigma_t = -\frac{N_{ed}}{A} + \frac{M_{ed} c}{I_y} = 117,19 \text{ MPa}$$

$$\psi = \frac{\sigma_t}{\sigma_c} = -0,79$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi} \quad \text{není 3. třída}$$

$$\frac{42\varepsilon}{0,67 + 0,33\psi} = 83,28$$

Průřez nesplňuje podmínky pro 3. třídu průřezu. Je tedy zaříděn jako 4. třída průřezu.
Dále bude proveden výpočet efektivních průřezových charakteristik.

Charakteristiky efektivního průřezu

Efektivní plocha

určena pro konstantní tlak

$$\psi = 1,00$$

$$k_\sigma = 4,00$$

$$\lambda'_p = \frac{c/t_w}{28,4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = 2,51$$

$$\rho = \frac{\lambda'_p - 0,055(3 + \psi)}{\lambda'^2_p} = 0,36$$

$$b_{eff} = \rho c = 421,63 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = 18216,30 \text{ mm}^2$$

Efektivní průřezový modul

$$\psi = -1,00$$

$$k_\sigma = 23,90$$

$$\lambda'_p = \frac{c/t_w}{28,4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = 1,03$$

$$\rho = \frac{\lambda'_p - 0,055(3 + \psi)}{\lambda'^2_p} = 0,87$$

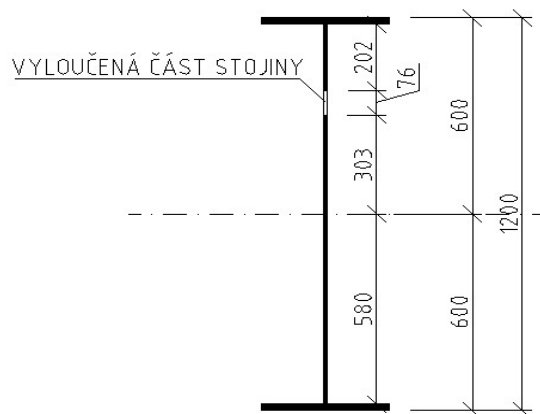
$$b_c = \frac{c}{(1 - \psi)} = 580,00 \text{ mm}$$

$$b_t = c - b_c = 580,00 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = \rho b_c = 504,31 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 0,4b_{eff} = 201,73 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 0,6b_{eff} = 302,59 \text{ mm}$$



$$I_{y,eff} = 5524520768,00 \text{ mm}^4$$

$$W_{eff,y,min} = 9051101,41 \text{ mm}^3$$

$$I_{z,eff} = 143007026,70 \text{ mm}^4$$

Ztráta stability v tlaku

$$L_{cr,y} = 22612,00 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 6000,00 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 86,97$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 70,59$$

$$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 1,14$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0,92$$

$$\phi_y = 0,5[1 + \alpha_y(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 1,31$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda'^2_y}} = 0,51$$

$$\phi_z = 0,5[1 + \alpha_z(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = 1,10$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda'^2_z}} = 0,59$$

křivka vzpěrnosti	kolmo k ose y	b
	kolmo k ose z	c
	α_y	= 0,34
	α_z	= 0,49

Ztráta stability v ohybu

$$M_{cr} = 6354,60 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 18

$$\lambda_{LT} = \sqrt{\frac{W_{eff,y,min} f_y}{M_{cr}}} = 0,71$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,81$$

$$\alpha_{LT} = 0,76$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,75$$

Pro únosnost na vzpěr jsou konzervativně uvažovány průřezové charakteristiky nejmenšího průřezu, pro únosnost v ohybu jsou naopak uvažovány charakteristiky největšího průřezu, protože největší moment, na který je příčel v této kombinaci posuzována vzniká právě v místě největšího průřezu.

Posouzení příčle

Vybočení v rovině

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \lambda'_y \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,43$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,43$$

$$k_{yy} \leq 1,8 = 1,80$$

$$k_{yy} = 0,43$$

$$C_{my} = 0,40$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y A_{eff} f_y} + \frac{k_{yy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{eff,y,min} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,37$$

$$\frac{N_{ed}}{\gamma_{M1} A_{eff} f_y} + \frac{M_{ed}}{\gamma_{M1} W_{eff,y,min} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,50$$

Vybočení z roviny

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,05 \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \frac{N_{ed}}{\gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 0,99$$

$$k_{zy} \geq \left(1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \frac{N_{ed}}{\gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 0,99$$

$$k_{zy} \quad = \quad 0,99$$

$$C_{mLT} \quad = \quad 0,70$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z A_{eff} f_y} + \frac{k_{zy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{eff,y,min} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,69$$

$$\frac{N_{ed}}{\gamma_{M1} A_{eff} f_y} + \frac{M_{ed}}{\gamma_{M1} W_{eff,y,min} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,50$$

Posouzení je provedeno v místě největšího momentu, což je zároveň v místě největšího průřezu, protože je zde i největší normálové napětí, v jiných případech by tomu ale tak být nemuselo.

Smyková únosnost

$$V_{pl,rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad = \quad 2377,53 \text{ kN}$$

$$V_{ed} < 0,5 V_{pl,rd} \quad = \quad \text{MALÝ SMYK}$$

$$A_v = h_w t_w \quad = \quad 11600,00 \text{ mm}^2$$

$$h_w \quad = \quad 1160,00 \text{ mm}$$

$$t_w \quad = \quad 10,00 \text{ mm}$$

Posouvající síla je menší než polovina plastické únosnosti, proto není nutné oslabovat únosnost stojiny při posouzení normálových napětí.

Smyková únosnost při boulení

$$\frac{h_w}{t_w} < \frac{72}{\eta} \varepsilon \quad = \quad \text{NUTNO POSUZOVAT}$$

$$\frac{h_w}{t_w} \quad = \quad 116,00$$

$$\frac{72}{\eta} \varepsilon \quad = \quad 48,82$$

$$\eta \quad = \quad 1,20$$

$$V_{b,rd} = V_{bw,rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 1195,86 \quad \text{kN}$$

$$\frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 2853,03 \quad \text{kN}$$

$$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 1195,86 \quad \text{kN}$$

$$\lambda'_w = \frac{h_w / t_w}{86,4 \varepsilon} = 1,65$$

$$\lambda'_w > 1,08$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda'_w} = 0,50$$

$$V_{ed} \leq V_{b,rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Příčel zatížená největším momentem v poli

NC59

Ve všech kombinacích zatěžovacích stavů je započítáno zatížení teplotou. Na ostatních posuzovaných průřezích zatížení teplotou přitěžuje konstrukci, to ale neplatí uprostřed příčle, zde moment od zatížení teplotou vyvolává tah u horních vláken a tím zmenšuje celkový ohybový moment. Proto bude od ohybového momentu odečten moment způsobený zatížením teplotou.

$$L = 22,61 \text{ m}$$

Iw 600x350x350x20x20x10

$$A = 19600,00 \text{ mm}^2$$

$$I_y = 1324200000,00 \text{ mm}^4$$

$$W_{el,y} = 4414000,00 \text{ mm}^3$$

$$i_y = 260,00 \text{ mm}$$

$$i_z = 85,00 \text{ mm}$$

Zatížení

$$M_{ed} = 321,23 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = -186,97 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 27,32 \text{ kN}$$

Klasifikace průřezu

Pásnice

$$\frac{c}{t_f} < 9\varepsilon \quad \text{není 1. třída}$$

$$\frac{c}{t_f} = 8,50$$

$$c = 170,00 \text{ mm}$$

$$t_f = 20,00 \text{ mm}$$

$$9\varepsilon = 7,32$$

$$\frac{c}{t_f} < 10\varepsilon \quad \text{není 2. třída}$$

$$10\varepsilon = 8,14$$

$$\frac{c}{t_f} < 14\varepsilon \quad \text{3.třída}$$

$$14\varepsilon = 11,39$$

Stojina

$$z = \frac{N_{ed}}{t_w f_{yd}} = 52,67 \text{ mm}$$

$$t_w = 10,00 \text{ mm}$$

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = 306,33 \text{ mm}$$

$$c = 560,00 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = 0,55$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} \quad \text{není 1. třída}$$

$$\frac{c}{t_w} = 56,00$$

$$\frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = 52,72$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} \quad \text{2.třída}$$

$$\frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} = 60,71$$

Průřez je zatříděn jako průřez 3. třídy

Ztráta stability v tlaku

$$L_{cr,y} = 22612,00 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 6000,00 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 86,97$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 70,59$$

$$\lambda'_{y} = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 1,14$$

$$\lambda'_{z} = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0,92$$

$$\phi_y = 0,5[1 + \alpha_y(\lambda'_{y} - 0,2) + \lambda'^2_{y}] = 1,31$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda'^2_{y}}} = 0,51$$

$$\phi_z = 0,5[1 + \alpha_z(\lambda'_{z} - 0,2) + \lambda'^2_{z}] = 1,10$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda'^2_{z}}} = 0,59$$

křivka vzpěrnosti	kolmo k ose y	b
	kolmo k ose z	c
	α_y	= 0,34
	α_z	= 0,49

Ztráta stability v ohybu

$$M_{cr} = 5929,50 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 24

$$\lambda'_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el,y} f_y}{M_{cr}}} = 0,78$$

$$W_{el,y} \text{ (největší profil - v rámovém rohu)} = 10291022,22 \text{ mm}^3$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,88$$

$$\alpha_{LT} = 0,76$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,70$$

Posouzení příčle

Vybočení v rovině

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \lambda'_{y} \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,41$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,41$$

$$k_{yy} \leq 1,8 = 1,80$$

$$k_{yy} = 0,41$$

$$C_{my} = 0,40$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y A f_y} + \frac{k_{yy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,17$$

$$\frac{N_{ed}}{A f_y} + \frac{M_{ed}}{W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,32$$

Vybočení z roviny

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,05 \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{ed}}{\chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 0,99$$

$$k_{zy} \geq \left(1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{ed}}{\chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 0,99$$

$$k_{zy} \quad = \quad 0,99$$

$$C_{mLT} \quad = \quad 0,52$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z A f_y} + \frac{k_{zy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,34$$

$$\frac{N_{ed}}{A f_y} + \frac{M_{ed}}{W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,23$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad = \quad 1106,78 \text{ kN}$$

$$V_{ed} < 0,5 V_{pl,rd} \quad \text{MALÝ SMYK}$$

$$A_v = h_w t_w \quad = \quad 5400,00 \text{ mm}^2$$

$$h_w \quad = \quad 540,00 \text{ mm}$$

$$t_w \quad = \quad 10,00 \text{ mm}$$

Posouvající síla je menší než polovina plastické únosnosti, proto není nutné oslabovat únosnost stojiny.

Smyková únosnost při boulení

$$\frac{h_w}{t_w} < \frac{72}{\eta} \varepsilon \quad \text{NUTNO POSUZOVAT}$$

$$\frac{h_w}{t_w} \quad = \quad 54,00$$

$$\frac{72}{\eta} \varepsilon \quad = \quad 48,82$$

$$\eta \quad = \quad 1,20$$

$$V_{b,rd} = V_{bw,rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \quad = \quad 1106,78 \quad \text{kN}$$

$$\frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 1328,14 \quad \text{kN}$$

$$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = 1106,78 \quad \text{kN}$$

$$\lambda'_w = \frac{h_w / t_w}{86,4 \varepsilon} = 0,77$$

$$\frac{0,83}{\eta} \leq \lambda'_w \leq 1,08$$

$$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda'_w} = 1,08 = 1,00$$

$$V_{ed} \leq V_{b,rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení krčných svarů příče

Krční svary jsou posouzeny pro nejmenší průřez na příčli (ve vrcholu loďi).

$$V_{ed} \quad \text{NC62} = 416,69 \quad \text{kN}$$

$$V_l = \frac{V_{ed} S}{I_y} = 0,64 \quad \text{kN}$$

$$S = b_f t_f \left(\frac{h}{2} - \frac{t_f}{2} \right) = 2030000,00 \quad \text{mm}^3$$

$$b_f = 350,00 \quad \text{mm}$$

$$t_f = 20,00 \quad \text{mm}$$

$$h = 600,00 \quad \text{mm}$$

$$I_y = 1324200000,00 \quad \text{mm}^4$$

$$a = 4,00 \quad \text{mm}$$

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_l}{2a} = 79,85 \quad \text{MPa}$$

$$\tau_{\parallel} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}} = \text{VYHOVUJE}$$

$$f_u = 490,00 \quad \text{MPa}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2} \sqrt{3}} = 251,47 \quad \text{MPa}$$

2.Vnější pravý sloup

L	=	9,80 m
HEA 1000		
A	=	34680,00 mm ²
I_y	=	5538000000,00 mm ⁴
$W_{el,y}$	=	11190000,00 mm ³
i_y	=	399,60 mm
i_z	=	63,50 mm

Sloup zatížený největším momentem

NC15

Zatížení

M_{ed}	=	2395,73 kNm
N_{ed}	=	-412,44 kN
V_{ed}	=	408,88 kN

Klasifikace průřezu

Pásnice

$$\frac{c}{t_f} < 9\varepsilon \quad 1.\text{třída}$$

$$\frac{c}{t_f} = 4,57$$

$$c = 141,75 \text{ mm}$$

$$t_f = 31,00 \text{ mm}$$

$$9\varepsilon = 7,32$$

Stojina

$$z = \frac{N_{ed}}{t_w f_{yd}} = 70,41 \text{ mm}$$

$$t_w = 16,50 \text{ mm}$$

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = 504,21 \text{ mm}$$

$$c = 938,00 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = 0,54$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} \quad \text{není 1.třída}$$

$$\frac{c}{t_w} = 56,85$$

$$\frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = 53,81$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 2.\text{třída}$$

$$\frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} = 61,96$$

Pásnice je třídy 1. a stojina třídy 2. Celkově je průřez zatříděn jako průřez 2.třídy, což umožňuje použití plastického výpočtu. V tomto případě, kdy rozhoduje MSP je to ale zbytečně a výpočet bude proveden pružnou metodou.

Ztráta stability v tlaku

$$L_{cr,y} = 0,7L = 6860,00 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 7000,00 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 17,17$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 110,24$$

$$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,22$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1,44$$

$$\phi_y = 0,5 \left[\frac{1 + \alpha_y(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y}{1} \right] = 0,53$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda'^2_y}} = 0,99$$

$$\phi_z = 0,5 \left[\frac{1 + \alpha_z(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z}{1} \right] = 1,75$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda'^2_z}} = 0,36$$

křivka vzpěrnosti kolmo k ose y a

kolmo k ose z b

$$\alpha_y = 0,21$$

$$\alpha_z = 0,34$$

Ztráta stability v ohybu

$$M_{cr} = 9698,30 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 30

$$\lambda'_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el,y} f_y}{M_{cr}}} = 0,64$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[\frac{1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2}{1} \right] = 0,69$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,90$$

Posouzení sloupu

Vybočení v rovině

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \lambda'_y \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,90$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,92$$

$$k_{yy} \leq 1,8 = 1,80$$

$$k_{yy} = 0,90$$

$$C_{my} = 0,90$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y A f_y} + \frac{k_{yy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 = 0,64$$

$$\frac{N_{ed}}{A f_y} + \frac{M_{ed}}{W_{el,y} f_y} \leq 1 = 0,64$$

Vybočení z roviny

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,05 \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{ed}}{\chi_z N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,98$$

$$k_{zy} \geq \left(1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25)} \frac{N_{ed}}{\chi_z N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,99$$

$$k_{zy} = 0,99$$

$$C_{mLT} = 0,62$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z A f_y} + \frac{k_{zy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 = 0,75$$

$$\frac{N_{ed}}{A f_y} + \frac{M_{ed}}{W_{el,y} f_y} \leq 1 = 0,64$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 3783,55 \text{ kN}$$

$$V_{ed} < 0,5 V_{pl,rd} = \text{MALÝ SMYK}$$

$$A_v = 18460,00 \text{ mm}^2$$

$$h_w = 928,00 \text{ mm}$$

$$t_w = 16,50 \text{ mm}$$

Posouvající síla je menší než polovina plastické únosnosti, proto není nutné oslabovat únosnost stojiny.

Smyková únosnost při boulení

$\frac{h_w}{t_w} < \frac{72}{\eta} \varepsilon$			NUTNO POSUZOVAT
$\frac{h_w}{t_w}$	=	56,24	
$\frac{72}{\eta} \varepsilon$	=	48,82	
η	=	1,20	
$V_{b,rd} = V_{bw,rd} \leq \frac{\eta f_{yw} A_v}{\sqrt{3} \gamma_{M1}}$	=	3783,55	kN
$\frac{\eta f_{yw} A_v}{\sqrt{3} \gamma_{M1}}$	=	4540,26	kN
$V_{bw,rd} = \frac{\chi_w f_{yw} A_v}{\sqrt{3} \gamma_{M1}}$	=	3783,55	kN
$\lambda'_w = \frac{h_w/t_w}{86,4\varepsilon}$	=	0,80	
$\frac{0,83}{\eta} \leq \lambda'_w \leq 1,08$			
$\chi_w = \frac{0,83}{\lambda'_w}$	=	1,04	= 1,00
$V_{ed} \leq V_{b,rd}$			<u>VYHOVUJE</u>

3.Vnitřní sloup

L	=	9,80 m
HEA 600		
A	=	22650,00 mm ²
I_y	=	1412000000,00 mm ⁴
$W_{el,y}$	=	4790000,00 mm ³
i_y	=	249,70 mm
i_z	=	70,50 mm

Sloup zatížený největším momentem

		NC17
M_{ed}	=	501,89 kNm
N_{ed}	=	-1201,16 kN
V_{ed}	=	46,72 kN

Klasifikace průřezu**Pásnice**

$$\frac{c}{t_f} < 9\varepsilon \quad 1.\text{třída}$$

$$\frac{c}{t_f} = 5,74$$

$$c = 143,50 \text{ mm}$$

$$t_f = 25,00 \text{ mm}$$

$$9\varepsilon = 7,32$$

Stojina

$$z = \frac{N_{ed}}{t_w f_{yd}} = 260,27 \text{ mm}$$

$$t_w = 13,00 \text{ mm}$$

$$\alpha c = \frac{c + z}{2} = 400,14 \text{ mm}$$

$$c = 540,00 \text{ mm}$$

$$\alpha = \frac{\alpha c}{c} = 0,74$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} \quad \text{není 1.třída}$$

$$\frac{c}{t_w} = 41,54$$

$$\frac{396\varepsilon}{13\alpha - 1} = 37,32$$

$$\frac{c}{t_w} < \frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} \quad 2.\text{třída}$$

$$\frac{456\varepsilon}{13\alpha - 1} = 42,98$$

Stejný případ jako u vnějšího sloupu, ačkoliv je průřez třídy 2, bude výpočet proveden pružně.

Ztráta stability v tlaku

$$L_{cr,y} = 9800,00 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 7000,00 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 39,25$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 99,29$$

$$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,51$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 1,30$$

$$\phi_y = 0,5[1 + \alpha_y(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,66$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda'^2_y}} = 0,92$$

$$\phi_z = 0,5[1 + \alpha_z(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = 1,53$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda'^2_z}} = 0,43$$

křivka vzpěrnosti kolmo k ose y a

kolmo k ose z b

$$\alpha_y = 0,21$$

$$\alpha_z = 0,34$$

Ztráta stability v ohybu

$$M_{cr} = 4998,60 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 36

$$\lambda'_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el,y} f_y}{M_{cr}}} = 0,58$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda'_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda'^2_{LT}] = 0,66$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda'^2_{LT}}} = 0,92$$

Posouzení sloupu

Vybočení v rovině

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \lambda'_y \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,95$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,99$$

$$k_{yy} \leq 1,8 = 1,80$$

$$k_{yy} = 0,95$$

$$C_{my} = 0,90$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y A f_y} + \frac{k_{yy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,46$$

$$\frac{N_{ed}}{A f_y} + \frac{M_{ed}}{W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,44$$

Vybočení z roviny

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,05 \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \frac{N_{ed}}{\gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 0,94$$

$$k_{zy} \geq \left(1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \frac{N_{ed}}{\gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 0,95$$

$$k_{zy} \quad = \quad 0,95$$

$$C_{mLT} \quad = \quad 0,60$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z A f_y} + \frac{k_{zy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,65$$

$$\frac{N_{ed}}{A f_y} + \frac{M_{ed}}{W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,44$$

Smyková únosnost

$$V_{pl,rd} = \frac{A_v (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} \quad = \quad 1910,43 \text{ kN}$$

$$V_{ed} < 0,5 V_{pl,rd}$$

MALÝ SMYK

$$A_v = h_w t_w \quad = \quad 9321,00 \text{ mm}^2$$

$$h_w \quad = \quad 540,00 \text{ mm}$$

$$t_w \quad = \quad 13,00 \text{ mm}$$

Posouvající síla je menší než polovina plastické únosnosti, proto není nutné oslabovat únosnost stojiny.

Smyková únosnost při boulení

$$\frac{h_w}{t_w} < \frac{72}{\eta} \varepsilon \quad \text{NENÍ NUTNÉ POSUZOVAT}$$

$$\frac{h_w}{t_w} \quad = \quad 41,54$$

$$\frac{72}{\eta} \varepsilon \quad = \quad 48,82$$

$$\eta \quad = \quad 1,20$$

Sloup zatížený největší normálovou silou

NC2

L	=	9,80 m
HEA 600		
A	=	22650,00 mm ²
I_y	=	1412000000,00 mm ⁴
$W_{el,y}$	=	4790000,00 mm ³
i_y	=	249,70 mm
i_z	=	70,50 mm

Zatížení

M_{ed}	=	41,22 kNm
N_{ed}	=	-1497,07 kN
V_{ed}	=	16,41 kN

Klasifikace průřezu**Pásnice**

$$\frac{c}{t_f} < 9\varepsilon \quad 1.\text{třída}$$

$$\frac{c}{t_f} = 5,74$$

$$c = 143,50 \text{ mm}$$

$$t_f = 25,00 \text{ mm}$$

$$9\varepsilon = 7,32$$

Stojina

$$z = \frac{N_{ed}}{t_w f_{yd}} = 324,39 \text{ mm}$$

Posun neutrální osy je větší než je rozměr průřezu, celý průřez je tedy tlačěn.

$$t_w = 13,00 \text{ mm}$$

$$c = 486,00 \text{ mm}$$

$$\frac{c}{t_w} \leq 33\varepsilon \quad \text{není 1.třída}$$

$$\frac{c}{t_w} = 37,38$$

$$33\varepsilon = 26,85$$

$$\frac{c}{t_w} \leq 38\varepsilon \quad \text{není 2.třída}$$

$$38\varepsilon = 30,92$$

$$\frac{c}{t_w} \leq 42\varepsilon \quad \text{není 3.třída}$$

$$42\varepsilon = 34,17$$

Průřez nesplňuje podmínky pro 3. třídu průřezu. Je tedy zaříděn jako 4. třída průřezu.

Dále bude proveden výpočet efektivních průřezových charakteristik.

Charakteristiky efektivního průřezu

Efektivní plocha

určena pro konstantní tlak

$$\psi = 1,00$$

$$k_\sigma = 4,00$$

$$\lambda'_p = \frac{c/t_w}{28,4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = 0,81$$

$$\rho = \frac{\lambda'_p - 0,055(3 + \psi)}{\lambda'^2_p} = 0,90$$

$$b_{eff} = \rho c = 437,39 \text{ mm}$$

$$A_{eff} = 22018,09 \text{ mm}^2$$

Efektivní průřezový modul

$$\psi = -1,00$$

$$k_\sigma = 23,90$$

$$\lambda'_p = \frac{c/t_w}{28,4\varepsilon\sqrt{k_\sigma}} = 0,33$$

$$\rho = \frac{\lambda'_p - 0,055(3 + \psi)}{\lambda'^2_p} = 2,02 = 1,00$$

$$b_c = \frac{c}{(1 - \psi)} = 243,00 \text{ mm}$$

$$b_t = c - b_c = 243,00 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = \rho b_c = 243,00 \text{ mm}$$

$$b_{e1} = 0,4b_{eff} = 97,20 \text{ mm}$$

$$b_{e2} = 0,6b_{eff} = 145,80 \text{ mm}$$

Efektivní průřezový modul zůstává stejný jako pružný průřezový modul celého průřezu.

Ztráta stability v tlaku

$$L_{cr,y} = 9800,00 \text{ mm}$$

$$L_{cr,z} = 7000,00 \text{ mm}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y} = 39,25$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z} = 99,29$$

$$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1} = 0,13$$

$$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1} = 0,33$$

$$\phi_y = 0,5[1 + \alpha_y(\lambda'_y - 0,2) + \lambda'^2_y] = 0,66$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda'^2_y}} = 0,92$$

$$\phi_z = 0,5[1 + \alpha_z(\lambda'_z - 0,2) + \lambda'^2_z] = 1,53$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda'^2_z}} = 0,43$$

křivka vzpěrnosti kolmo k ose y a

kolmo k ose z b

$$\alpha_y = 0,21$$

$$\alpha_z = 0,34$$

Ztráta stability v ohybu

$$M_{cr} = 5686,10 \text{ kNm}$$

viz. Přílohy str. 42

$$\lambda'_{LT} = \sqrt{\frac{W_{el,y} f_y}{M_{cr}}} = 0,70$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,73$$

$$\alpha_{LT} = 0,34$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,87$$

Posouzení sloupu

Vybočení v rovině

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \lambda'_y \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,90$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk}/\gamma_{M1}} \right) = 0,90$$

$$k_{yy} \leq 1,8 = 1,80$$

$$k_{yy} = 0,90$$

$$C_{my} = 0,90$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y A_{eff} f_y} + \frac{k_{yy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,23$$

$$\frac{N_{ed}}{\gamma_{M1} A_{eff} f_y} + \frac{M_{ed}}{\gamma_{M1} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,22$$

Vybočení z roviny

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,05 \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \frac{N_{ed}}{\gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 0,98$$

$$k_{zy} \geq \left(1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \frac{N_{ed}}{\gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 0,94$$

$$k_{zy} \quad = \quad 0,98$$

$$C_{mLT} \quad = \quad 0,60$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z A_{eff} f_y} + \frac{k_{zy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,48$$

$$\frac{N_{ed}}{\gamma_{M1} A_{eff} f_y} + \frac{M_{ed}}{\gamma_{M1} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,22$$

Smyková únosnost

Posouvající síla je zanedbatelná, profil jistě vyhoví. Posouzení nebude provedeno.

NÁVRH NA MSP

Průhyb příčle

$$L \quad = \quad 22,50 \text{ m}$$

$$d_{max} = \frac{L}{250} \quad = \quad 90,00 \text{ mm}$$

$$d \quad = \quad 24,20 \text{ mm}$$

$$d \leq d_{max} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Průhyb sloupu

Maximální vodorovný průhyb sloupů je omezen jeřábovými drahami, omezení průhybu se vztahuje k průhybu ve výšce umístění jeřábové dráhy.

$$L \quad = \quad 7,60 \text{ m}$$

$$d_{max} = \frac{L}{400} \quad = \quad 19,00 \text{ mm}$$

$$d \quad = \quad 18,50 \text{ mm}$$

$$d \leq d_{max} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Průhyb 18,5 mm je maximální průhyb ze všech vnitřních i vnějších sloupů.

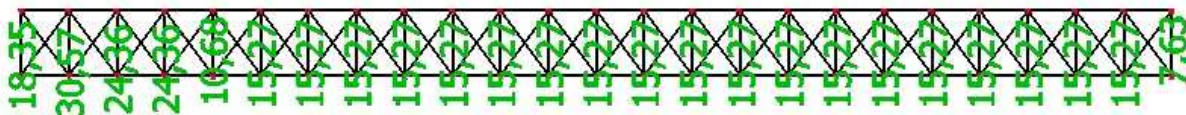
5.ZTUŽIDLA A ŠTÍTOVÉ SLOUPKY

5.1 Zatížení a vnitřní síly ve ztužidlech

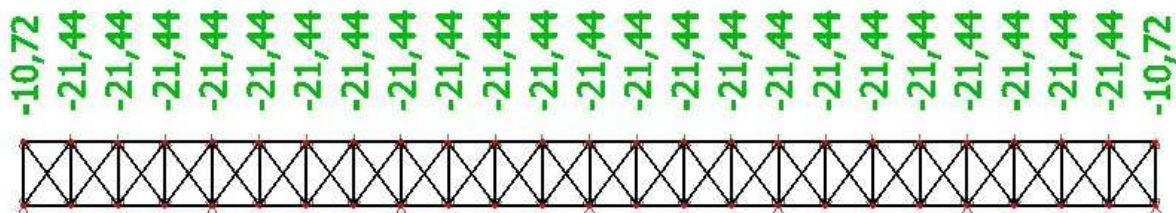
Zatěžovací stavy

Střešní příčné ztužidlo

Vítr příčný

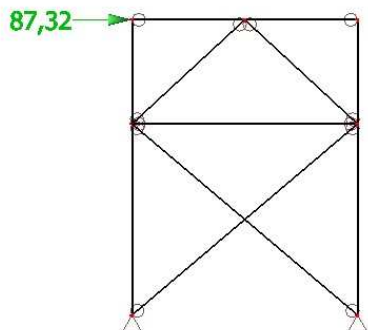


Vítr podélný

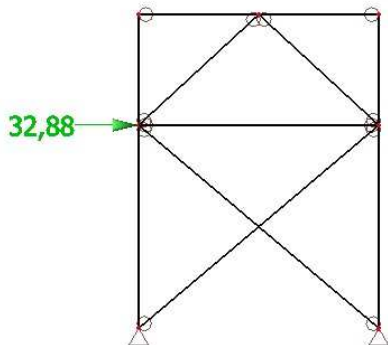


Svislé ztužidlo

Vítr podélný



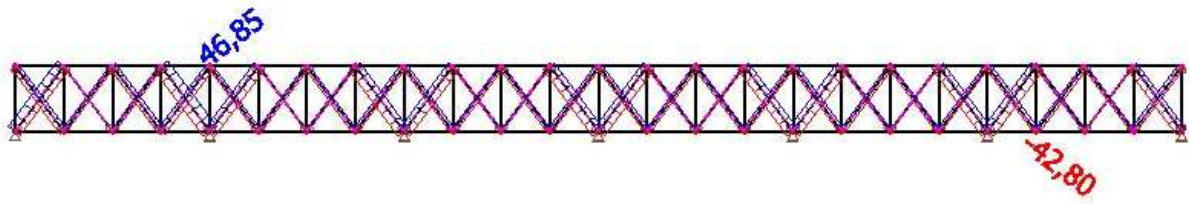
Podélné vodorovné síly od jeřábu



Vnitřní síly (kN)

Střešní příčné ztužidlo

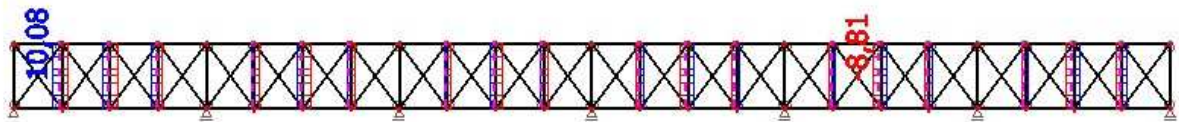
Diagonály



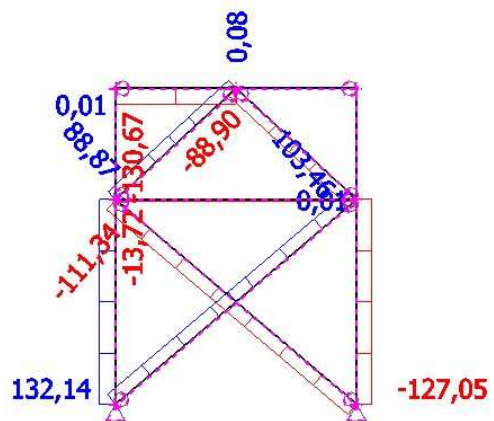
Podporové svislice



Mimopodporové svislice



Svislé ztužidlo



5. ZTUŽIDLA A ŠTÍTOVÉ SLOUPKY

E	=	210000,00 MPa
f_y	=	355,00 MPa
$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	76,40

1. Štítový sloupek

L	=	10,00 m
w_1 vítr podélný	=	3,71 kN/m
w_2 vítr příčný	=	5,29 kN/m
N_k zatížení pláštěm stěny	=	0,95 kN/m
G vlastní tíha sloupku	=	0,68 kN/m
$\delta_2 \leq \delta_{max} = \frac{L}{250}$	=	40,00 mm

Profil bude navržen na MSP.

Navržen profil HEA 260.

Dle tabulek je HEA 260 profil 3 třídy jak na ohyb tak na tlak.

A	=	8680,00 mm ²
$W_{el,y}$	=	836000,00 mm ³
i_y	=	109,70 mm
i_z	=	65,00 mm
$\delta_2 = \frac{5 w_i L^4}{384 EI_y}$	=	31,39 mm
I_y	=	1,05E+08 mm ⁴
$W_{el,y}$	=	8,36E+05 mm ³
$\delta_2 < \delta_{2,max}$		<u>VYHOVUJE</u>

Ztráta stability v tlaku

$L_{cr,y}$	=	10000,00 mm
$L_{cr,z}$	=	5570,00 mm
$\lambda_y = \frac{L_{cr,y}}{i_y}$	=	91,16
$\lambda_z = \frac{L_{cr,z}}{i_z}$	=	85,69
$\lambda'_y = \frac{\lambda_y}{\lambda_1}$	=	1,19
$\lambda'_z = \frac{\lambda_z}{\lambda_1}$	=	1,12
$\phi_y = 0,5[1 + \alpha_y(\lambda_y' - 0,2) + \lambda_y'^2]$	=	1,38

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \lambda_y'^2}} = 0,48$$

$$\phi_z = 0,5[1 + \alpha_z(\lambda_z' - 0,2) + \lambda_z'^2] = 1,35$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \lambda_z'^2}} = 0,47$$

křivka vzpěrnosti	kolmo k ose y	b	
	kolmo k ose z	c	
	α_y	=	0,34
	α_z	=	0,49

Ztráta stability v ohybu

M_{cr}	=	670,17 kNm
		viz. Přílohy str. 48

$$\lambda_{LT}' = \sqrt{\frac{W_{el,y} f_y}{M_{cr}}} = 0,67$$

$$\phi_{LT} = 0,5[1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - \lambda_{LT,0}) + \beta \lambda_{LT}^2] = 0,77$$

$$\alpha_{LT} = 0,76$$

$$\beta = 0,75$$

$$\lambda_{LT,0} = 0,40$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \beta \lambda_{LT}^2}} = 0,79$$

Vnitřní síly

$$M_{ed} = \frac{1}{8} w_2 \gamma_Q L^2 = 99,19 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = N_k \gamma_G L + G \gamma_G L = 22,03 \text{ kN}$$

$$\gamma_Q = 1,50$$

$$\gamma_G = 1,35$$

Posouzení sloupu

Vybočení v rovině

$$k_{yy} = C_{my} \left(1 + 0,6 \lambda_y' \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk/\gamma_{M1}}} \right) = 0,96$$

$$k_{yy} \leq C_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{ed}}{\chi_y N_{rk/\gamma_{M1}}} \right) = 0,96$$

$$k_{yy} \leq 1,8 \quad 1,80$$

$$k_{yy} = 0,96$$

$$C_{my} = 0,95$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_y A f_y} + \frac{k_{yy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,42$$

$$\frac{N_{ed}}{A f_y} + \frac{M_{ed}}{W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,34$$

Vybočení z roviny

$$k_{zy} = \left(1 - \frac{0,05 \lambda'_z}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 1,00$$

$$k_{zy} \geq \left(1 - \frac{0,05}{(C_{mLT} - 0,25) \chi_z N_{rk} / \gamma_{M1}} \right) \quad = \quad 1,00$$

$$k_{zy} \quad = \quad 1,00$$

$$C_{mLT} \quad = \quad 0,95$$

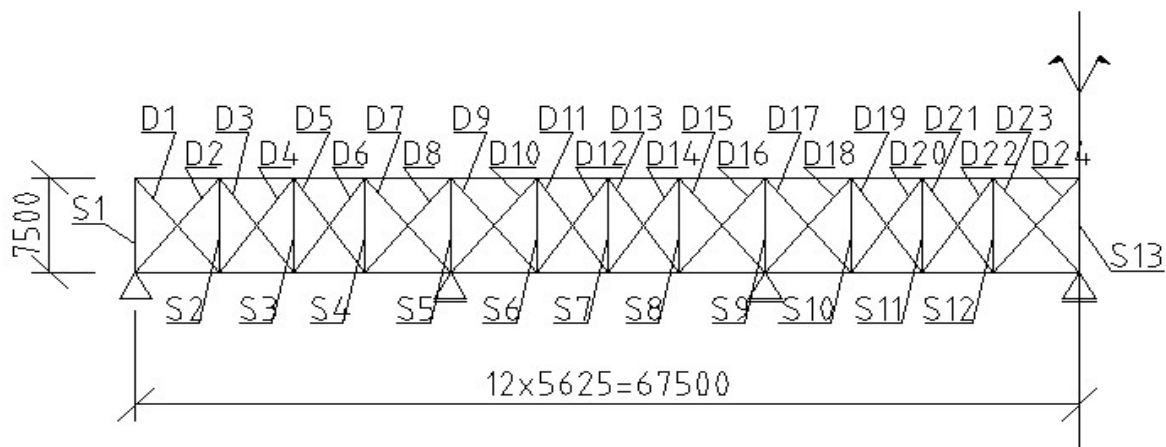
$$\frac{N_{ed}}{\chi_z A f_y} + \frac{k_{zy} M_{ed}}{\chi_{LT} W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,44$$

$$\frac{N_{ed}}{A f_y} + \frac{M_{ed}}{W_{el,y} f_y} \leq 1 \quad = \quad 0,34$$

2. Příčné ztužidlo

Ve střešní rovině jsou navržena tři příčná ztužidla, krajní ztužidla přenášejí zatížení větrem, prostřední ztužidlo přenášejí síly od rámových imperfekcí.

Krajní ztužidlo



Návrh diagonál

Nejvíce zatížená diagonála D7

$$N_{ed} \quad = \quad -42,80 \text{ kN}$$

$$L \quad = \quad 9375,00 \text{ mm}$$

$$L_{cr} = \frac{L}{2} \quad = \quad 4687,50 \text{ mm}$$

TR 82,5x4

$$A = 986,00 \text{ mm}^2$$
$$i = 27,80 \text{ mm}$$

Ztráta stability v tlaku

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 168,62$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2,21$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda' - 0,2) + \lambda'^2] = 3,15$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0,19$$

$$\alpha = 0,21$$

$$N_{rd} = \chi A f_y = 64,96 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq N_{rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Všechny diagonály budou provedeny ze stejného profilu, TR 82,5x4.

Návrh svislic

Nejvíce zatížená svislice S5

$$N_{ed} = -61,85 \text{ kN}$$

$$L = L_{cr} = 7500,00 \text{ mm}$$

TR 140x4,5

$$A = 1916,00 \text{ mm}^2$$

$$i = 47,90 \text{ mm}$$

Ztráta stability v tlaku

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 156,58$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2,05$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda' - 0,2) + \lambda'^2] = 2,79$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0,21$$

$$\alpha = 0,21$$

$$N_{rd} = \chi A f_y = 144,91 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq N_{rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Svislice S1, S9 a S13 budou stejného profilu jako svislice S5, normálové síly jsou téměř stejné. Jedná se o všechny svislice v místě podpor (v místě sloupů příčné vazby).

Nejvíce zatížená svislíce mimo svislíce nad podporami S7

N_{ed}	=	-8,81 kN
$L = L_{cr}$	=	7500,00 mm
TR 89x4		
A	=	1068,00 mm ²
i	=	30,10 mm

Ztráta stability v tlaku

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 249,17$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 3,26$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda' - 0,2) + \lambda'^2] = 6,14$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0,09$$

$$\alpha = 0,21$$

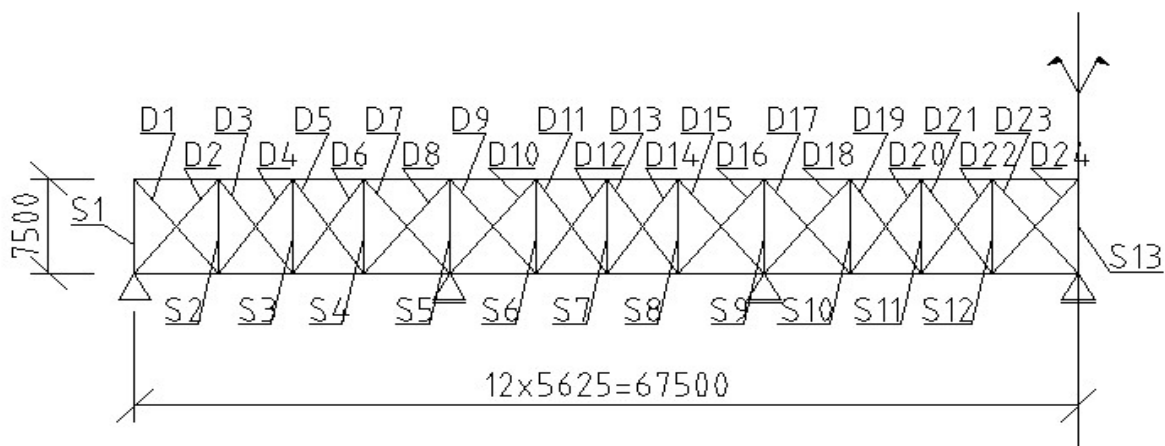
$$N_{rd} = \chi A f_y = 33,43 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq N_{rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Všechny svislíce mimo svislíc S1, S5, S9 a S13 budou stejného profilu jako svislíce S7.

Maximální tahová síla v diagonálách i svislících řádově podobná jako tlaková, vzhledem k tomu že součinitele vzpěrnosti vycházejí velmi malé, není nutné provádět posouzení na tah.

Prostřední ztužidlo



Imperfekce pro analýzu výztužného systému

$$e_0 = \alpha_m \frac{L}{500} = 0,03 \text{ m}$$

$$\alpha_m = \sqrt{0,5(1 + \frac{1}{m})} = 0,74$$

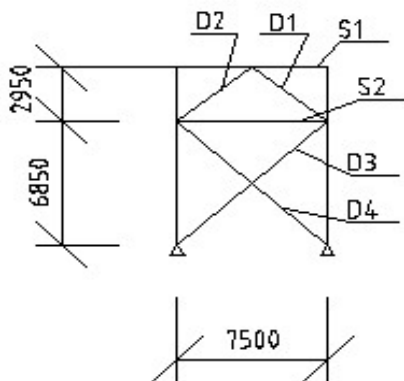
m	=	11,00	
L	=	22,50	m
$q_d = \Sigma N_{ed} \delta \frac{e_0 + \delta_q}{L^2}$	=	2,59426	kN/m

Největší normálová síla v příčli. (NC 25)

N_{ed}	=	423,57	kN
δ_q	=	0,002	m

Síly od imperfekcí jsou menší než od zatížení větrem. Přesto bude celé ztužidlo provedeno ze stejných profilů jako ztužidlo krajní.

2. Svislá ztužidla



V jedné stěně jsou navrženy tři ztužidla, z toho dvě u štítů a jedno uprostřed haly. Krajní ztužidla přebírají veškeré zatížení větrem, prostřední ztužidlo je zatíženo rámovou imperfekcí.

Krajní svislé ztužidlo

Návrh diagonál

Diagonála D1

N_{ed}	=	-88,90	kN
L	=	5099,00	mm
$L_{cr} = L$	=	5099,00	mm
TR 108x4			
A	=	1307,00	mm ²
i	=	36,80	mm

Ztráta stability v tlaku

$\lambda = \frac{L_{cr}}{i}$	=	138,56
------------------------------	---	--------

$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1}$	=	1,81
--	---	------

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda' - 0,2) + \lambda'^2] = 2,31$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0,27$$

$$\alpha = 0,21$$

$$N_{rd} = \chi A f_y = 123,69 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq N_{rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Diagonála D4

$$N_{ed} = -111,34 \text{ kN}$$

$$L = 9824,00 \text{ mm}$$

$$L_{cr} = L \sqrt{1 - 0,75 \frac{N_t}{N_c}} \geq 0,5L = 5408,38 \text{ mm}$$

$$L_{cr} = 4912,00 \text{ mm}$$

$$N_t = 103,46 \text{ kN}$$

$$N_c = 111,34 \text{ kN}$$

TR 108x4

$$A = 1307,00 \text{ mm}^2$$

$$i = 36,80 \text{ mm}$$

Ztráta stability v tlaku

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 133,48$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 1,75$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda' - 0,2) + \lambda'^2] = 2,19$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0,29$$

$$\alpha = 0,21$$

$$N_{rd} = \chi A f_y = 132,30 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq N_{rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Diagonála D2 bude stejného profilu jako diagonála D1, stejně tak diagonála D3 bude stejného profilu jako diagonála D4.

Návrh svislic (vodorovné pruty)

Svislice S1 ve stěnovém ztužidle odpovídá svislici S5 v příčném ztužidle.

Svislice S1

$$N_{ed} = -130,67 \text{ kN}$$

$$L = L_{cr} = 7500,00 \text{ mm}$$

TR 140x4,5

$$A = 1916,00 \text{ mm}^2$$

$$i = 47,80 \text{ mm}$$

Ztráta stability v tlaku

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 156,90$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2,05$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda' - 0,2) + \lambda'^2] = 2,80$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0,21$$

$$\alpha = 0,21$$

$$N_{rd} = \chi A f_y = 144,35 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq N_{rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Svislice S2

Svislice S2 bude navržena na plnou normálovou sílu od zrychlení jeřábu, protože trubka probíhá podél celé haly.

$$N_{ed} = -32,88 \text{ kN}$$

$$L = L_{cr} = 7500,00 \text{ mm}$$

TR 108x4

$$A = 1307,00 \text{ mm}^2$$

$$i = 36,80 \text{ mm}$$

Ztráta stability v tlaku

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 203,80$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 2,67$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda' - 0,2) + \lambda'^2] = 4,32$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0,13$$

$$\alpha = 0,21$$

$$N_{rd} = \chi A f_y = 60,17 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq N_{rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Ve sloupech příčné vazby vzniká přídavná normálová síla od stěnového ztužidla, sloup je ale navržěn s dostatečnou rezervou a sílu způsobující 3% využití bezpečně přenesou.

$$N_{ed} = -127,05 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{ed}}{\chi_z A f_y} = 0,04$$

Prostřední svislé ztužidlo

Ztužidlo uprostřed haly přenáší zatížení od rámových imperfekcí a jeřábu.

Zatížení vlivem rámových imperfekcí

Největší síla ve sloupu od zatížení bez vlivu větru (NC2)

N_{ed}	=	1497,07 kN
$\alpha_h = \frac{2}{\sqrt{h}}$	=	0,60
$\alpha_h \geq \frac{2}{3}$		
α_h	=	0,67
h	=	11,00 m
$\alpha_m = \sqrt{0,5 \left(1 + \frac{1}{m}\right)}$	=	0,74
m	=	11,00
$\phi = \phi_0 \alpha_h \alpha_m$	=	0,00246
ϕ_0	=	0,01
$H_\phi = \phi \Sigma N$	=	40,54 kN

Vnitřní síly jsou přibližně poloviční než u svislého ztužidla u štítu, přesto bude provedeno ze stejných profilů.

Podélná ztužidla

Příčné vazby jsou velmi tuhé, to má za následek, že v podélných ztužidlech v rovině střechy vznikají pouze velmi malé síly, řádově kN. Rozhodující pro návrh ztužidel bude štíhlost.

L	=	9375,00 mm
$L_{cr} = \frac{L}{2}$	=	4687,50
λ_{lim}	=	250,00
$i_{min} = \frac{L_{cr}}{\lambda_{lim}}$	=	18,75 mm
TR 82,5x4		
i	=	27,80 mm
$i \geq i_{min}$		<u>VYHOVUJE</u>

6. DETAILS

6.1 Rámový roh vnější

f_y	=	355,00 MPa
f_u	=	490,00 MPa
γ_{M0}	=	1,00
γ_{M2}	=	1,25
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81

Výztuha stojiny sloupu

t	=	20,00 mm
-----	---	----------

Čelní deska

t	=	20,00 mm
-----	---	----------

Návrh svarů

Svary konzervativně navrženy na plnou únosnost průřezu

Svar pásnice a čelní desky

Pásnice bude přivařena K svarem.

Svar stojiny a čelní desky

$$a \geq \frac{t_w}{2} \left(\frac{f_y}{\gamma_{M0}} \right) \left(\frac{\beta_w \gamma_{M2}}{f_u / \sqrt{2}} \right)$$

$\frac{t_w}{2} \left(\frac{f_y}{\gamma_{M0}} \right) \left(\frac{\beta_w \gamma_{M2}}{f_u / \sqrt{2}} \right)$	=	5,76 mm
--	---	---------

β_w	=	0,90
-----------	---	------

t_w	=	10,00 mm
-------	---	----------

a	=	6,00 mm
-----	---	---------

Návrhová únosnost $F_{t,rd}$ pásnice náhradního T profilu

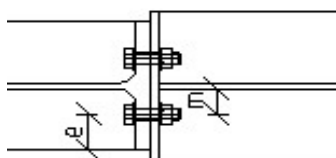
Šrouby M27 8.8

$F_{t,rd}$	=	264,40 kN
------------	---	-----------

i	=	počet šroubů v řadě	=	2,00
-----	---	---------------------	---	------

ρ	=	100,00 mm
--------	---	-----------

1.řada šroubů



m	=	60,00 mm
-----	---	----------

m_2	=	64,00 mm
-------	---	----------

e	=	85,00 mm
-----	---	----------

$n = \min(e, 1,25m)$	=	75,00 mm
----------------------	---	----------

p	=	100,00 mm
$\lambda_1 = \frac{m}{m + e}$	=	0,41
$\lambda_2 = \frac{m_2}{m + e}$	=	0,44
α	=	6,00
Působí samostatně		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = 2\pi m$	=	376,80 mm
Nekruhové porušení		
$l_{eff,nc} = \alpha m$	=	360,00 mm
Působí jako součást skupiny šroubů		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = \pi m + p$	=	288,40 mm
Nekruhové porušení		
$l_{eff,nc} = 0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e)$	=	236,88 mm
$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp})$	=	236,88 mm
$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$	=	236,88 mm
$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$	=	8,41 kNm
$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$	=	8,41 kNm
$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m}$	=	560,60 kN
$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n \Sigma F_{t,rd}}{m + n}$	=	418,36 kN
$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd}$	=	528,80 kN
$F_{t,1,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd})$	=	418,36 kN
2.řada šroubů		
m	=	60,00 mm
e	=	85,00 mm
$n = \min(e; 1,25m)$	=	75,00 mm
p	=	100,00 mm
Působí samostatně		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = 2\pi m$	=	376,80 mm

Nekruhové porušení		
$l_{eff,op} = 4m + 1,25e$	=	346,25 mm
Působí jako součást skupiny šroubů		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = 2p$	=	200,00 mm
Nekruhové porušení		
$l_{eff,op} = p$	=	100,00 mm
$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp})$	=	100,00 mm
$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$	=	100,00 mm
$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$	=	3,55 kNm
$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$	=	3,55 kNm
$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m}$	=	236,67 kN
$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n \Sigma F_{t,rd}}{m + n}$	=	346,37 kN
$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd}$	=	528,80 kN
$F_{t,2,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd})$	=	236,67 kN
3.řada šroubů		
m	=	60,00 mm
e	=	85,00 mm
$n = \min(e; 1,25m)$	=	75,00 mm
p	=	100,00 mm
Působí samostatně		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = 2\pi m$	=	376,80 mm
Nekruhové porušení		
$l_{eff,op} = 4m + 1,25e$	=	346,25 mm
Působí jako součást skupiny šroubů		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = 2p$	=	200,00 mm
Nekruhové porušení		
$l_{eff,op} = p$	=	100,00 mm
$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp})$	=	100,00 mm
$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$	=	100,00 mm

$$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 3,55 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 3,55 \text{ kNm}$$

$$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m} = 236,67 \text{ kN}$$

$$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n \Sigma F_{t,rd}}{m + n} = 346,37 \text{ kN}$$

$$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd} = 528,80 \text{ kN}$$

$$F_{t,3,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd}) = 236,67 \text{ kN}$$

4.řada šroubů

$$m = 60,00 \text{ mm}$$

$$e = 85,00 \text{ mm}$$

$$n = \min(e; 1,25m) = 75,00 \text{ mm}$$

$$p = 200,00 \text{ mm}$$

Působí samostatně

Kruhové porušení

$$l_{eff,cp} = 2\pi m = 376,80 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{eff,op} = 4m + 1,25e = 346,25 \text{ mm}$$

Působí jako součást skupiny šroubů

Kruhové porušení

$$l_{eff,cp} = 2p = 400,00 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{eff,op} = p = 200,00 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp}) = 200,00 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 200,00 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 7,10 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 7,10 \text{ kNm}$$

$$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m} = 473,33 \text{ kN}$$

$$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n \Sigma F_{t,rd}}{m + n} = 398,96 \text{ kN}$$

$$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd} = 528,80 \text{ kN}$$

$F_{t,4,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd})$	=	398,96 kN
5.řada šroubů		
m	=	60,00 mm
e	=	85,00 mm
$n = \min(e; 1,25m)$	=	75,00 mm
p	=	200,00 mm
Působí samostatně		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = 2\pi m$	=	376,80 mm
Nekruhové porušení		
$l_{eff,op} = 4m + 1,25e$	=	346,25 mm
Působí jako součást skupiny šroubů		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = 2p$	=	400,00 mm
Nekruhové porušení		
$l_{eff,op} = p$	=	200,00 mm
$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp})$	=	200,00 mm
$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$	=	200,00 mm
$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$	=	7,10 kNm
$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$	=	7,10 kNm
$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m}$	=	473,33 kN
$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n\Sigma F_{t,rd}}{m + n}$	=	398,96 kN
$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd}$	=	528,80 kN
$F_{t,5,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd})$	=	398,96 kN
6.řada šroubů		
m	=	60,00 mm
e	=	85,00 mm
$n = \min(e; 1,25m)$	=	75,00 mm
p	=	200,00 mm
Působí samostatně		
Kruhové porušení		
$l_{eff,cp} = 2\pi m$	=	376,80 mm

Nekruhové porušení

$$l_{eff,op} = 4m + 1,25e = 346,25 \text{ mm}$$

Působí jako součást skupiny šroubů

Kruhové porušení

$$l_{eff,cp} = 2p = 400,00 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{eff,op} = p = 200,00 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp}) = 200,00 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 200,00 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 7,10 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 7,10 \text{ kNm}$$

$$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m} = 473,33 \text{ kN}$$

$$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n \Sigma F_{t,rd}}{m + n} = 398,96 \text{ kN}$$

$$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd} = 528,80 \text{ kN}$$

$$F_{t,6,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd}) = 398,96 \text{ kN}$$

Interakce smyku a tahu

Výpočet proveden pro nejnamáhanější šroub.

$$\frac{F_{v,ed}}{F_{v,rd}} + \frac{F_{t,ed}}{1,4F_{t,rd}} \leq 1 \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$F_{v,ed} = \frac{V_{ed}}{k} = 29,76 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 416,69 \text{ kN}$$

$$k = \text{počet šroubů} = 14,00$$

$$F_{v,rd} = 176,30 \text{ kN}$$

$$F_{t,ed} = 209,18 \text{ kN}$$

$$F_{t,rd} = 264,40 \text{ kN}$$

$$\frac{F_{v,ed}}{F_{v,rd}} + \frac{F_{t,ed}}{1,4F_{t,rd}} = 0,73$$

Únosnost v otláčení

$$F_{b,rd} k \geq V_{ed} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$F_{b,rd} \text{ pro jeden šroub} = 206,60 \text{ kN}$$

$$F_{b,rd} k = 2892,40 \text{ kN}$$

Únosnost základních komponent

Únosnost pásnice příčle v tlaku

$$F_{c,fb,rd} = \frac{W_{pl,y} f_y}{(h - t_f) \gamma_{M0}} = 3483,74 \text{ kN}$$
$$W_{pl,y} = 1,14E+07 \text{ mm}^3$$
$$h = 1185,00 \text{ mm}$$
$$t_f = 20,00 \text{ mm}$$
$$F_{c,fb,rd} \geq \Sigma F_{t,i,rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$
$$\Sigma F_{t,i,rd} = 1290,65 \text{ kN}$$

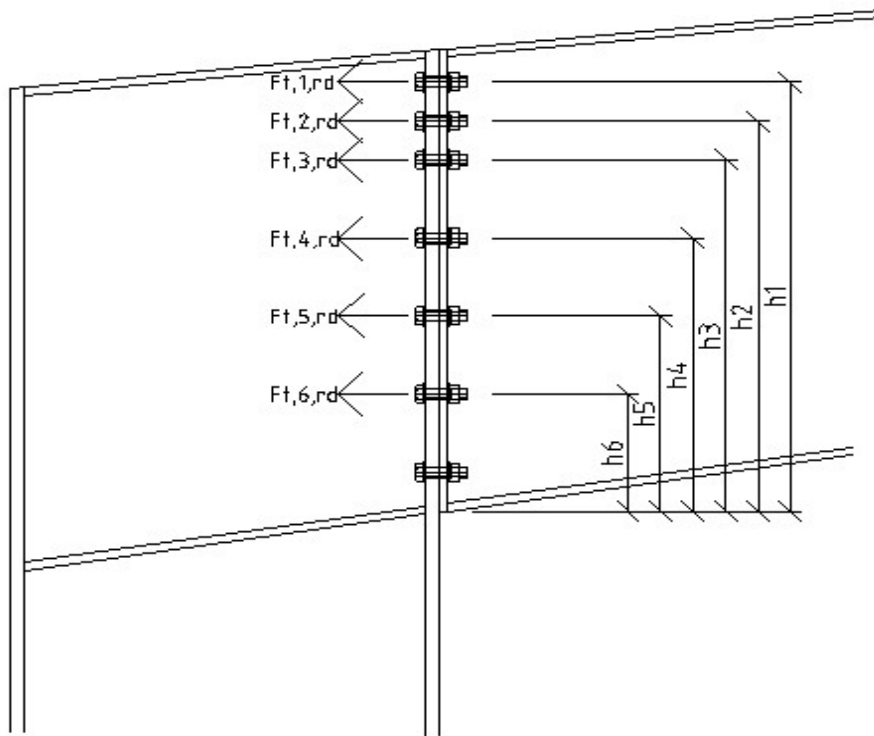
Únosnost stěny sloupu ve smyku

$$\frac{d}{t_w} \leq 69\varepsilon \quad 1. \text{ třída}$$
$$\frac{d}{t_w} = 52,61$$
$$d = 868,00 \text{ mm}$$
$$t_w = 16,50 \text{ mm}$$
$$69\varepsilon = 56,14$$
$$V_{wp,rd} = \frac{0,9 f_y A_v}{\sqrt{3} \gamma_{M0}} = 3405,19 \text{ kN}$$
$$A_v = 18460,00 \text{ mm}^2$$
$$V_{wp,rd} \leq \Sigma F_{t,i,rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Rozdělení sil a momentové únosnosti

$$F_{t,i,rd} \leq 1,9 F_{t,rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$
$$F_{t,i,rd} = F_{t,1,rd} = 418,36 \text{ kN}$$
$$1,9 F_{t,rd} = 502,36 \text{ kN}$$

Podmínka pro plastické rozdělení sil mezi šrouby vyhovuje a a síly budou rozděleny plasticky.



h_1	=	1089,00 mm
h_2	=	989,00 mm
h_3	=	889,00 mm
h_4	=	689,00 mm
h_5	=	489,00 mm
h_6	=	289,00 mm
$F_{t,1,rd}$	=	418,36 kN
$F_{t,2,rd}$	=	236,67 kN
$F_{t,3,rd}$	=	236,67 kN
$F_{t,4,rd}$	=	398,96 kN
$F_{t,5,rd}$	=	398,96 kN
$F_{t,6,rd}$	=	398,96 kN
$M_{rd} = \Sigma(F_{t,i,rd}h_i)$	=	1485,33 kNm
M_{ed}	=	1416,49 kNm
$M_{ed} \leq M_{rd}$		<u>VYHOVUJE</u>

Při kombinaci NC76 vzniká v rámovém rohu opačný moment.

1.řada šroubů

m	=	60,00 mm
m_2	=	79,00 mm
e	=	85,00 mm
$n = \min(e; 1,25m)$	=	75,00 mm
ρ	=	200,00 mm

$$\lambda_1 = \frac{m}{m + e} = 0,41$$

$$\lambda_2 = \frac{m_2}{m + e} = 0,54$$

$$\alpha = 5,75$$

Působí samostatně

Kruhové porušení

$$l_{eff,cp} = 2\pi m = 376,80 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{eff,nc} = \alpha m = 345,00 \text{ mm}$$

Působí jako součást skupiny šroubů

Kruhové porušení

$$l_{eff,cp} = \pi m + p = 388,40 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{eff,nc} = 0,5p + \alpha m - (2m + 0,625e) = 271,88 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp}) = 271,88 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 271,88 \text{ mm}$$

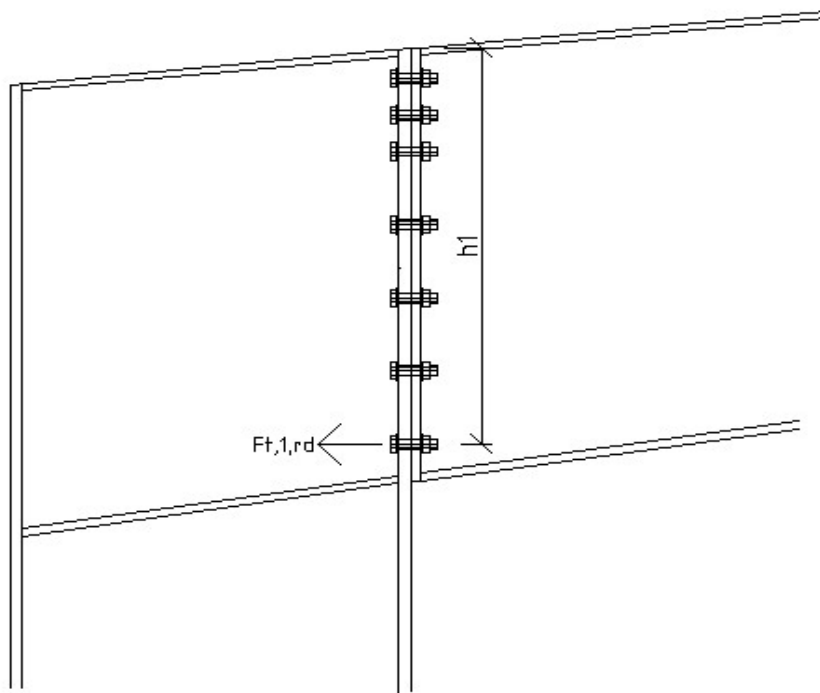
$$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 9,65 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 9,65 \text{ kNm}$$

$$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m} = 643,44 \text{ kN}$$

$$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n \Sigma F_{t,rd}}{m + n} = 436,76 \text{ kN}$$

$$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd} = 528,80 \text{ kN}$$



$F_{t,1,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd})$	=	436,76 kN
h_1	=	1084,00 mm
$M_{rd} = F_{t,1,rd} h_1$	=	473,45 kNm
M_{ed}	=	253,06 kNm
$M_{ed} \leq M_{rd}$		<u>VYHOVUJE</u>

Již první řada odspodu styčnicku přenese požadovaný ohybový moment. Je jisté že styčnick na tuto kombinaci zatížení vyhoví.

Projekt

Datum : 10. 11. 2016

Norma

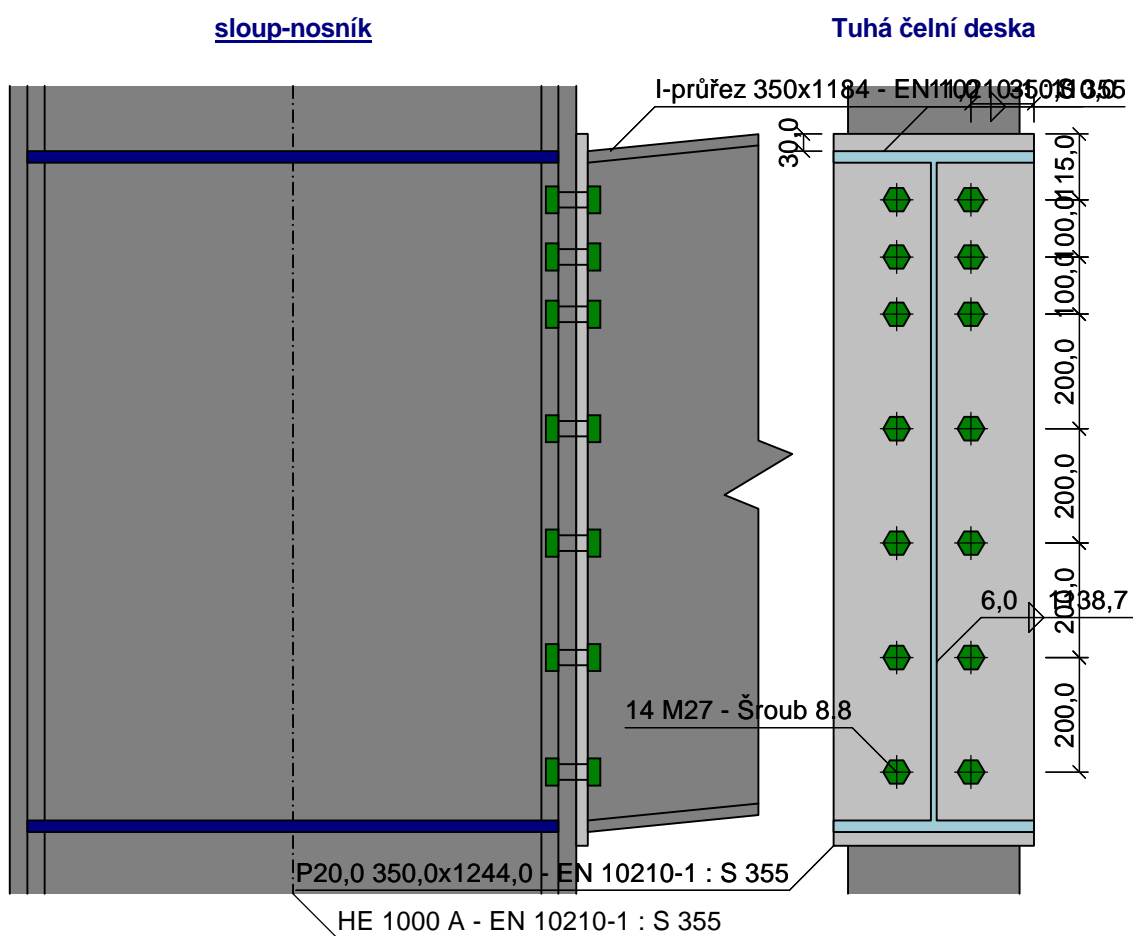
Norma **EN 1993-1-8/Česko.**

Únosnost průřezu	: $\gamma_{M0} = 1,00$
Únosnost průřezu při posuzování stability	: $\gamma_{M1} = 1,00$
Únosnost oslabeného průřezu	: $\gamma_{M2} = 1,25$
Únosnost šroubů, svarů a plechů v otláčení	: $\gamma_{M2} = 1,25$
Únosnost styčnicků příhradových nosníků z prutů uzavřeného průřezu	: $\gamma_{M5} = 1,00$

Typ konstrukce: Rám s posuvnými styčníky

1 Rámový roh - HEA 1000 - sloup-nosník

1.1 Schéma spoje



1.2 Rekapitulace dat

1.2.1 Sloup

Profil

Průřez: HE 1000 A

výška průřezu : $h = 990,0$ mm

šířka průřezu : $b = 300,0$ mm

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0$ MPa

tloušťka stojiny : $t_w = 16,5$ mm

tloušťka pásnice : $t_f = 31,0$ mm

Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0$ MPa



Pouze pro nekomerční využití



Geometrie

délka sloupu : $L = 10000,0$ mm srovnávací rovina : $L_{Sr} = 4000,0$ mm

1.2.2 Přípoj na pravé straně styčnicku - Tuhá čelní deska

Poloha přípoje

svislé natočení : $\alpha = 5,71^\circ$ vodorovné natočení : $\beta = 0,00^\circ$
vzdálenost od srovnávací roviny : $L_z = 0,0$ mm

Profil

Průřez: I-průřez 350x1184

výška průřezu : $h = 1184,0$ mm tloušťka stojiny : $t_w = 10,0$ mm

šířka horní pásnice : $b_{ft} = 350,0$ mm tloušťka horní pásnice : $t_{ft} = 20,0$ mm

šířka spodní pásnice : $b_{fb} = 350,0$ mm tloušťka spodní pásnice : $t_{fb} = 20,0$ mm

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0$ MPa Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0$ MPa

Přivaření nosníku - koutový dokola

výška svaru na stojině : $a_{w,w} = 6,0$ mm výška svaru na pásnici : $a_{w,f} = 11,0$ mm

Šrouby

Typ: Hrubé šrouby (M27)

délka dřívku : $L = 80,0$ mm délka závitu : $L_b = 60,0$ mm

podložky nejsou uvažovány

Materiál: Šroub 8.8

Mez kluzu : $f_{yb} = 640,0$ MPa Mez pevnosti v tahu : $f_{ub} = 800,0$ MPa

Čelní deska:

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0$ MPa Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0$ MPa

Rozměry

tloušťka : $t_p = 20,0$ mm šířka : $b_p = 350,0$ mm

výška : $h_p = 1244,0$ mm poloha nosníku : $a_1 = -30,0$ mm

Rozmístění šroubů: jednořadé vrtání

$w_1 = 110,0$ mm, $e = [115,0$ mm; $100,0$ mm; $100,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm]

1.3 Výsledky

1.3.1 Přípoj na pravé straně styčnicku - Tuhá čelní deska

Momentová únosnost

Rozhodující komponenta

řada č.1 - Pásnice sloupu v ohybu $F = 529,24$ kN

řada č.2 - Čelní deska v ohybu $F = 282,42$ kN

řada č.3 - Čelní deska v ohybu $F = 382,97$ kN

řada č.4 - Čelní deska v ohybu $F = 335,88$ kN

řada č.5 - Čelní deska v ohybu $F = 239,21$ kN

řada č.6 - Čelní deska v ohybu $F = 142,53$ kN

řada č.7 - Čelní deska v ohybu $F = 45,85$ kN

Posouzení

$M_{y,Rd} = 1601,24$ kNm $>$ $M_{y,Ed} = 1416,49$ kNm **VYHOVUJE**

Smyková únosnost

Rozhodující komponenta : Stěna sloupu ve smyku

Posouzení : $V_{z,Rd} = 3465,58$ kN $>$ $V_{z,Ed} = 975,75$ kN **VYHOVUJE**

Únosnost svarů

Kritický bod : Spodní pásnice

Maximální využití : (44,64%)

Ohybová tuhost

Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 710687,11$ kNm/rad

Sečná tuhost : $S_{j,Ed} = 331123,63$ kNm/rad

Sečná tuhost : $S_{j,Rd} = 237811,05$ kNm/rad

Klasifikace : polotuhý



Pouze pro nekomerční využití



Projekt: Diplomová práce
 Číslo projektu:
 Autor: Valach Jiří



Data projektu

Jméno projektu	Diplomová práce
Číslo projektu	
Autor	Valach Jiří
Popis	Vnější rámový roh
Datum	29.11.2016
Norma	EN

Materiál

Ocel	S 235, S 355
Beton	C25/30

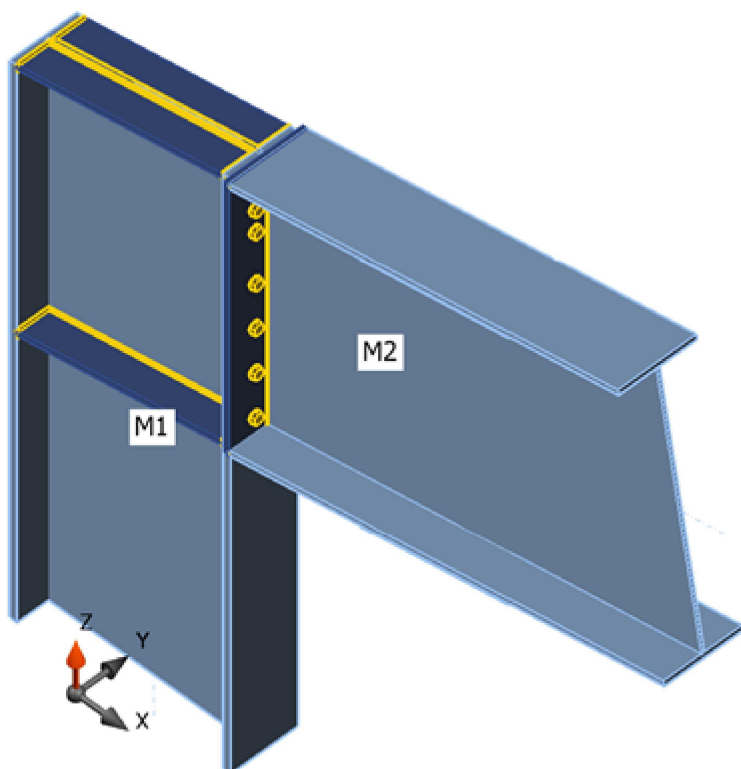
Diplom

Přípoj

Položka	
Jméno	Diplom
Popis	Hala
Výpočet	Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Jméno	Průřez	β - Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Ofset ey [mm]	Ofset ez [mm]
M1	1 - HEA1000	0,0	90,0	0,0	0	0
M2	2 - Iw1200x350	0,0	-10,0	0,0	0	0



Materiál

Ocel	S 355 (EN)
Šrouby	M27 8.8

Šrouby/Kotvy

Jméno	Sestava šroubů	Průměr [mm]	f_u [MPa]	Čistá plocha [mm ²]
M27 8.8	M27 8.8	27	800,0	573

Účinky zatížení

Projekt: Diplomová práce

Číslo projektu:

Autor: Valach Jiří



Jméno	Prvek	Poz.	N [N]	Vy [N]	Vz [N]	Mx [Nm]	My [Nm]	Mz [Nm]
LE1	M2	Konec	-406150,0	0,0	-253500,0	0,0	1416490,0	0,0

Výsledky

Souhrn

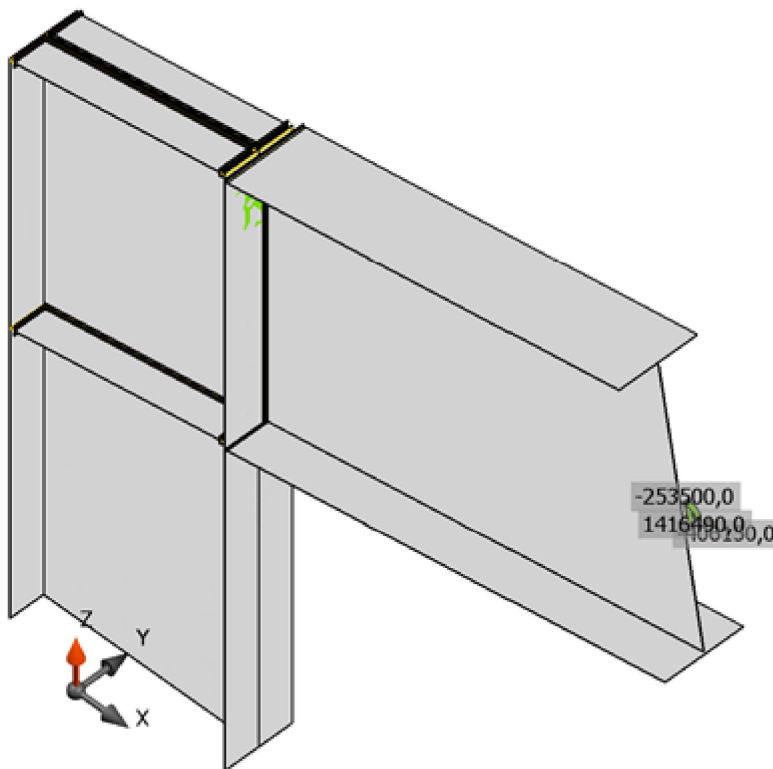
Jméno	Hodnota	Status posudku
Aplikovaná zatížení	100,0%	OK
Plechý	0,1 < 5%	OK
Šrouby	87,9 < 100%	OK
Svary	75,4 < 100%	OK

Plechý

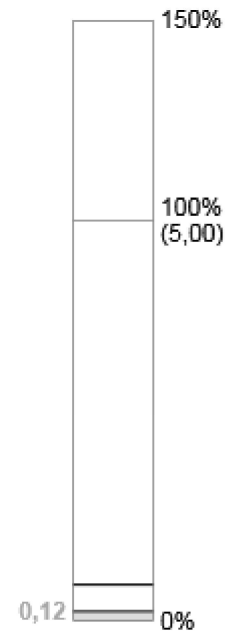
Jméno	Tloušťka [mm]	Zatížení	σ_{Ed} [MPa]	ϵ_{pl} [%]	Status posudku
M1-bfl 1	31	LE1	132,2	0,0	OK
M1-tfl 1	31	LE1	296,5	0,0	OK
M1-w 1	17	LE1	234,1	0,0	OK
M2-tfl 1	20	LE1	256,2	0,0	OK
M2-bfl 1	20	LE1	229,4	0,0	OK
M2-w 1	10	LE1	324,3	0,0	OK
ČD1	20	LE1	355,3	0,1	OK
VÝZT1a	20	LE1	200,1	0,0	OK
VÝZT1b	20	LE1	197,2	0,0	OK
VÝZT1c	20	LE1	180,3	0,0	OK
VÝZT1d	20	LE1	180,3	0,0	OK

Návrhová data

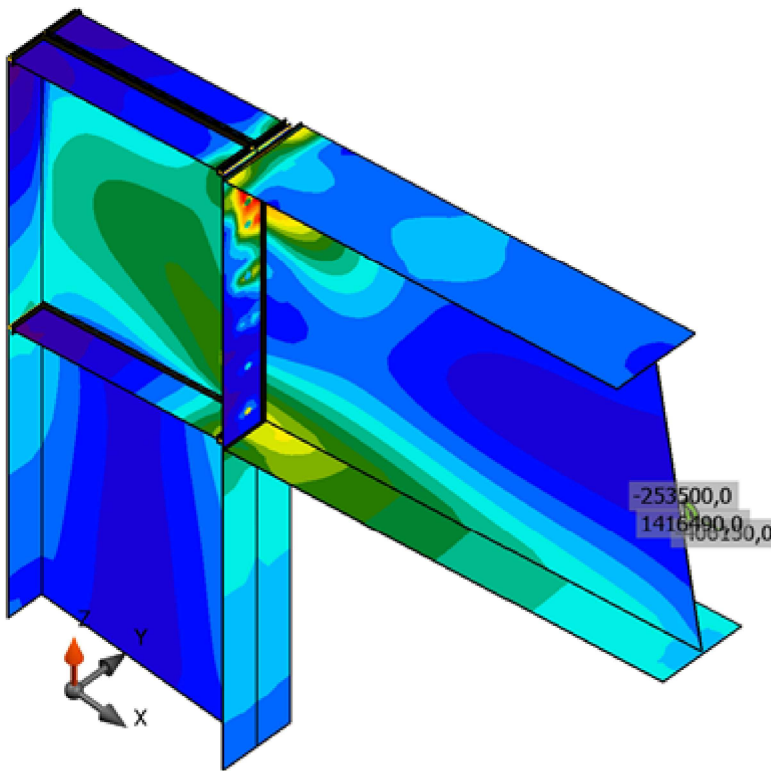
Materiál	f_y [MPa]	ϵ_{lim} [1e-4]
S 355	355,0	500,0



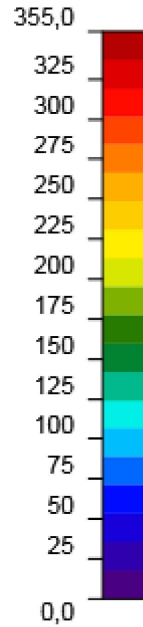
Posudek přetvoření [%]



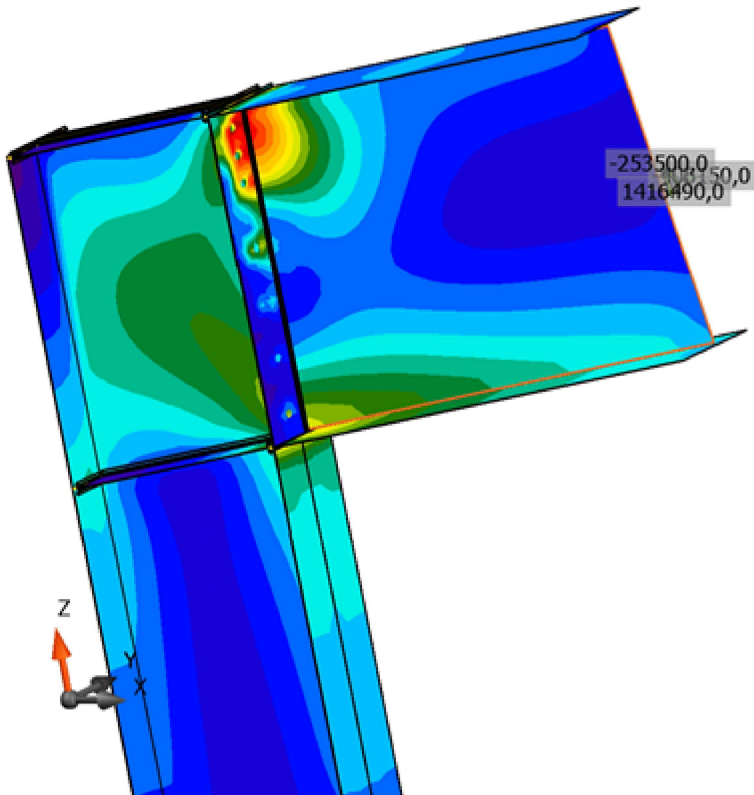
Posudek přetvoření, LE1



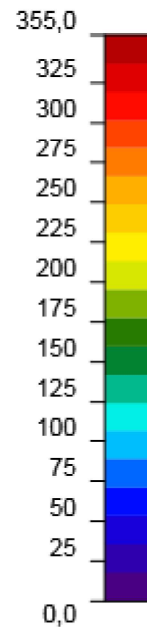
Srovnávací napětí [MPa]



Srovnávací napětí, LE1



Srovnávací napětí [MPa]



Ekvivalentní napětí, LE1

Šrouby

	Jméno	Zatížení	$F_{t,Ed}$ [N]	V [N]	U_{t_i} [%]	U_{t_s} [%]	$U_{t_{ts}}$ [%]	Status

	Jméno	Zatížení	$F_{t,Ed}$ [N]	V [N]	U_t [%]	U_{ts} [%]	U_{ts} [%]	Status
	B1	LE1	7816,6	63963,9	3,0	29,1	0,0	OK
	B2	LE1	6860,3	63927,9	2,6	29,1	0,0	OK
	B3	LE1	3418,2	43637,5	1,3	19,8	0,0	OK
	B4	LE1	3899,3	43297,0	1,5	19,7	0,0	OK
	B5	LE1	38707,7	28052,1	14,6	12,7	0,0	OK
	B6	LE1	38376,0	27933,6	14,5	12,7	0,0	OK
	B7	LE1	104486,8	16645,8	39,5	7,6	0,0	OK
	B8	LE1	105177,3	16577,4	39,8	7,5	0,0	OK
	B9	LE1	231688,5	5668,2	87,6	2,6	0,0	OK
	B10	LE1	232371,3	6091,5	87,9	2,8	0,0	OK
	B11	LE1	211019,0	8795,9	79,8	4,0	0,0	OK
	B12	LE1	210744,5	8580,3	79,7	3,9	0,0	OK
	B13	LE1	175495,0	10463,9	66,4	4,8	0,0	OK
	B14	LE1	177380,5	10666,4	67,1	4,8	0,0	OK

Návrhová data

Jméno	$F_{t,Rd}$ [N]	$B_{p,Rd}$ [N]	$F_{v,Rd}$ [N]	$F_{b,Rd}$ [N]
M27 8.8 - 1	264384,0	605900,1	220032,0	529200,0

Svary (Průměrná hodnota)

Položka	Hrana	Účinná tl. [mm]	Délka [mm]	Zatížení	$\sigma_{w,Ed}$ [MPa]	σ_{\perp} [MPa]	τ_{\parallel} [MPa]	τ_{\perp} [MPa]	U_t [%]	Status posudku
ČD1	M2-w 1	46,0	1178	LE1	154,0	76,9	4,5	-76,9	35,4	OK
M1-bf1 1	VÝZT1a	48,0	142	LE1	15,8	-7,6	-1,2	-7,9	3,6	OK
M1-w 1	VÝZT1a	48,0	939	LE1	54,4	-5,8	30,6	-6,0	12,5	OK
M1-tf1 1	VÝZT1a	48,0	142	LE1	306,8	129,7	-46,3	-153,7	70,4	OK
M1-bf1 1	VÝZT1b	48,0	142	LE1	17,0	-6,1	-1,2	9,1	3,9	OK
M1-w 1	VÝZT1b	48,0	939	LE1	54,5	5,9	30,7	-6,0	12,5	OK
M1-tf1 1	VÝZT1b	48,0	142	LE1	328,3	101,5	-46,4	174,2	75,4	OK
M1-bf1 1	VÝZT1c	48,0	142	LE1	17,1	2,0	6,2	7,6	3,9	OK
M1-w 1	VÝZT1c	48,0	939	LE1	26,3	4,7	-2,6	-14,7	6,0	OK
M1-tf1 1	VÝZT1c	48,0	142	LE1	57,8	-27,8	3,5	-29,0	13,3	OK
M1-bf1 1	VÝZT1d	48,0	142	LE1	17,6	1,1	6,7	-7,6	4,0	OK
M1-w 1	VÝZT1d	48,0	939	LE1	26,3	-4,7	-2,6	-14,7	6,0	OK
M1-tf1 1	VÝZT1d	48,0	142	LE1	62,3	-22,3	3,5	33,4	14,3	OK

Návrhová data

	β_w [-]	$\sigma_{w,Rd}$ [MPa]	$0,9 \sigma$ [MPa]
S 355	0,90	435,6	352,8

Nastavení normy

Položka	Hodnota	Jednotka	Článek/rovnice
γ_{M0}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M1}	1,00	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_{M2}	1,25	-	EN 1993-1-1: 6.1
γ_c	1,50	-	EN 1992-1-1: 2.4.2.4
γ_{inst}	1,20	-	ETAG 001-C: 3.2.1
Součinitel styčníku β_j	0,67	-	EN 1993-1-8: 6.2.5
Účinná plocha - vliv velikosti sítě	0,10	-	
Součinitel tření	0,25	-	EN 1993-1-8
Mezní plastické přetvoření	0,05	-	EN 1993-1-5
Vyhodnocení napětí svarů	Průměrná hodnota		
Konstrukční zásady	Ne		
Vzdálenost mezi šrouby [d]	2,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3
Vzdálenost mezi šrouby a hranou [d]	1,20	-	EN 1993-1-8: tab 3.3

Projekt: Diplomová práce

Číslo projektu:

Autor: Valach Jiří



Položka	Hodnota	Jednotka	Clánek/rovnice
Pevnost vytržení betonového kužele	Ano		ETAG 001-C
Použít vypočtené a_b v posudku otláčení.	Ne		EN 1993-1-8: tab 3.4

Projekt

Datum : 10. 11. 2016

Norma

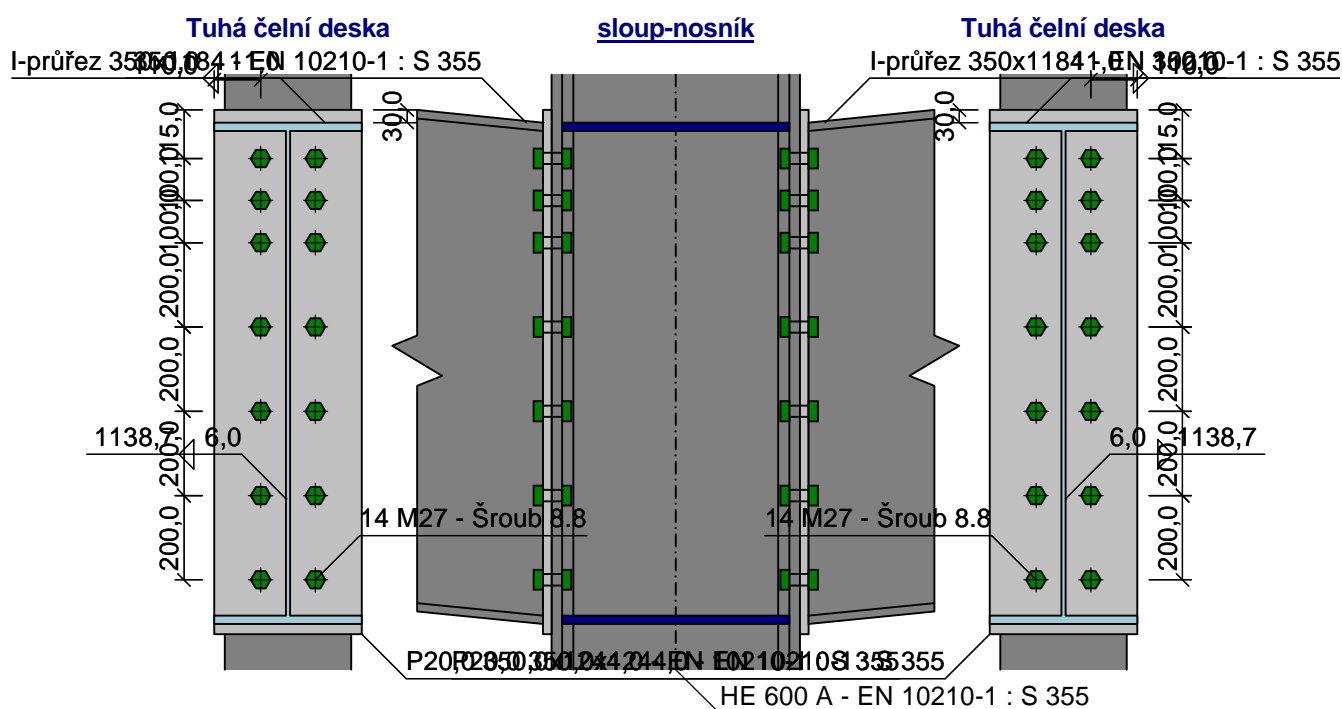
Norma **EN 1993-1-8/Česko.**

Únosnost průřezu	: $\gamma_{M0} = 1,00$
Únosnost průřezu při posuzování stability	: $\gamma_{M1} = 1,00$
Únosnost oslabeného průřezu	: $\gamma_{M2} = 1,25$
Únosnost šroubů, svarů a plechů v otlacení	: $\gamma_{M2} = 1,25$
Únosnost styčnicků příhradových nosníků z prutů uzavřeného průřezu	: $\gamma_{M5} = 1,00$

Typ konstrukce: Rám s posuvnými styčníky

1 Rámový roh - HEA 600 - sloup-nosník

1.1 Schéma spoje



1.2 Rekapitulace dat

1.2.1 Sloup

Profil

Průřez: HE 600 A

výška průřezu	: $h = 590,0$ mm	tloušťka stojiny	: $t_w = 13,0$ mm
šířka průřezu	: $b = 300,0$ mm	tloušťka pásnice	: $t_f = 25,0$ mm

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu	: $f_y = 355,0$ MPa	Mez pevnosti v tahu	: $f_u = 510,0$ MPa
-----------	---------------------	---------------------	---------------------

Geometrie

délka sloupu	: $L = 10000,0$ mm	srovnávací rovina	: $L_{Sr} = 4000,0$ mm
--------------	--------------------	-------------------	------------------------

1.2.2 Připoj na levé straně styčnicku - Tuhá čelní deska

Poloha přípoje

svislé natočení	: $\alpha = 5,71^\circ$	vodorovné natočení	: $\beta = 0,00^\circ$
vzdálenost od srovnávací roviny	: $L_z = 0,0$ mm		



Pouze pro nekomerční využití



Profil

Průřez: I-průřez 350x1184

výška průřezu : $h = 1184,0$ mm
šířka horní pásnice : $b_{ft} = 350,0$ mm
šířka spodní pásnice : $b_{fb} = 350,0$ mm

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0$ MPa

tloušťka stojiny : $t_w = 10,0$ mm
tloušťka horní pásnice : $t_{ft} = 20,0$ mm
tloušťka spodní pásnice : $t_{fb} = 20,0$ mm

Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0$ MPa

Přivaření nosníku - koutový dokola

výška svaru na stojině : $a_{w,w} = 6,0$ mm

výška svaru na pásnici : $a_{w,f} = 11,0$ mm

Šrouby

Typ: Hrubé šrouby (M27)

délka dřívku : $L = 80,0$ mm

délka závitu : $L_b = 60,0$ mm

podložky nejsou uvažovány

Materiál: Šroub 8.8

Mez kluzu : $f_{yb} = 640,0$ MPa

Mez pevnosti v tahu : $f_{ub} = 800,0$ MPa

Čelní deska:

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0$ MPa

Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0$ MPa

Rozměry

tloušťka : $t_p = 20,0$ mm

šířka : $b_p = 350,0$ mm

výška : $h_p = 1244,0$ mm

poloha nosníku : $a_1 = -30,0$ mm

Rozmístění šroubů: jednořadé vrtání

$w_1 = 110,0$ mm, $e = [115,0$ mm; $100,0$ mm; $100,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm]

1.2.3 Připoj na pravé straně styčnicku - Tuhá čelní deska

Poloha přípoje

svislé natočení : $\alpha = 5,71^\circ$

vodorovné natočení : $\beta = 0,00^\circ$

vzdálenost od srovnávací roviny : $L_z = 0,0$ mm

Profil

Průřez: I-průřez 350x1184

výška průřezu : $h = 1184,0$ mm
šířka horní pásnice : $b_{ft} = 350,0$ mm
šířka spodní pásnice : $b_{fb} = 350,0$ mm

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0$ MPa

tloušťka stojiny : $t_w = 10,0$ mm
tloušťka horní pásnice : $t_{ft} = 20,0$ mm
tloušťka spodní pásnice : $t_{fb} = 20,0$ mm

Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0$ MPa

Přivaření nosníku - koutový dokola

výška svaru na stojině : $a_{w,w} = 6,0$ mm

výška svaru na pásnici : $a_{w,f} = 11,0$ mm

Šrouby

Typ: Hrubé šrouby (M27)

délka dřívku : $L = 80,0$ mm

délka závitu : $L_b = 60,0$ mm

podložky nejsou uvažovány

Materiál: Šroub 8.8

Mez kluzu : $f_{yb} = 640,0$ MPa

Mez pevnosti v tahu : $f_{ub} = 800,0$ MPa

Čelní deska:

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0$ MPa

Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0$ MPa

Rozměry

tloušťka : $t_p = 20,0$ mm

šířka : $b_p = 350,0$ mm

výška : $h_p = 1244,0$ mm

poloha nosníku : $a_1 = -30,0$ mm

Rozmístění šroubů: jednořadé vrtání

$w_1 = 110,0$ mm, $e = [115,0$ mm; $100,0$ mm; $100,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm; $200,0$ mm]

1.3 Výsledky

1.3.1 Připoj na levé straně styčnicku - Tuhá čelní deska

Momentová únosnost

Rozhodující komponenta



Pouze pro nekomerční využití



řada č.1 - Pásnice sloupu v ohybu $F = 529,24$ kN

řada č.2 - Čelní deska v ohybu $F = 282,42$ kN

řada č.3 - Čelní deska v ohybu $F = 382,97$ kN

řada č.4 - Čelní deska v ohybu $F = 335,88$ kN

řada č.5 - Stěna sloupu ve smyku $F = 236,27$ kN

Posouzení

$M_{y,Rd} = 1553,42$ kNm $>$ $M_{y,Ed} = 1275,56$ kNm **VYHOVUJE**

Smyková únosnost

Rozhodující komponenta : Šrouby ve stříhu

Posouzení : $V_{z,Rd} = 1643,09$ kN $>$ $V_{z,Ed} = 435,07$ kN **VYHOVUJE**

Únosnost svarů

Kritický bod : Stojina

Maximální využití : (37,91%)

Ohybová tuhost

Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 1354716,36$ kNm/rad

Sečná tuhost : $S_{j,Ed} = 771767,20$ kNm/rad

Sečná tuhost : $S_{j,Rd} = 453316,97$ kNm/rad

Klasifikace : polotuhý

1.3.2 Příklad na pravé straně styčnicku - Tuhá čelní deska

Momentová únosnost

Rozhodující komponenta

řada č.1 - Pásnice sloupu v ohybu $F = 529,24$ kN

řada č.2 - Čelní deska v ohybu $F = 282,42$ kN

řada č.3 - Čelní deska v ohybu $F = 382,97$ kN

řada č.4 - Čelní deska v ohybu $F = 335,88$ kN

řada č.5 - Stěna sloupu ve smyku $F = 236,27$ kN

Posouzení

$M_{y,Rd} = 1553,42$ kNm $>$ $M_{y,Ed} = 1105,54$ kNm **VYHOVUJE**

Smyková únosnost

Rozhodující komponenta : Šrouby ve stříhu

Posouzení : $V_{z,Rd} = 1895,77$ kN $>$ $V_{z,Ed} = 360,96$ kN **VYHOVUJE**

Únosnost svarů

Kritický bod : Spodní pásnice

Maximální využití : (34,01%)

Ohybová tuhost

Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 1354716,36$ kNm/rad

Sečná tuhost : $S_{j,Ed} = 1135606,00$ kNm/rad

Sečná tuhost : $S_{j,Rd} = 453316,97$ kNm/rad

Klasifikace : polotuhý



Projekt

Datum : 10. 11. 2016

Norma

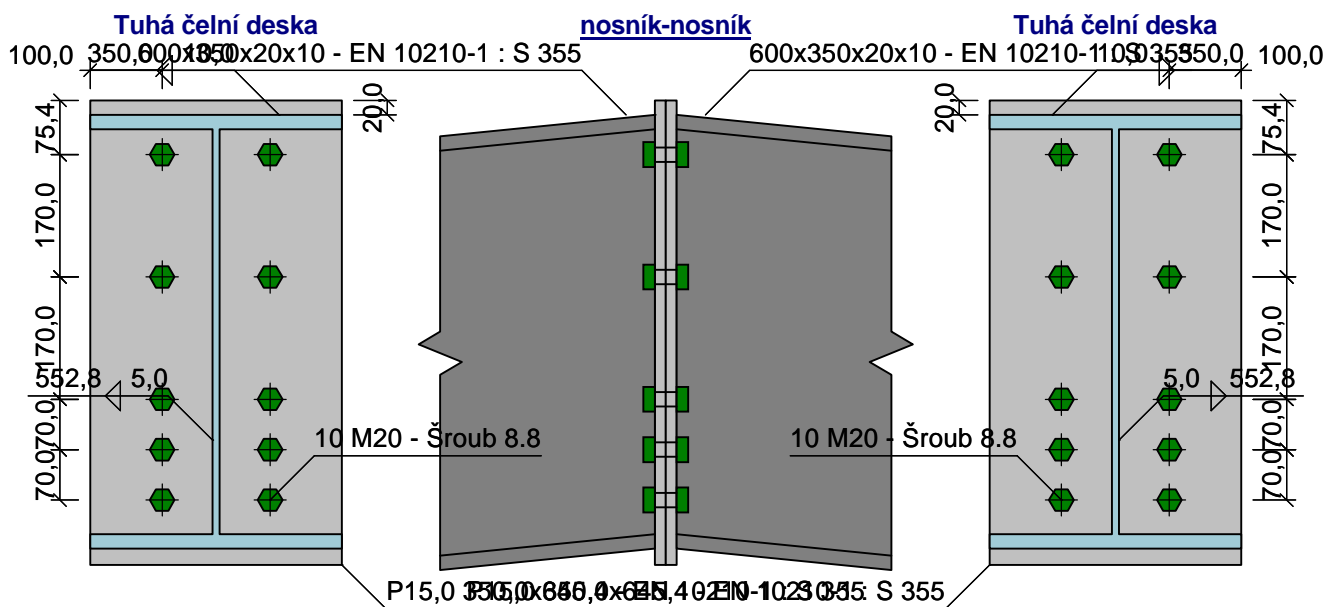
Norma **EN 1993-1-8/Česko.**

Únosnost průřezu	: $\gamma_{M0} = 1,00$
Únosnost průřezu při posuzování stability	: $\gamma_{M1} = 1,00$
Únosnost oslabeného průřezu	: $\gamma_{M2} = 1,25$
Únosnost šroubů, svarů a plechů v otlacení	: $\gamma_{M2} = 1,25$
Únosnost styčnicků příhradových nosníků z prutů uzavřeného průřezu	: $\gamma_{M5} = 1,00$

Typ konstrukce: Rám s posuvnými styčníky

1 Styk příčlí - nosník-nosník

1.1 Schéma spoje



1.2 Rekapitulace dat

1.2.1 Přípoj u levé pásnice - Tuhá čelní deska

Poloha přípoje

svislé natočení	: $\alpha = -5,71^\circ$	vodorovné natočení	: $\beta = 0,00^\circ$
vzdálenost od srovnávací roviny	: $L_z = 0,0 \text{ mm}$		

Profil

Průřez: 600x350x20x10

výška průřezu	: $h = 600,0 \text{ mm}$	tloušťka stojiny	: $t_w = 10,0 \text{ mm}$
šířka horní pásnice	: $b_{ft} = 350,0 \text{ mm}$	tloušťka horní pásnice	: $t_{ft} = 20,0 \text{ mm}$
šířka spodní pásnice	: $b_{fb} = 350,0 \text{ mm}$	tloušťka spodní pásnice	: $t_{fb} = 20,0 \text{ mm}$

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu	: $f_y = 355,0 \text{ MPa}$	Mez pevnosti v tahu	: $f_u = 510,0 \text{ MPa}$
-----------	-----------------------------	---------------------	-----------------------------

Přivaření nosníku - koutový dokola

výška svaru na stojně	: $a_{w,w} = 5,0 \text{ mm}$	výška svaru na pásnici	: $a_{w,f} = 10,0 \text{ mm}$
-----------------------	------------------------------	------------------------	-------------------------------

Šrouby

Typ: Hrubé šrouby (M20)

délka dřívku	: $L = 75,0 \text{ mm}$	délka závitu	: $L_b = 46,0 \text{ mm}$
--------------	-------------------------	--------------	---------------------------

podložky nejsou uvažovány



Pouze pro nekomerční využití



Materiál: Šroub 8.8

Mez kluzu : $f_{yb} = 640,0 \text{ MPa}$ Mez pevnosti v tahu : $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$

Čelní deska:

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0 \text{ MPa}$ Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0 \text{ MPa}$

Rozměry

tloušťka : $t_p = 15,0 \text{ mm}$ šířka : $b_p = 350,0 \text{ mm}$

výška : $h_p = 645,4 \text{ mm}$ poloha nosníku : $a_1 = -20,0 \text{ mm}$

Rozmístění šroubů: jednořadé vrtání

$w_1 = 100,0 \text{ mm}$, $e = [75,4 \text{ mm}; 170,0 \text{ mm}; 170,0 \text{ mm}; 70,0 \text{ mm}; 70,0 \text{ mm}]$

1.2.2 Příklad u pravé pásnice - Tuhá čelní deska

Poloha přípoje

svislé natočení : $\alpha = -5,71^\circ$ vodorovné natočení : $\beta = 0,00^\circ$

vzdálenost od srovnávací roviny : $L_z = 0,0 \text{ mm}$

Profil

Průřez: 600x350x20x10

výška průřezu : $h = 600,0 \text{ mm}$ tloušťka stojiny : $t_w = 10,0 \text{ mm}$

šířka horní pásnice : $b_{ft} = 350,0 \text{ mm}$ tloušťka horní pásnice : $t_{ft} = 20,0 \text{ mm}$

šířka spodní pásnice : $b_{fb} = 350,0 \text{ mm}$ tloušťka spodní pásnice : $t_{fb} = 20,0 \text{ mm}$

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0 \text{ MPa}$ Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0 \text{ MPa}$

Přivaření nosníku - koutový dokola

výška svaru na stojině : $a_{w,w} = 5,0 \text{ mm}$ výška svaru na pásnici : $a_{w,f} = 10,0 \text{ mm}$

Šrouby

Typ: Hrubé šrouby (M20)

délka dřívku : $L = 75,0 \text{ mm}$ délka závitu : $L_b = 46,0 \text{ mm}$

podložky nejsou uvažovány

Materiál: Šroub 8.8

Mez kluzu : $f_{yb} = 640,0 \text{ MPa}$ Mez pevnosti v tahu : $f_{ub} = 800,0 \text{ MPa}$

Čelní deska:

Materiál: EN 10210-1 : S 355

Mez kluzu : $f_y = 355,0 \text{ MPa}$ Mez pevnosti v tahu : $f_u = 510,0 \text{ MPa}$

Rozměry

tloušťka : $t_p = 15,0 \text{ mm}$ šířka : $b_p = 350,0 \text{ mm}$

výška : $h_p = 645,4 \text{ mm}$ poloha nosníku : $a_1 = -20,0 \text{ mm}$

Rozmístění šroubů: jednořadé vrtání

$w_1 = 100,0 \text{ mm}$, $e = [75,4 \text{ mm}; 170,0 \text{ mm}; 170,0 \text{ mm}; 70,0 \text{ mm}; 70,0 \text{ mm}]$

1.3 Výsledky

1.3.1 Příklad u levé pásnice - Tuhá čelní deska

Momentová únosnost

Rozhodující komponenta

řada č.1 - Čelní deska v ohybu $F = 282,00 \text{ kN}$

řada č.2 - Čelní deska v ohybu $F = 123,63 \text{ kN}$

řada č.3 - Čelní deska v ohybu $F = 135,59 \text{ kN}$

řada č.4 - Čelní deska v ohybu $F = 115,60 \text{ kN}$

řada č.5 - Čelní deska v ohybu $F = 24,34 \text{ kN}$

Posouzení

$M_{y,Rd} = 282,69 \text{ kNm} > M_{y,Ed} = 277,47 \text{ kNm}$ **VYHOVUJE**

Smyková únosnost

Rozhodující komponenta : Šrouby ve střihu

Posouzení : $V_{z,Rd} = 359,06 \text{ kN} > V_{z,Ed} = 14,70 \text{ kN}$ **VYHOVUJE**

Únosnost svarů

Kritický bod : Horní pásnice

Maximální využití : (22,64%)

Ohybová tuhost



Pouze pro nekomerční využití



Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 214289,33 \text{ kNm/rad}$

Sečná tuhost : $S_{j,Ed} = 75409,80 \text{ kNm/rad}$

Sečná tuhost : $S_{j,Rd} = 71705,78 \text{ kNm/rad}$

Klasifikace : polotuhý

1.3.2 Příklad u pravé pásnice - Tuhá čelní deska

Momentová únosnost

Rozhodující komponenta

řada č.1 - Čelní deska v ohybu $F = 282,00 \text{ kN}$

řada č.2 - Čelní deska v ohybu $F = 123,63 \text{ kN}$

řada č.3 - Čelní deska v ohybu $F = 135,59 \text{ kN}$

řada č.4 - Čelní deska v ohybu $F = 115,60 \text{ kN}$

řada č.5 - Čelní deska v ohybu $F = 24,34 \text{ kN}$

Posouzení

$M_{y,Rd} = 282,69 \text{ kNm} > M_{y,Ed} = 277,47 \text{ kNm}$ **VYHOVUJE**

Smyková únosnost

Rozhodující komponenta : Šrouby ve stříhu

Posouzení : $V_{z,Rd} = 359,06 \text{ kN} > V_{z,Ed} = 14,70 \text{ kN}$ **VYHOVUJE**

Únosnost svarů

Kritický bod : Horní pásnice

Maximální využití : (22,64%)

Ohybová tuhost

Počáteční tuhost : $S_{j,ini} = 214289,33 \text{ kNm/rad}$

Sečná tuhost : $S_{j,Ed} = 75409,80 \text{ kNm/rad}$

Sečná tuhost : $S_{j,Rd} = 71705,78 \text{ kNm/rad}$

Klasifikace : polotuhý

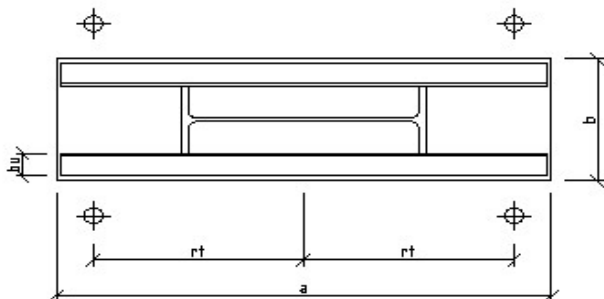


6.4 Vetknutá patka

Materiálové charakteristiky oceli

$$f_y = 355,00 \text{ MPa}$$

Geometrie ocelové patky



$$a = 2000,00 \text{ mm}$$

$$b = 544,00 \text{ mm}$$

$$t_p = 40,00 \text{ mm}$$

$$r_t = 850,00 \text{ mm}$$

$$b_u = \text{šířka U výztuhy} = 102,00 \text{ mm}$$

Beton patky

C20/25

$$f_{ck} = 20,00 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c = 1,50$$

$$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c} = 13,33 \text{ MPa}$$

Rozměry betonové patky

$$a_c = 3000,00 \text{ mm}$$

$$b_c = 2000,00 \text{ mm}$$

$$v_c = 1200,00 \text{ mm}$$

Započitatelné rozměry betonové patky

$$a_1 = \min(a_c; 3a; a + v_c) = 3000,00 \text{ mm}$$

$$b_1 = \min(b_c; 3b; b + v_c) = 1632,00 \text{ mm}$$

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{ab}} = 2,12$$

$$f_{jd} = \frac{2 k_j f_{ck}}{3 \gamma_c} = 18,86 \text{ MPa}$$

Započitatelný přesah desky

$$c = t_p \sqrt{\frac{f_{yd}}{3 f_{jd}}} = 100,20 \text{ mm}$$

$$b_{eff} = 2(b_u + c) = 404,41 \text{ mm}$$

Výška podlití

$$v_p = \min(0,1a; 0,1b) = 54,40 = 60,00 \text{ mm}$$

Výpočet sil do šroubů

$$e = \frac{M_{ed}}{N_{ed}}$$

x - délka tlačené oblasti pod patním plechem, určí se z momentové podmínky rovnováhy k působišti šroubů

$$N_{ed} = (e + r_t) = N_c \left(r_t + \frac{a}{2} - \frac{x}{2} \right)$$

$$N_c = b_{eff} f_{jd}$$

Kvadratická rovnice z předchozích dvou rovnic

$$b_{eff} f_{jd} x^2 - b_{eff} f_{jd} (2r_t + a)x + 2N_{ed}(e + r_t) = 0$$

$$ax^2 + bx + c = 0$$

$$a = b_{eff} f_{jd} = 7625,60$$

$$b = -b_{eff} f_{jd} (2r_t + a) = -2,82E+04$$

$$c_{15} = 2N_{ed}(e + r_t) = 5,49E+03$$

$$c_{18} = 2N_{ed}(e + r_t) = 4,18E+03$$

$$c_{14} = 2N_{ed}(e + r_t) = 4,49E+03$$

$$c_{16} = 2N_{ed}(e + r_t) = 4,65E+03$$

$$c_{17} = 2N_{ed}(e + r_t) = 4,54E+03$$

$$T = N_c - N_{ed}$$

Níže jsou uvedeny tahové síly v kotvách a tlakové síly působící na betonovou patku pro rozhodující kombinace. Největší síly tlakové i tahové je dosaženo při kombinaci NC15, na tuto kombinaci bude patka posouzena.

NC15

$$M_{ed} = 2395,73 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = 412,44 \text{ kN}$$

$$e = 5808,68 \text{ mm}$$

$$x_1 = 3493,84 \text{ mm}$$

$$x_2 = 206,16 \text{ mm}$$

$$N_c = 1572,08 \text{ kN}$$

$$T = 1159,64 \text{ kN}$$

NC18

$$M_{ed} = 1921,88 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = 197,42 \text{ kN}$$

$$e = 9734,98 \text{ mm}$$

$$x_1 = 3545,41 \text{ mm}$$

$$x_2 = 154,59 \text{ mm}$$

$$N_c = 1178,81 \text{ kN}$$

$$T = 981,39 \text{ kN}$$

NC14

$$M_{ed} = 2022,33 \text{ kNm}$$

$$N_{ed} = 259,39 \text{ kN}$$

$$e = 7796,48 \text{ mm}$$

$$x_1 = 3533,53 \text{ mm}$$

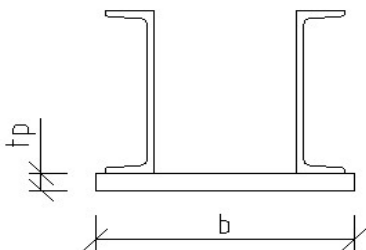
$$x_2 = 166,47 \text{ mm}$$

$$N_c = 1269,45 \text{ kN}$$

T	=	1010,06 kN
NC16		
M_{ed}	=	2081,70 kNm
N_{ed}	=	287,96 kN
e	=	7229,13 mm
x_1	=	3527,00 mm
x_2	=	173,00 mm
N_c	=	1319,23 kN
T	=	1031,27 kN

NC17		
M_{ed}	=	2075,00 kNm
N_{ed}	=	231,29 kN
e	=	8971,42 mm
x_1	=	3531,28 mm
x_2	=	168,72 mm
N_c	=	1286,56 kN
T	=	1055,27 kN

Průřez patky



Patní plech

b	=	544,00 mm
t_p	=	40,00 mm

Výztuhy

2xU 380		
A_u	=	16080,00 mm ²
I_y	=	3,15E+08 mm ⁴
h	=	380,00 mm
A_{vz}	=	10646,00 mm ²

Svařený průřez

$$A = bt_p + A_u = 37840,00 \text{ mm}^2$$

$$z_t = \frac{\Sigma A_i z_i}{A} = 109,24 \text{ mm}$$

$$I_y = \Sigma(I_y + Az^2) = 7,26E+08 \text{ mm}^4$$

$$e_h = 310,76 \text{ mm}$$

$$e_d = 109,24 \text{ mm}$$

$$W_{y,h} = \frac{I_y}{e_h} = 2,34E+06 \text{ mm}^3$$

$$W_{y,d} = \frac{I_y}{e_d} = 6,64E+06 \text{ mm}^3$$

Výpočet vnitřních sil**Tlačená (pravá) strana patky**

$$L_P = 505,00 \text{ mm}$$

$$M_P = N_c(L_P - \frac{x}{2}) = 631,85 \text{ kNm}$$

$$V_P = N_c = 1572,08 \text{ kN}$$

obrázek**Tažená (levá) strana patky**

$$L_L = 355,00 \text{ mm}$$

$$M_L = TL_L = 411,67 \text{ kNm}$$

$$V_L = T = 1159,64 \text{ kN}$$

$$M_{max} = \max(M_P; M_L) = 631,85 \text{ kNm}$$

$$V_{max} = \max(V_P; V_L) = 1572,08 \text{ kN}$$

Posouzení průřezu patky

$$\sigma_{h,max} \leq f_y \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$\sigma_{h,max} = \frac{M_{max}}{W_{y,h}} = 270,50 \text{ MPa}$$

$$\tau_{max} \leq \frac{f_y}{\sqrt{3}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$\tau_{max} = \frac{V_{max}}{A_{vz}} = 147,67 \text{ MPa}$$

Interakce smyku a ohybu

$$\sqrt{\sigma_2^2 + 3\tau^2} \leq f_y$$

VYHOVUJE

$$\sigma_2 = \frac{M_{max}}{I_y} z_2 = 136,23 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_2^2 + 3\tau^2} = 289,79 \text{ MPa}$$

$$z_2 = 156,50 \text{ mm}$$

Připojení podélných výztuh k patnímu plechu

Navrženy dva svary na jednu výztuhu U380

$$f_u = 490,00 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,90$$

$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$k = \text{počet svarů} = 4,00$$

$$l = \text{délka svaru} = 1960,00 \text{ mm}$$

$$a = 7,00 \text{ mm}$$

Vnitřní síly jsou vzaty z obálky všech kombinací.

$$N_{ed} = 653,23 \text{ kN}$$

$$V_{ed} = 408,88 \text{ kN}$$

$$M_{ed} = 2395,73 \text{ kNm}$$

$$V_{max} = 1572,08 \text{ kN}$$

$$A_{we} = akl = 54880,00 \text{ mm}^2$$

$$I_{we} = \frac{1}{12} akl^3 = 1,76E+10 \text{ mm}^4$$

$$S_{f,y} = bt_p(z_t - \frac{t_p}{2}) = 1,94E+06 \text{ mm}^3$$

Řez 1-1 (posouzení v líci sloupu)

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{ed}}{A_{we}} + \frac{V_{max} S_{f,y}}{I_y k a_{we}} = 157,65 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{ed}}{A_{we}} + \frac{M_{ed}}{I_{we}} x_1 = 79,40 \text{ MPa}$$

$$x_1 = 495,00 \text{ mm}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = 56,15 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$$

VYHOVUJE

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = 295,24 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = 435,56 \text{ MPa}$$

Řez 2-2 (posouzení na konci patky)

$$\tau_{\parallel} = \frac{V_{ed}}{A_{we}} = 7,45 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{we} = \frac{N_{ed}}{A_{we}} + \frac{M_{ed}}{I_{we}} x_2 = 145,54 \text{ MPa}$$

$$x_2 = 980,00 \text{ mm}$$

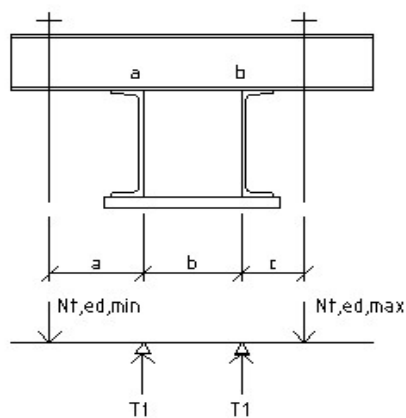
$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{\sigma_{we}}{\sqrt{2}} = 102,91 \text{ MPa}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = 206,23 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = 435,56 \text{ MPa}$$

Kotevní šrouby



$$T_1 = \frac{T_{max}}{2} = 579,82 \text{ kN}$$

$$a = 300,00 \text{ mm}$$

$$b = 316,00 \text{ mm}$$

$$c = 200,00 \text{ mm}$$

$$N_{t,ed,max} = \frac{T_1(2a + b)}{a + b + c} = 650,88 \text{ kN}$$

$$N_{t,ed,min} = T_{max} - N_{t,ed,max} = 508,76 \text{ kN}$$

Navržena kotva M72x4

$$F_{t,rd} \geq N_{t,ed,max} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$F_{t,rd} = 761,16 \text{ kN}$$

Kotevní příčník

$M_{a,d} = N_{t,ed,min} a$	=	152,63 kNm
$V_{a,d} = N_{t,ed,min}$	=	508,76 kN
$M_{b,d} = N_{t,ed,max} c$	=	130,18 kNm
$V_{b,d} = N_{t,ed,max}$	=	650,88 kN
$V_{max} = \max(V_{a,d}; V_{b,d})$	=	650,88 kN
Návrženo 2xU220		
$W_{pl,y}$	=	584000,00 mm ³
A_{vz}	=	4124,00 mm ²

Posouzení

$$V_{pl,rd} = \frac{A_{vz} f_{yd}}{\sqrt{3}} = 845,25 \text{ kN}$$

$$V_{pl,rd} \geq V_{max} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$V_{pl,rd} \leq 2V_{max} \quad \underline{\text{VELKÝ SMYK}}$$

Průřez a

$$\rho = \left(\frac{2V_{a,d}}{V_{pl,rd}} - 1 \right)^2 = 0,04$$

$$M_{a,d} = 152,63 \text{ kNm}$$

$$M_{v,rd} = W_{pl,y} f_{yd} (1 - \rho) = 198,71 \text{ kNm}$$

$$M_{v,rd} \geq M_{a,d} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Průřez b

$$\rho = \left(\frac{2V_{b,d}}{V_{pl,rd}} - 1 \right)^2 = 0,29$$

$$M_{b,d} = 130,18 \text{ kNm}$$

$$M_{v,rd} = W_{pl,y} f_{yd} (1 - \rho) = 146,85 \text{ kNm}$$

$$M_{v,rd} \geq M_{b,d} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Posouzení svaru mezi výztuhou U380 a plechem ztužidla

N_{ed}	=	111,34 kN
$N_{ed,x}$		85,00 kN
$N_{ed,y}$		71,90 kN
$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3}(\beta_w \gamma_{M2})}$	=	251,47 MPa
f_u	=	490,00 MPa
β_w	=	0,90
γ_{M2}	=	1,25

Svar na pásnici U380

l	=	65,00 mm
a	=	4,00 mm
i počet svarů	=	2,00
$F_{w,rd} = f_{vw,d} a i l$	=	130,76 kN
$N_{ed,x} \leq F_{w,rd}$		<u>VYHOVUJE</u>

Svar na stojně U380

l	=	313,00 mm
a	=	4,00 mm
i počet svarů	=	2,00
$F_{w,rd} = f_{vw,d} a i l$	=	629,68 kN
$N_{ed,y} \leq F_{w,rd}$		<u>VYHOVUJE</u>

Přenos smykové síly do základu

Návrh smykové zarážky

HEB 320

h	=	320,00 mm
b	=	320,00 mm
$F_{v,ed}$	=	408,88 kN
a	=	4,00 mm
$h \geq \frac{F_{v,ed}}{b \frac{f_{ck}}{\gamma_c}}$	=	95,83 mm = 100,00 mm

Návrh přípoje zarážky k patnímu plechu

Posouzení v bodě 1 (v místě přechodu stojiny na pásnici)

$\tau_{\parallel} = \frac{F_{v,ed}}{2al}$	=	227,16 MPa
l	=	225,00 mm
$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,ed} e}{I_w z_1}$	=	31,59 MPa
$e = \frac{h}{2} + v_p$	=	110,00 mm
v_p	=	60,00 mm
$z_1 = \frac{l}{2}$	=	112,50 mm
I_w	=	1,13E+08 mm ⁴
$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$		<u>VYHOVUJE</u>
$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)}$	=	398,48 MPa
$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}}$	=	435,56 MPa
$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$		<u>VYHOVUJE</u>
$\frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}}$	=	352,80 MPa

Posouzení v bodě 2 (svar na vnější straně pásnice smykové zarážky)

$$\tau_{\parallel} = 0,00 \text{ MPa}$$

$$\tau_{\perp} = \sigma_{\perp} = \frac{1}{\sqrt{2}} \frac{F_{v,ed} e}{\frac{I_w}{z_2}} = 44,92 \text{ MPa}$$

$$z_2 = \frac{h}{2} = 160,00 \text{ mm}$$

$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

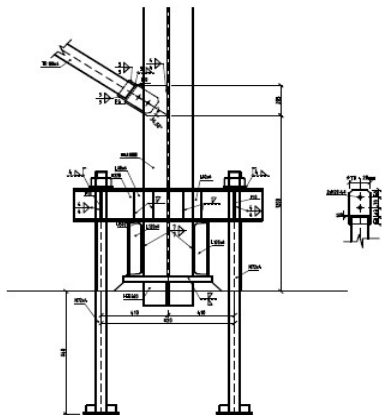
$$\sqrt{\sigma_{\perp}^2 + 3(\tau_{\perp}^2 + \tau_{\parallel}^2)} = 89,84 \text{ MPa}$$

$$\frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M2}} = 435,56 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{\perp} \leq \frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$\frac{0,9 f_u}{\gamma_{M2}} = 352,80 \text{ MPa}$$

Alternativně by šel detail navrhnout jako na obrázku níže, výhodou by bylo, že trubka ztužidla nebude částečně zabetonovaná, nevýhodou by byla značná excentricita přípoje ztužidla.



6.5 Kloubová patka

Materiálové charakteristiky oceli

f_y	=	355,00 MPa
f_u	=	490,00 MPa
γ_{M2}	=	1,25

Geometrie ocelové patky

a	=	290,00 mm
b	=	340,00 mm
t_p	=	30,00 mm

Patní plech bude připevněn do patky přes lepené kotvy HILTI M30 8.8.

Beton patky

C20/25

f_{ck}	=	20,00 MPa
γ_c	=	1,50
$f_{cd} = \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$	=	13,33 MPa

Rozměry betonové patky

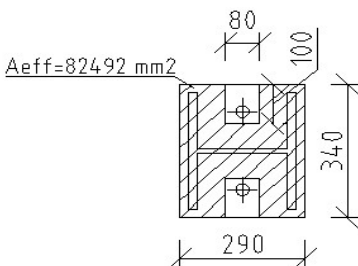
a_c	=	3000,00 mm
b_c	=	3000,00 mm
v_c	=	1200,00 mm

Započitatelné rozměry betonové patky

$a_1 = \min(a_c; 3a; a + v_c)$	=	870,00 mm
$b_1 = \min(b_c; 3b; b + v_c)$	=	1020,00 mm
$k_j = \sqrt{\frac{a_1 b_1}{ab}}$	=	3,00
$f_{jd} = \frac{2 k_j f_{ck}}{3 \gamma_c}$	=	26,67 MPa

Započitatelný přesah desky

$c = t_p \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}}$	=	63,20 mm
A_{eff} určeno graficky	=	8,25E+04 mm ²



Posouzení patky

$$\begin{array}{lcl} N_{rd} = A_{eff} f_{jd} & = & 2199,79 \text{ kN} \\ N_{ed} & \text{NC2} & = 1497,40 \text{ kN} \\ N_{ed} \leq N_{rd} & & \underline{\text{VYHOVUJE}} \\ v_p = \min(0,1a; 0,1b) & = & 29,00 = 20,00 \text{ mm} \end{array}$$

Ve sloupech, které jsou součástí ztužidla vzniká přídavná normálová síla 127,05 kN, kterou patka bezpečně přenese.

Kotvy posouzeny softwarem HILTI PROFIS ANCHOR. Viz. Přílohy str. 136

Pod kloubovými patkami budou přivařeny pojistné smykové zarážky HEB 100.

Jsou navrženy pro případ porušení lepených kotev HILTI, pokud by v hale nebyli navrženy mostové jeřáby vyvozující značné vodorovné síly, smykové zarážky by byli nejspíš zbytečné.

6.6 Detaily ztužidel

Stěnová ztužidla

Typický přípoj stěnových ztužidel

Všechny přípoje stěnových ztužidel budou provedeny podobným způsobem, do trubky bude přivařen plech tl. 10 mm který bude přišroubován dvěma šrouby M20 na styčnickový plech.

i	počet svarů na trubku	=	4,00
a		=	3,00 mm
l		=	50,00 mm
$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3}(\beta_w \gamma_{M2})}$		=	251,47 MPa
f_u		=	490,00 MPa
β_w		=	0,90
γ_{M2}		=	1,25
$F_{w,rd} = f_{vw,d} a i l$		=	150,88 kN
k	počet šroubů	=	2,00
$F_{v,rd}$		=	94,10 kN
$F_{b,rd}$		=	123,60 kN
$V_{rd} = k \min(F_{v,rd}; F_{b,rd})$		=	188,20 kN
$N_{ed,max}$	maximální normálová síla ve stěnovém ztužidle	=	130,67 kN
$N_{ed,max} \leq V_{rd}$			<u>VYHOVUJE</u>
$N_{ed,max} \leq F_{w,rd}$			<u>VYHOVUJE</u>

Střešní ztužidla

Typický přípoj střešních ztužidel

Všechny přípoje střešních ztužidel budou provedeny podobným způsobem, do trubky bude přivařen plech tl. 10 mm který bude přišroubován dvěma šrouby M16 na styčnickový plech.

i	počet svarů na trubku	=	4,00
a		=	3,00 mm
l		=	40,00 mm
$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3}(\beta_w \gamma_{M2})}$		=	251,47 MPa
f_u		=	490,00 MPa
β_w		=	0,90
γ_{M2}		=	1,25
$F_{w,rd} = f_{vw,d} a i l$		=	120,70 kN
k	počet šroubů	=	2,00
$F_{v,rd}$		=	60,30 kN
$F_{b,rd}$		=	120,90 kN
$V_{rd} = k \min(F_{v,rd}; F_{b,rd})$		=	120,60 kN
$N_{ed,max}$	maximální normálová síla ve střešním ztužidle	=	61,85 kN

$$N_{ed,max} \leq V_{rd}$$

$$N_{ed,max} \leq F_{w,rd}$$

VYHOVUJE

VYHOVUJE

Přípoj svislice ztužidla ve vnitřním rámovém rohu

viz. Výkresová dokumentace - Detail 2

2xM16 8.8

$F_{t,rd}$	=	90,40 kN	
f_y	=	355,00 MPa	
t_f	=	10,00 mm	
m	=	25,00 mm	obrázek
e	=	40,00 mm	
$n = \min(e; 1,25m)$	=	31,25 mm	

Působí samostatně

Kruhové porušení

$l_{eff,cp} = 2\pi m$	=	157,00 mm	
-----------------------	---	-----------	--

Nekruhové porušení

$l_{eff,op} = 4m + 1,25e$	=	150,00 mm	
---------------------------	---	-----------	--

$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp})$	=	150,00 mm	
--	---	-----------	--

$l_{eff,2} = l_{eff,nc}$	=	150,00 mm	
--------------------------	---	-----------	--

$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$	=	1,33 kNm	
---	---	----------	--

$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0}$	=	1,33 kNm	
---	---	----------	--

$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m}$	=	213,00 kN	
---------------------------------------	---	-----------	--

$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n \Sigma F_{t,rd}}{m + n}$	=	147,78 kN	
---	---	-----------	--

$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd}$	=	180,80 kN	
--------------------------------	---	-----------	--

$F_{T,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd})$	=	147,78 kN	
---	---	-----------	--

N_{ed}	=	130,67 kN	
----------	---	-----------	--

$N_{ed} \leq F_{T,rd}$		<u>VYHOVUJE</u>	
------------------------	--	-----------------	--

Svary trubky S5

$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3}(\beta_w \gamma_{M2})}$	=	251,47 MPa	
--	---	------------	--

$F_{w,rd} = f_{vw,d} a l$	=	331,64 kN	
---------------------------	---	-----------	--

$l = \pi d$	=	439,60 mm	
-------------	---	-----------	--

d	=	140,00 mm	
-----	---	-----------	--

a	=	3,00 mm	
-----	---	---------	--

N_{ed}	=	130,67 kN	
----------	---	-----------	--

$N_{ed} \leq F_{w,rd}$		<u>VYHOVUJE</u>	
------------------------	--	-----------------	--

Prolomení stěny trubky

$N_{1,rd} \geq N_{ed}$		<u>VYHOVUJE</u>
$M_{ip,1,rd} \geq M_{ed}$		<u>VYHOVUJE</u>
N_{ed}	=	42,80 kN
$M_{ed} = N_{ed}p$	=	3,47 kNm
p	=	81,00 mm
$N_{1,rd} = 5k_p f_{y0} t_0^2 (1 + 0,25\eta) / \gamma_{M5}$	=	46,21 kN
$M_{1,rd} = N_{1,rd} h_1$	=	7,39 kNm
γ_{M5}	=	1,00
t_1	=	10,00 mm
d_0	=	140,00 mm
t_0	=	4,50 mm
h_1	=	160,00 mm
b_1		100,00
$\beta \geq 0,4$		<u>VYHOVUJE</u>
$\beta = \frac{b_1}{d_0}$		0,71
$\eta \leq 4$		<u>VYHOVUJE</u>
$\eta = \frac{h_1}{d_0}$	=	1,14
k_p	=	1,00
f_{y0}	=	355,00

6.7 Konzola jeřábu

f_y	=	355,00 MPa
$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}}$	=	0,81
γ_G	=	1,35
γ_{M0}	=	1,00

Vnitřní síly

F_{ed}	=	232,51 kN
L	=	630,00 mm
e	=	455,00 mm

Návrh konzolky - HEB 340

G	=	1,34 kN/m
A	=	17090,00 mm ²
$W_{pl,y}$	=	2408000,00 mm ³
A_v	=	5609,00 mm ²

Výpočet vnitřních sil

$M_{ed} = F_{ed}e + \frac{1}{2}G\gamma_G L^2$	=	106,15 kNm
$V_{ed} = F_{ed} + G\gamma_G L$	=	233,65 kN

Posouzení konzoly

$M_{ed} \leq M_{rd}$	=	<u>VYHOVUJE</u>
$M_{rd} = W_{pl,y}f_y$	=	854,84 kNm
$V_{ed} \leq V_{pl,rd}$	=	<u>VYHOVUJE</u>
$V_{pl,rd} = \frac{A_v(f_y/\sqrt{3})}{\gamma_{M0}}$	=	1149,62 kN

Boulení pod lokálním břemenem

$F_{rd} = \frac{f_{yw}L_{eff}t_w}{\gamma_{M1}} \leq V_{ed}$	=	<u>VYHOVUJE, NENÍ NUTNÁ VÝZTUHA</u>
$L_{eff} = \chi_F l_y$	=	323,00 mm
$l_y = s_s + 2t_f(1 + \sqrt{m_1 + m_2})$	=	323,00 mm
s_s stanoveno graficky	=	65,00 mm
$m_1 = \frac{f_y b_f}{f_y t_w}$	=	25,00
m_2 konzervativně	=	0,00
b_f	=	300,00 mm
t_f	=	21,50 mm
t_w	=	12,00 mm

$$\chi_F = \frac{0,5}{\lambda_F} < 1 \quad = \quad 1,11 \quad = \quad 1,00$$

$$\lambda_F = \sqrt{\frac{l_y t_w f_y}{F_{cr}}} \quad = \quad 0,45$$

$$F_{cr} = 0,9 k_f E \frac{t_w^3}{h_w} \quad = \quad 6819,97 \quad \text{kN}$$

$$k_f = 2 + 6 \left(\frac{s_s + c}{h_w} \right) \leq 6 \quad = \quad 6,20 \quad = \quad 6,00$$

$$c \quad = \quad 143,00 \quad \text{mm}$$

$$h_w \quad = \quad 297,00 \quad \text{mm}$$

$$a \quad = \quad 910,00 \quad \text{mm}$$

$$F_{rd} = \frac{f_{yw} L_{eff} t_w}{\gamma_{M1}} \quad = \quad 1375,98 \quad \text{kN}$$

Smyková únosnost při boulení

$$\frac{h_w}{t_w} < \frac{72}{\eta} \varepsilon \quad \text{NENÍ NUTNÉ POSUZOVAT}$$

$$\frac{h_w}{t_w} \quad = \quad 20,25$$

$$\frac{h_w}{t_w} \quad = \quad 243,00 \quad \text{mm}$$

$$t_w \quad = \quad 12,00 \quad \text{mm}$$

$$\frac{72}{\eta} \varepsilon \quad = \quad 48,82$$

$$\eta \quad = \quad 1,20$$

Střih šroubů držících jeřábový nosník

2x M16 8.8. předpjaté

$$F_{s,rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C} \quad = \quad 13,29 \quad \text{kN}$$

$$k_s \quad = \quad 0,63$$

$$\mu \quad = \quad 0,30$$

$$n \quad = \quad 1,00$$

$$\gamma_{M3} \quad = \quad 1,25$$

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s \quad = \quad 87,92 \quad \text{kN}$$

$$A_s \quad = \quad 157,00 \quad \text{mm}^2$$

$$f_{ub} \quad = \quad 800,00 \quad \text{MPa}$$

$$V_{ed} \quad = \quad 16,44 \quad \text{kN}$$

$$i \quad \text{počet šroubů} \quad = \quad 2,00$$

$$F_{s,rd} i \geq V_{ed} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Posouzení otláčení

$$F_{b,rd} = 120,90 \text{ kN}$$

$$F_{b,rd}k \geq V_{ed} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Návrh trubky přenášející vodorovné síly

$$N_{ed} = 43,19 \text{ kN}$$

$$L = L_{cr} = 450,00 \text{ mm}$$

Návrh TR 44,5x2,6

$$A = 342,00 \text{ mm}^2$$

$$i = 14,80 \text{ mm}$$

Ztráta stability v tlaku

$$\lambda = \frac{L_{cr}}{i} = 30,41$$

$$\lambda' = \frac{\lambda}{\lambda_1} = 0,40$$

$$\lambda_1 = 93,9 \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 76,40$$

$$\phi = 0,5[1 + \alpha(\lambda' - 0,2) + \lambda'^2] = 0,60$$

$$\chi = \frac{1}{\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda'^2}} = 0,95$$

$$\alpha = 0,21$$

$$N_{rd} = \chi A f_y = 115,74 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq N_{rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Předpjaté šrouby vodorovné trubky

2xM24 8.8.

$$F_{s,rd} = \frac{k_s n \mu}{\gamma_{M3}} F_{p,C} = 29,89 \text{ kN}$$

$$k_s = 0,63$$

$$\mu = 0,30$$

$$n = 1,00$$

$$\gamma_{M3} = 1,25$$

$$F_{p,C} = 0,7 f_{ub} A_s = 197,68 \text{ kN}$$

$$A_s = 353,00 \text{ mm}^2$$

$$f_{ub} = 800,00 \text{ MPa}$$

$$k = \text{počet šroubů} = 2,00$$

$$V_{ed} = 43,19 \text{ kN}$$

$$F_{s,rd}k \geq V_{ed} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

$$F_{s,rd}k = 59,78 \text{ kN}$$

Posouzení otláčení

$$F_{b,rd} = 154,50 \text{ kN}$$

$$F_{b,rd} k \geq V_{ed} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Šrouby vodorovné trubky na pásnici sloupu

2xM16 8.8

$$F_{t,rd} = 90,40 \text{ kN}$$

$$f_y = 355,00 \text{ MPa}$$

$$t_f = 10,00 \text{ mm}$$

$$m = 39,00 \text{ mm}$$

$$e = 45,00 \text{ mm}$$

$$n = \min(e; 1,25m) = 45,00 \text{ mm}$$

Působí samostatně**Kruhové porušení**

$$l_{eff,cp} = 2\pi m = 244,92 \text{ mm}$$

Nekruhové porušení

$$l_{eff,op} = 4m + 1,25e = 212,25 \text{ mm}$$

$$l_{eff,1} = \min(l_{eff,nc}; l_{eff,cp}) = 212,25 \text{ mm}$$

$$l_{eff,2} = l_{eff,nc} = 212,25 \text{ mm}$$

$$M_{pl,1,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,1} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 1,88 \text{ kNm}$$

$$M_{pl,2,rd} = \frac{1}{4} l_{eff,2} t_f^2 f_y / \gamma_{M0} = 1,88 \text{ kNm}$$

$$F_{t,a,rd} = \frac{4M_{pl,1,rd}}{m} = 193,20 \text{ kN}$$

$$F_{t,b,rd} = \frac{2M_{pl,2,rd} + n \Sigma F_{t,rd}}{m + n} = 141,71 \text{ kN}$$

$$F_{t,c,rd} = \Sigma F_{t,rd} = 180,80 \text{ kN}$$

$$F_{T,rd} = \min(F_{t,a,rd}; F_{t,b,rd}; F_{t,c,rd}) = 141,71 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = 43,19 \text{ kN}$$

$$N_{ed} \leq F_{T,rd} \quad \underline{\text{VYHOVUJE}}$$

Svar vodorovné trubky

$$i \text{ počet svarů na trubku} = 4,00$$

$$a = 3,00 \text{ mm}$$

$$l = 50,00 \text{ mm}$$

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3}(\beta_w \gamma_{M2})} = 251,47 \text{ MPa}$$

$$f_u = 490,00 \text{ MPa}$$

$$\beta_w = 0,90$$

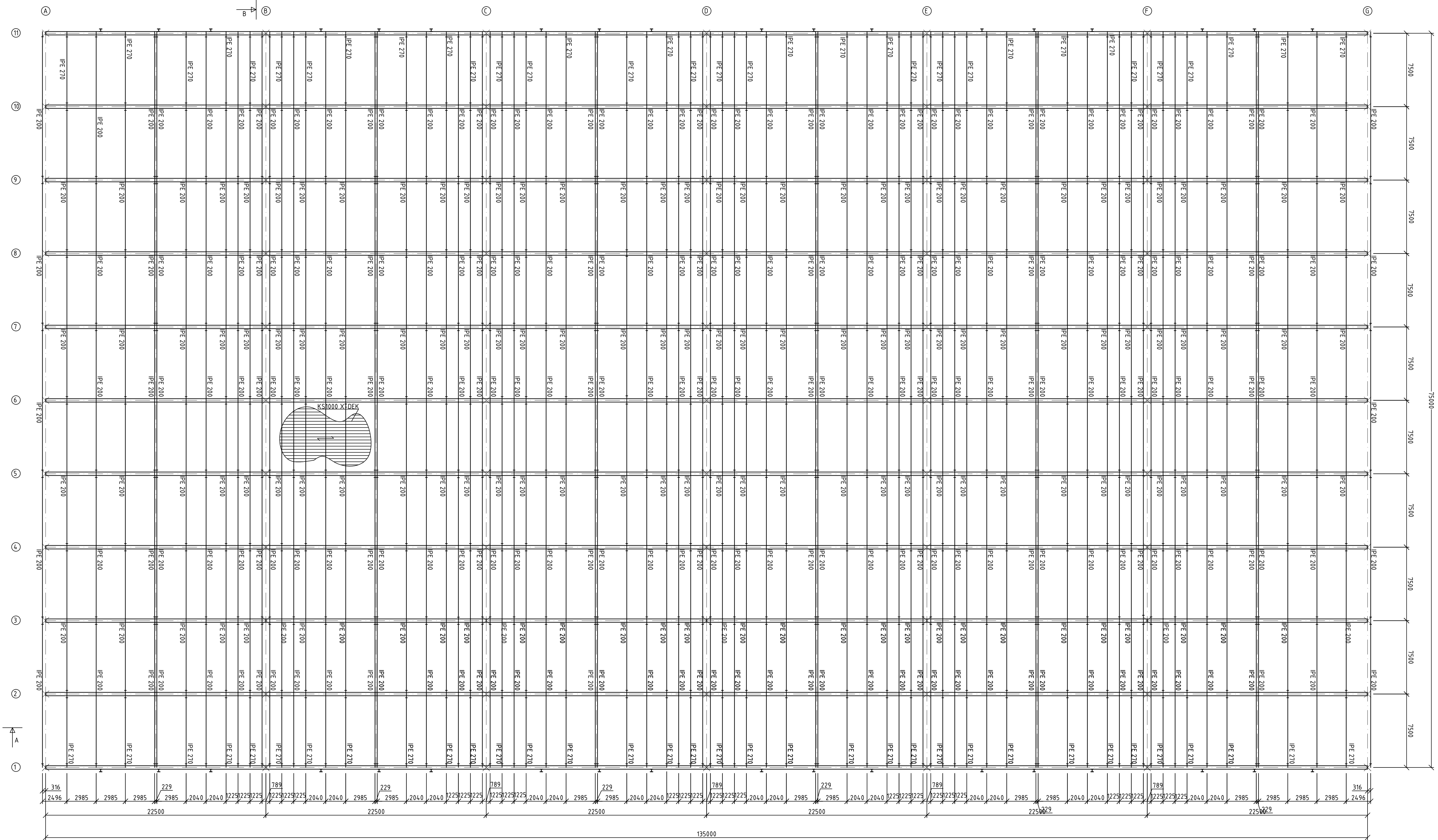
$$\gamma_{M2} = 1,25$$

$$F_{w,rd} = f_{vw,d} a i l = 150,88 \text{ kN}$$

$$\left| \begin{array}{l} N_{ed} \\ F_{w,rd} \geq N_{ed} \end{array} \right. = \begin{array}{l} 43,19 \text{ kN} \\ \underline{\text{VYHOVUJE}} \end{array}$$

SEZNAM VÝKRESŮ		
Číslo	Název	Měřítko
1	Pohled na střechu - vaznice	(1:200)
2	Pohled na střechu - ztužidla	(1:200)
3	Pohled a řez - příčný	(1:100)
4	Pohled a řez - podélný	(1:200)
5	Detaily 1	(1:10)
6	Detaily 2	(1:10)
7	Detaily 3	(1:10)
8	Detaily 4	(1:10)
9	Detaily 5	(1:10)

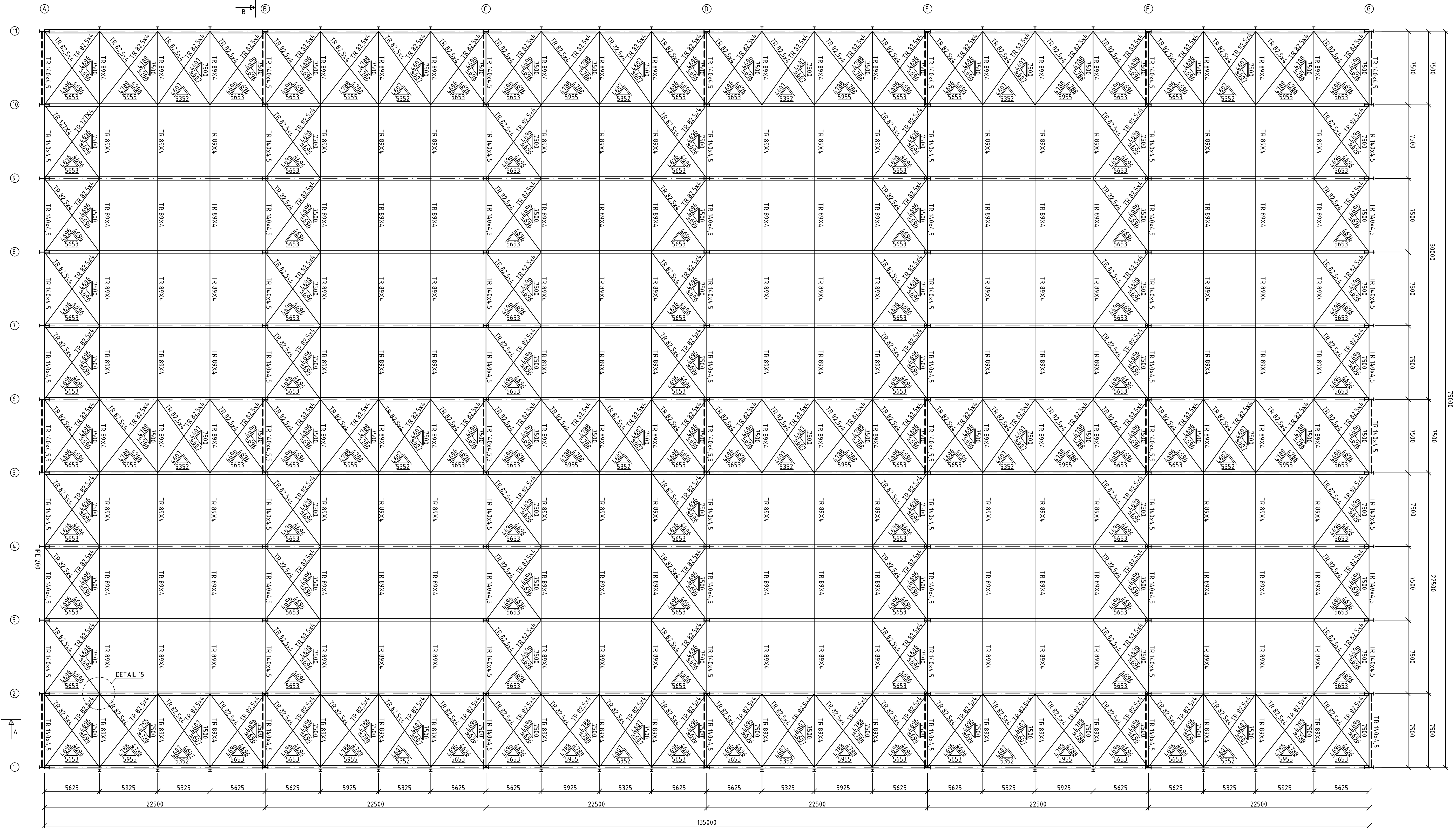
PŮDORYS STŘECHY - VAZNICE
1:200



Zpracoval Jiří Valach	Vedoucí práce Ing. Michal Jandera Ph.D.	Akademický rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět Akce	Diplomová práce Vícepodlažní hala s mostovými jeřáby		Formát Měřítko
Výkres	Půdorys střechy - vaznice		A1 1:200 Číslo výkresu 01

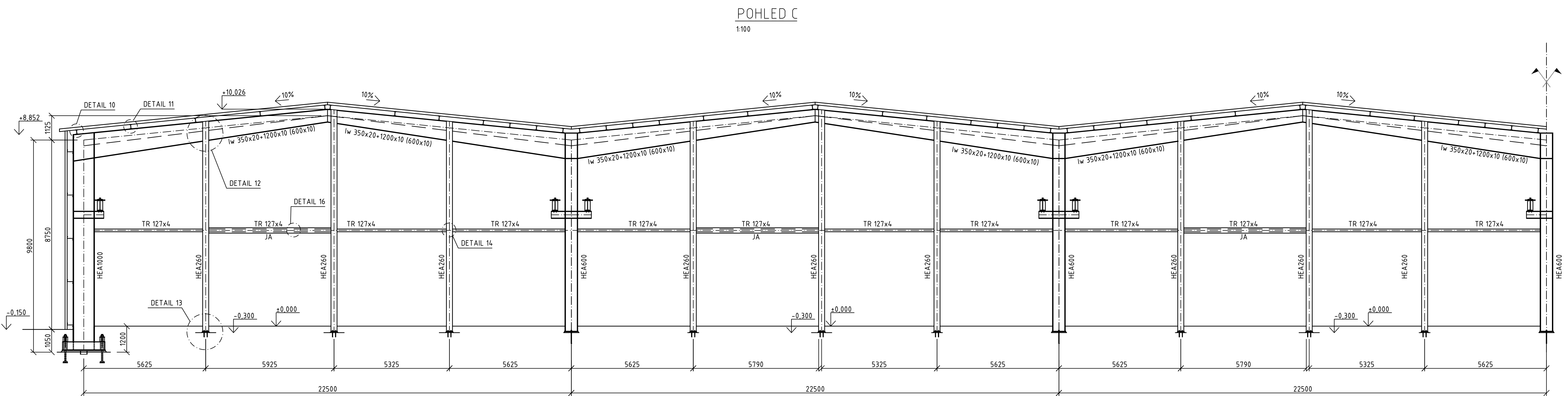
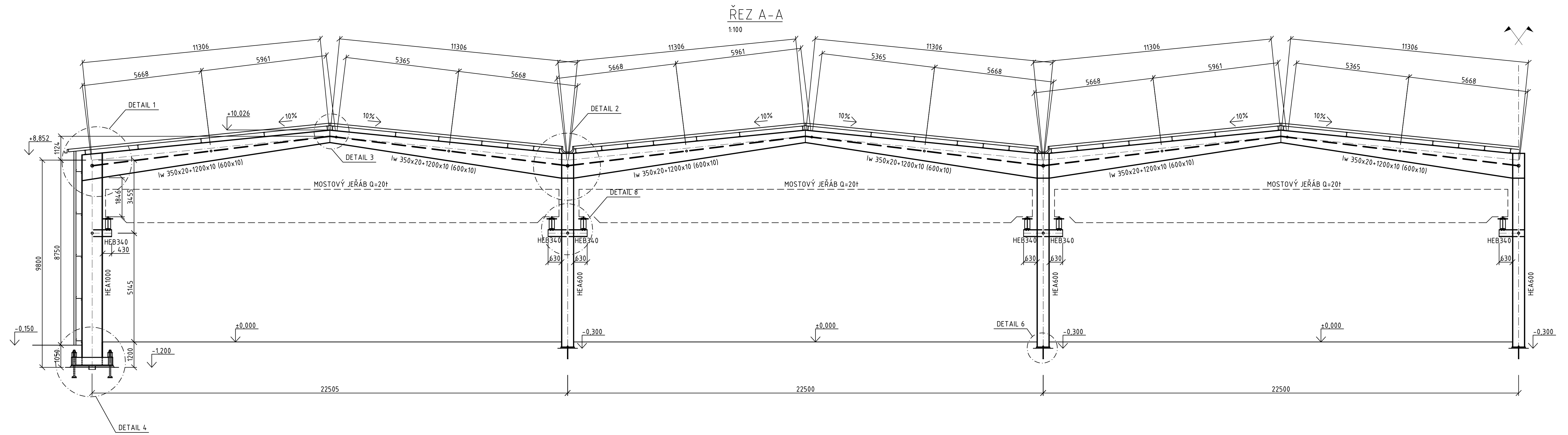
PŮDORYS STŘECHY - ZTUŽIDLA

1:200



OCEL S355 J0
SROUBY 8.8

Zpracoval Jiří Valach	Vedoucí práce Ing. Michal Jandera Ph.D.	Akademický rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět Akce	Diplomová práce Vícepodlažní hala s mostovými jeřáby		Formát Měřítko
Výkres	Půdorys střechy - vaznice		A1 1:200 Číslo výkresu 02

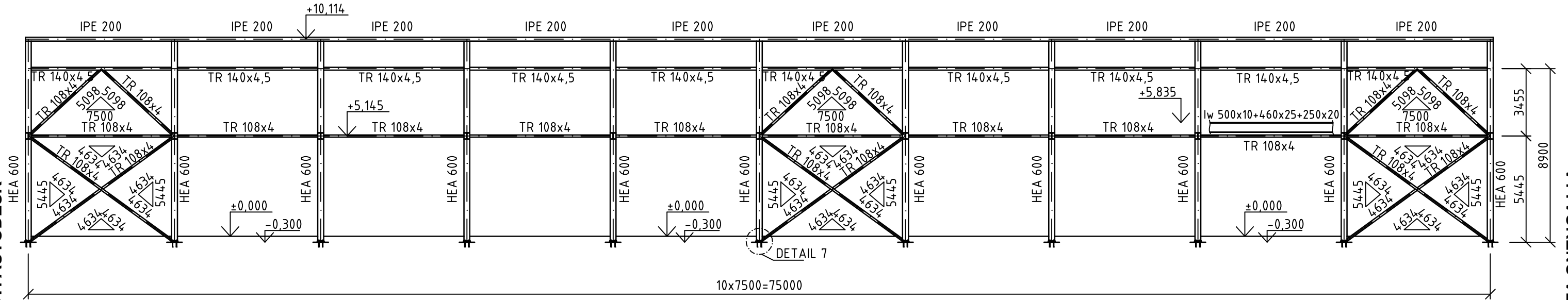


OCEL S355 J0
ŠROUBY 8.8
BETON C20/25

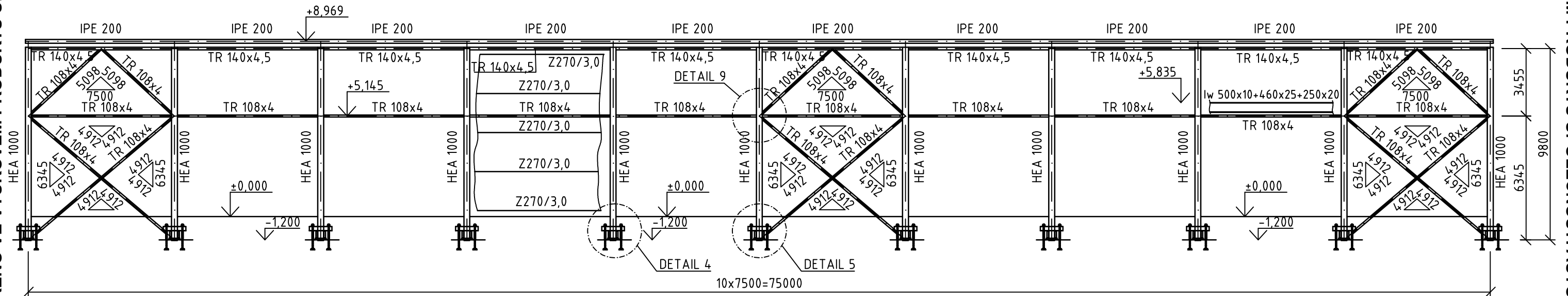
Zpracoval Jiří Valach	Vedoucí práce Ing. Michal Jandera Ph.D.	Akademický rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět Akce	Diplomová práce Vícepodlažní hala s mostovými jeřáby		Formát Měřítko
Výkres Příčný řez, pohled			A1 1:100 Číslo výkresu 03

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK


ŘEZ B-B
1:200



POHLED D
1:200



OCEL S355 J0
ŠROUBY 8.8
BETON C20/25

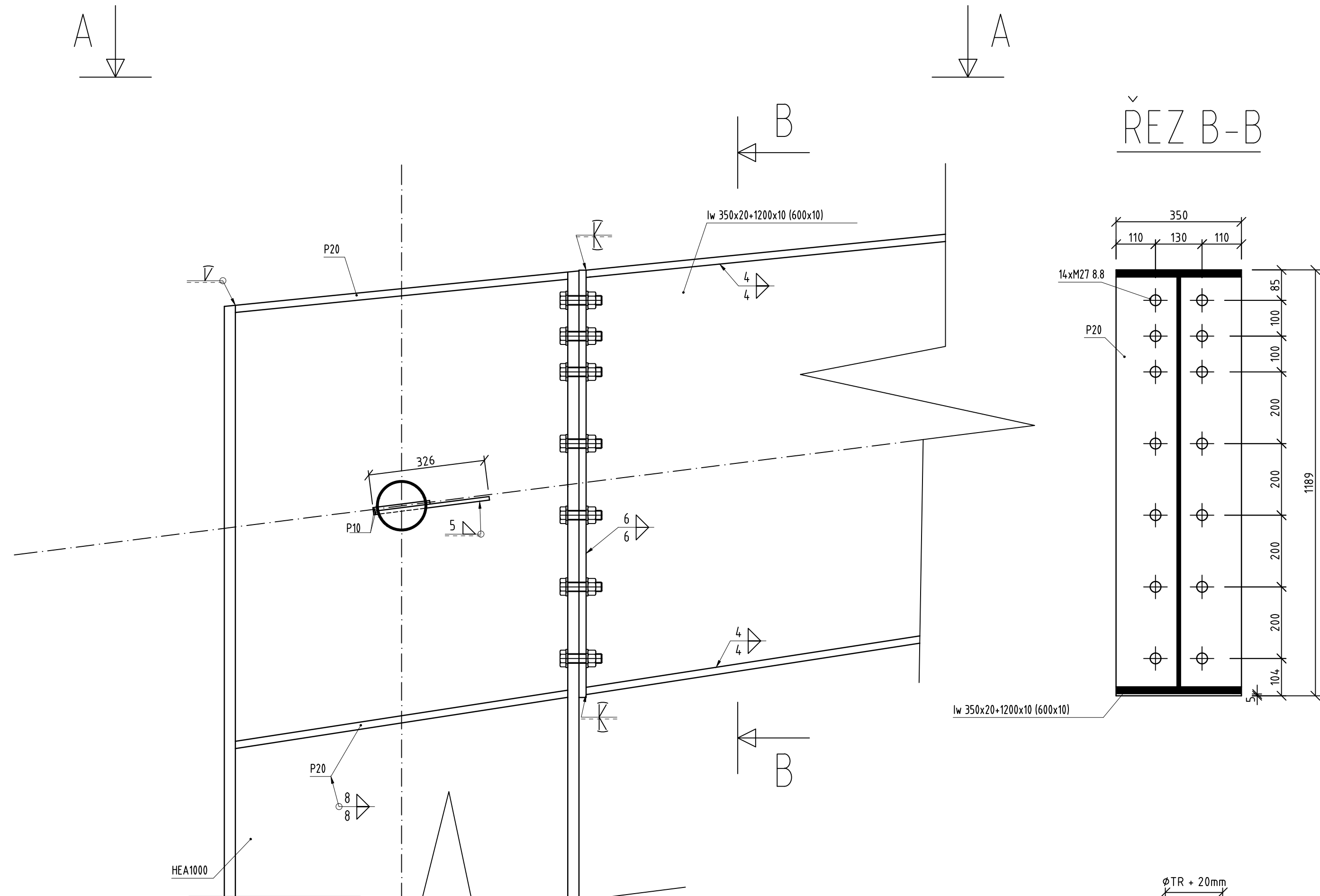
Zpracoval Jiří Valach	Vedoucí práce Ing. Michal Jandera Ph.D.	Akademický rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT 	
Předmět	Diplomová práce		Formát	A3
Akce	Vícelodní hala s mostovými jeřáby		Měřítko	1:200
Výkres	Podélný řez, pohled		Číslo výkresu	04

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

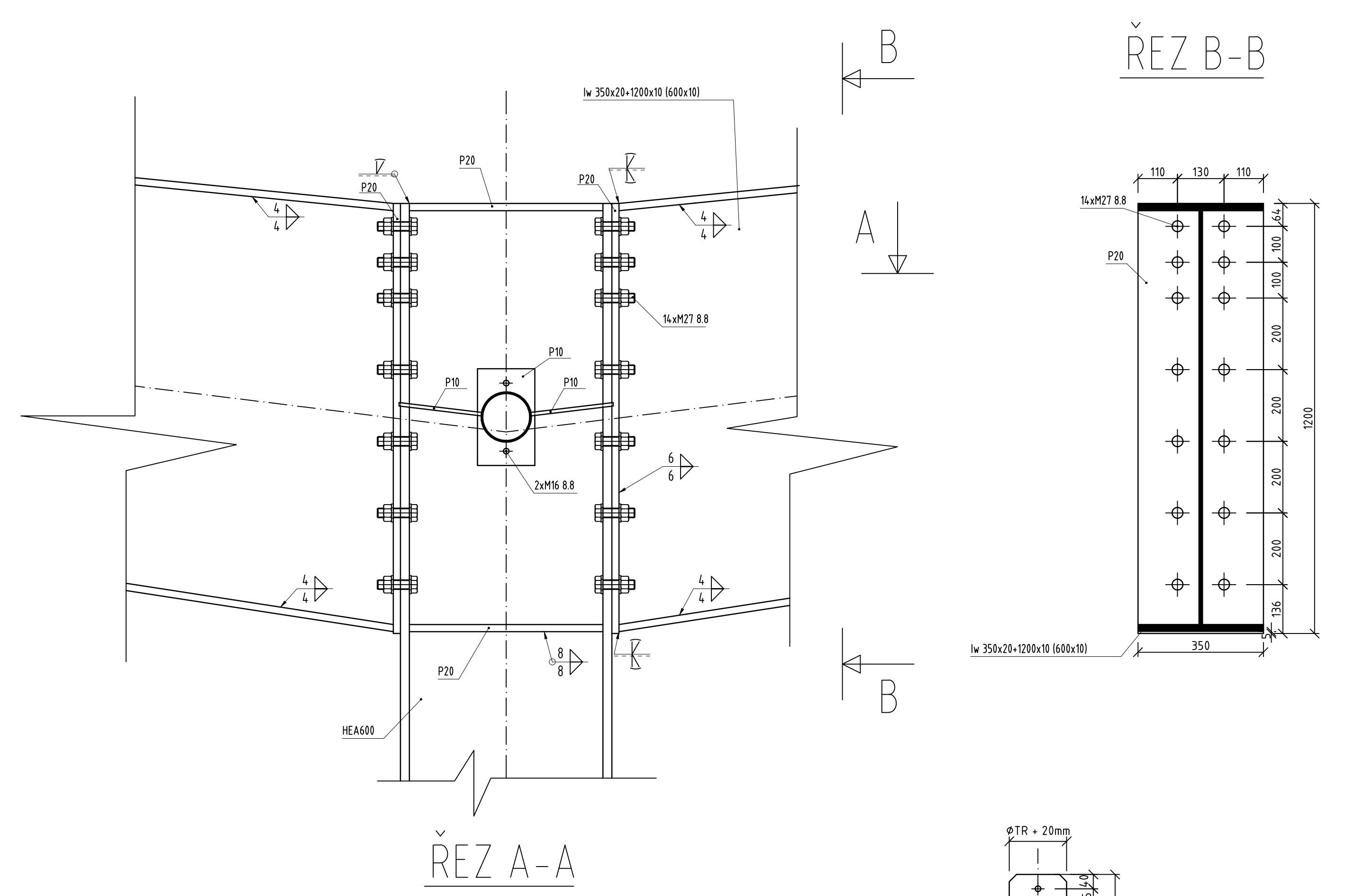
VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

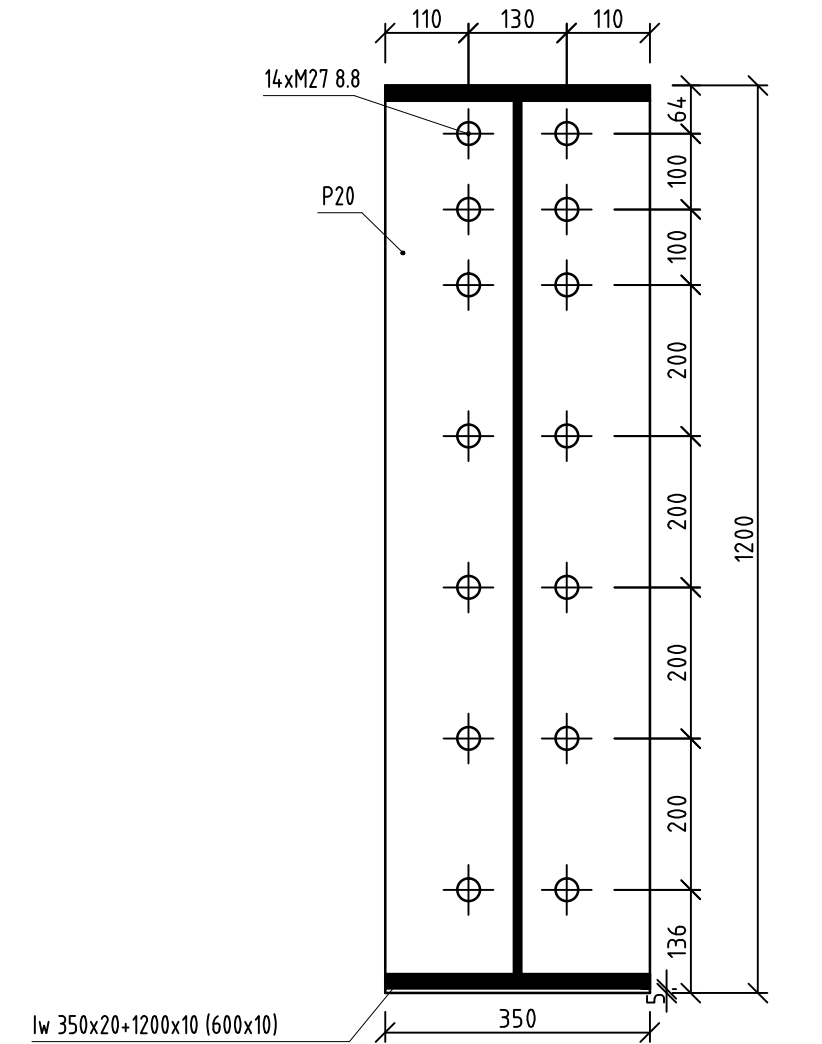
DETAIL 1



DETAIL 2

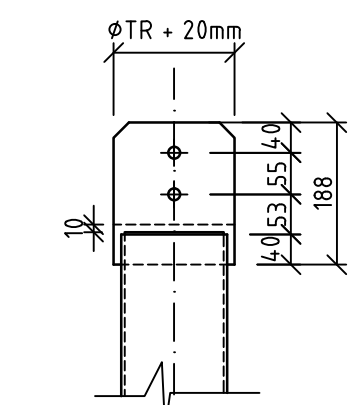
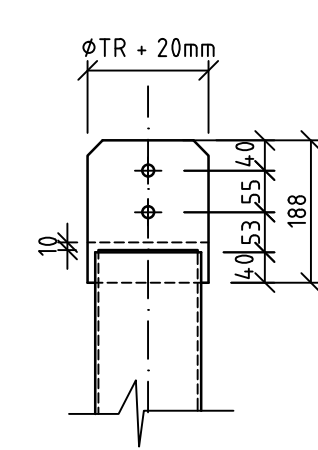
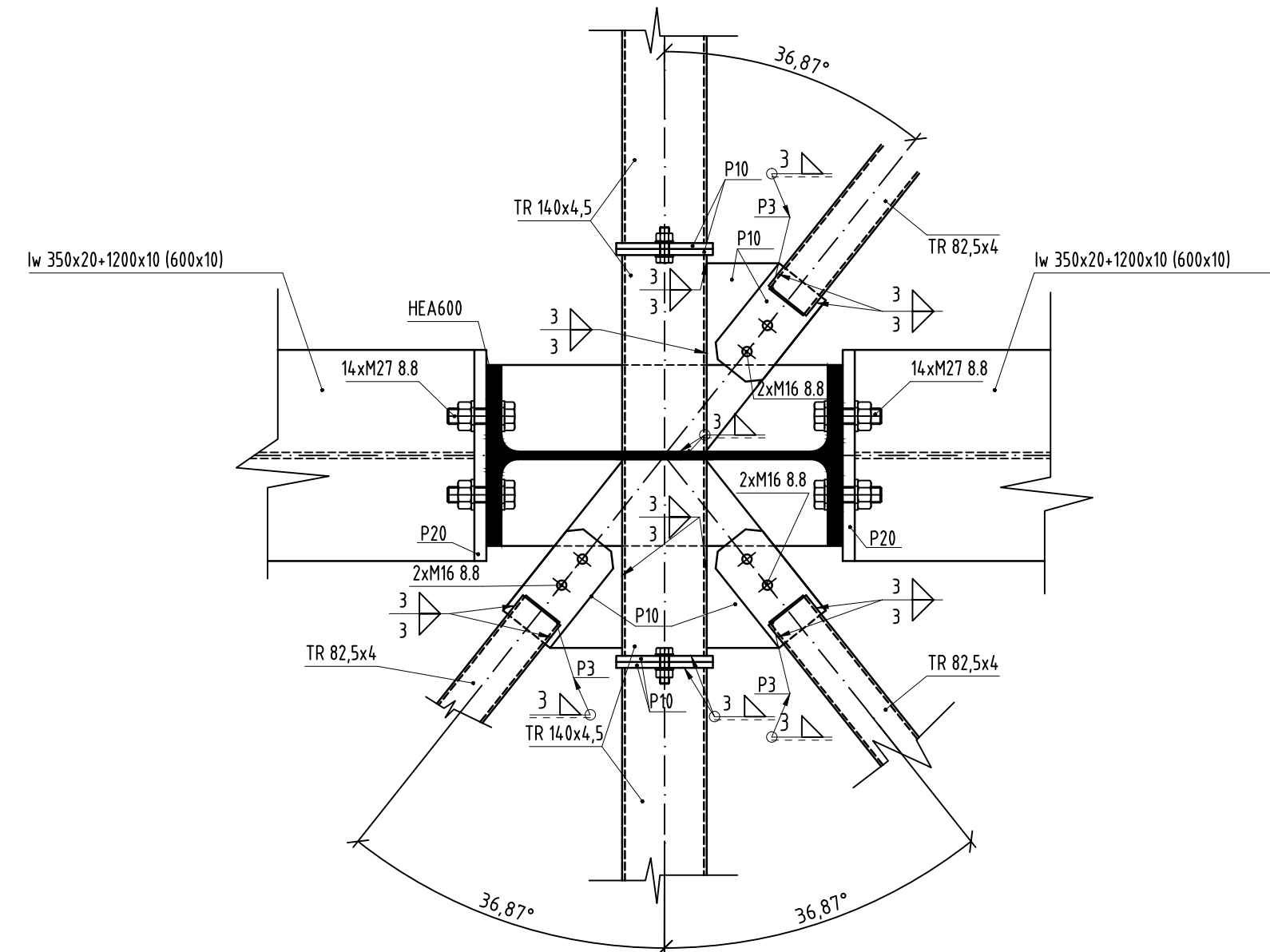
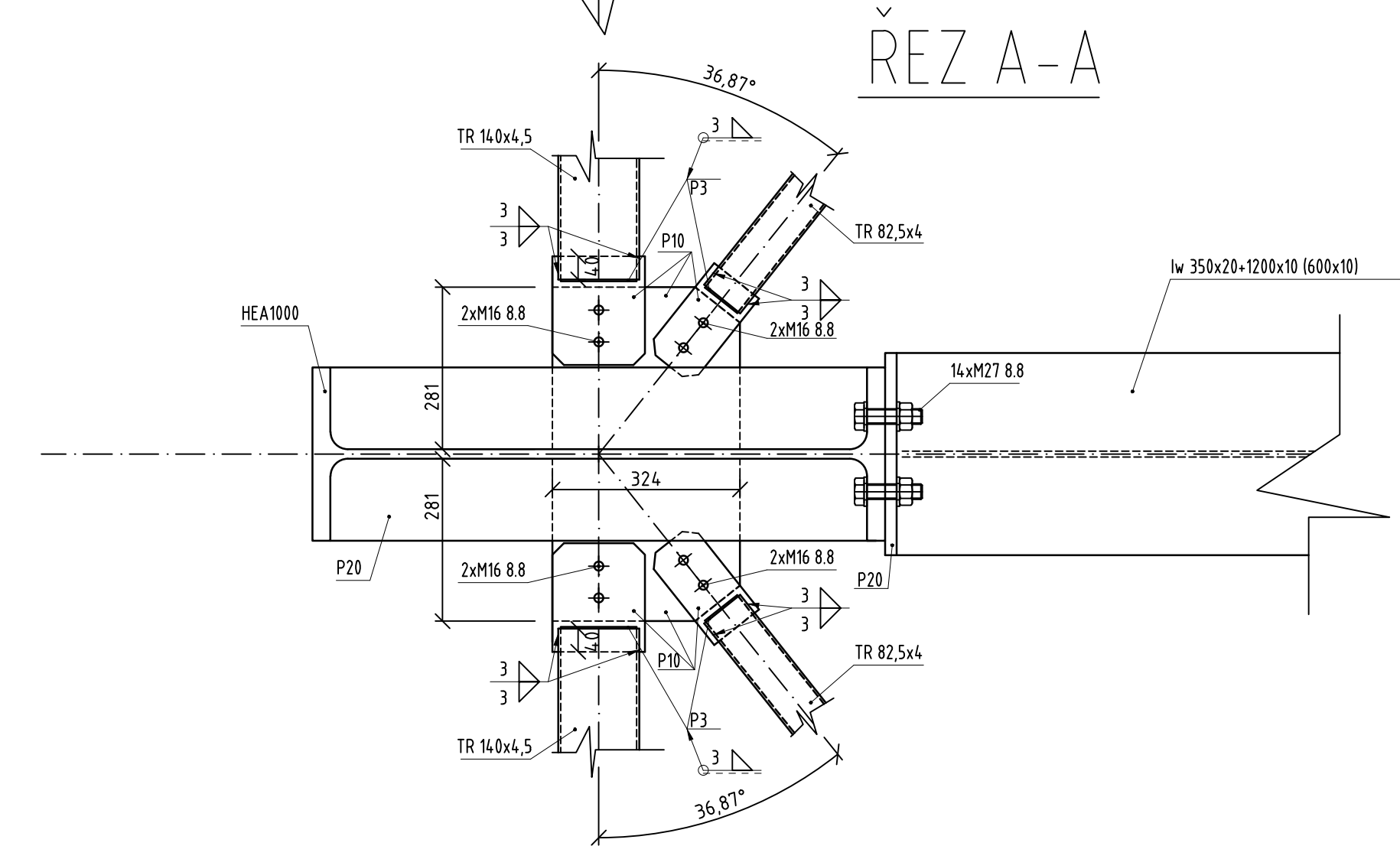


ŘEZ B-B



ŘEZ A-A

ŘEZ A-A



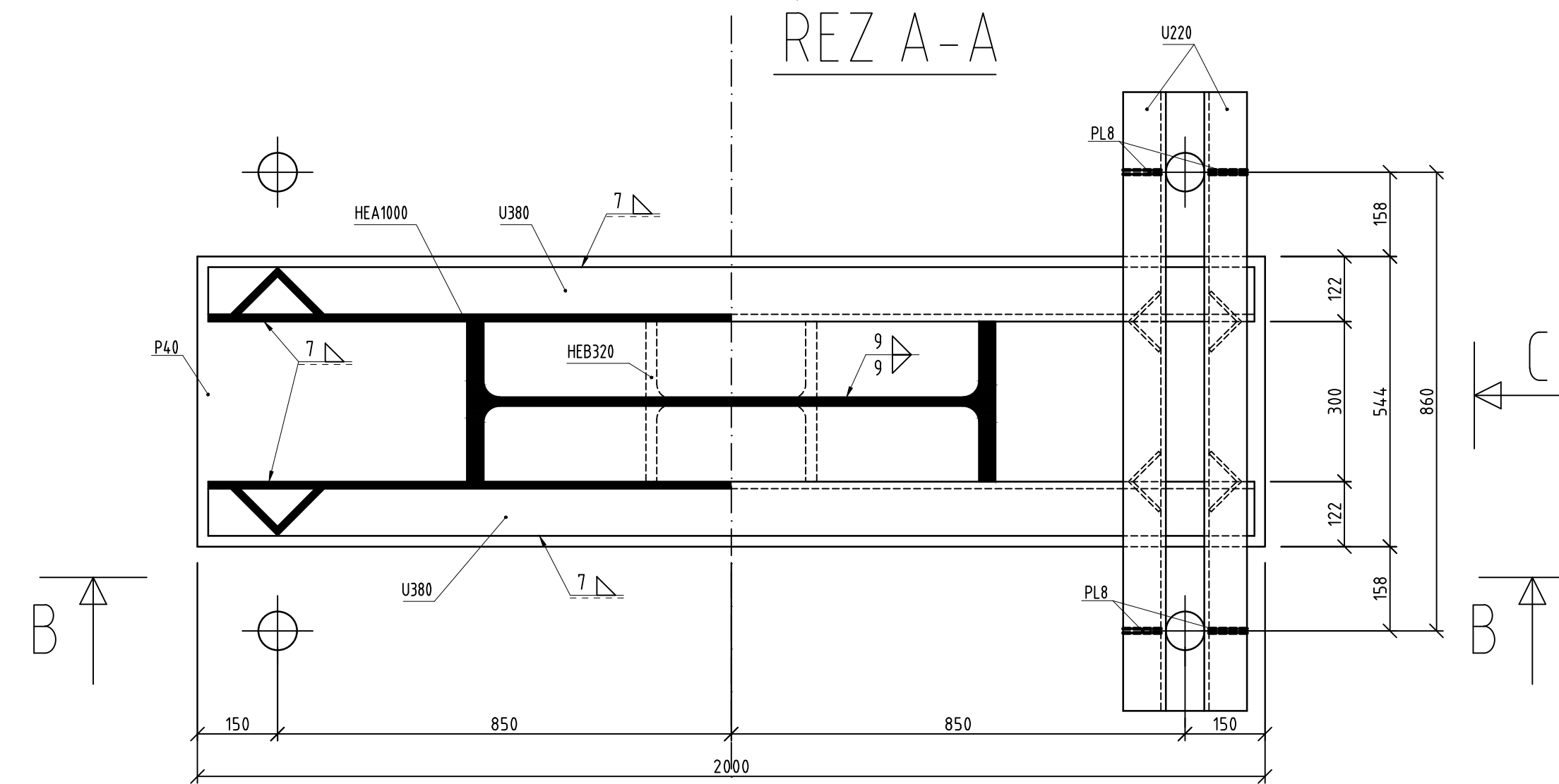
VYTVOŘENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

OCEL S355 J0
SROUBY 8.8

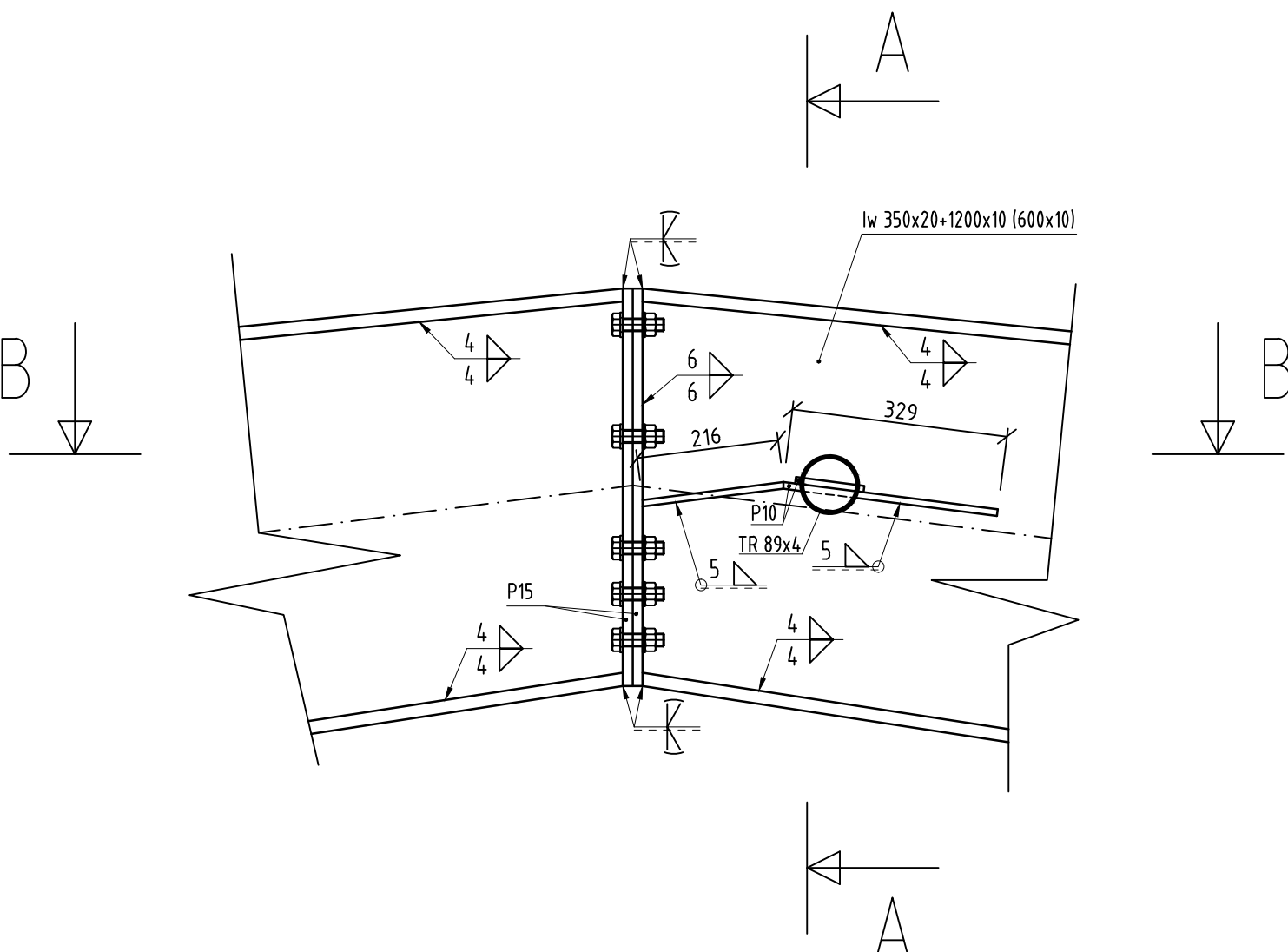
Zpracoval Jiří Valach	Vedoucí práce Ing. Michal Jandera Ph.D.	Akademičtý rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět	Diplomová práce		Formát A1
Akce	Vícepodlažní hala s mostovými jeřáby		Měřítko 1:10
Výkres	Detaily 1		Číslo výkresu 05

DETAIL 4

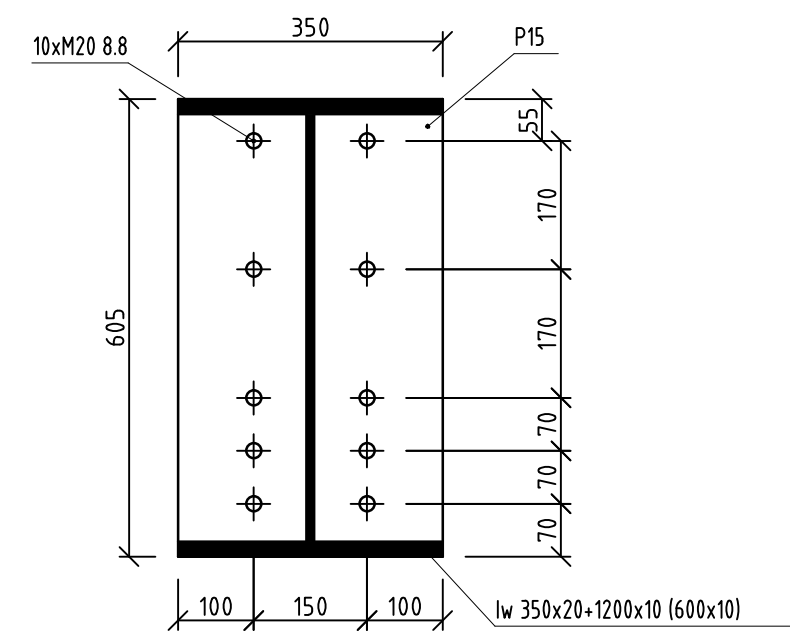
ŘEZ A-A



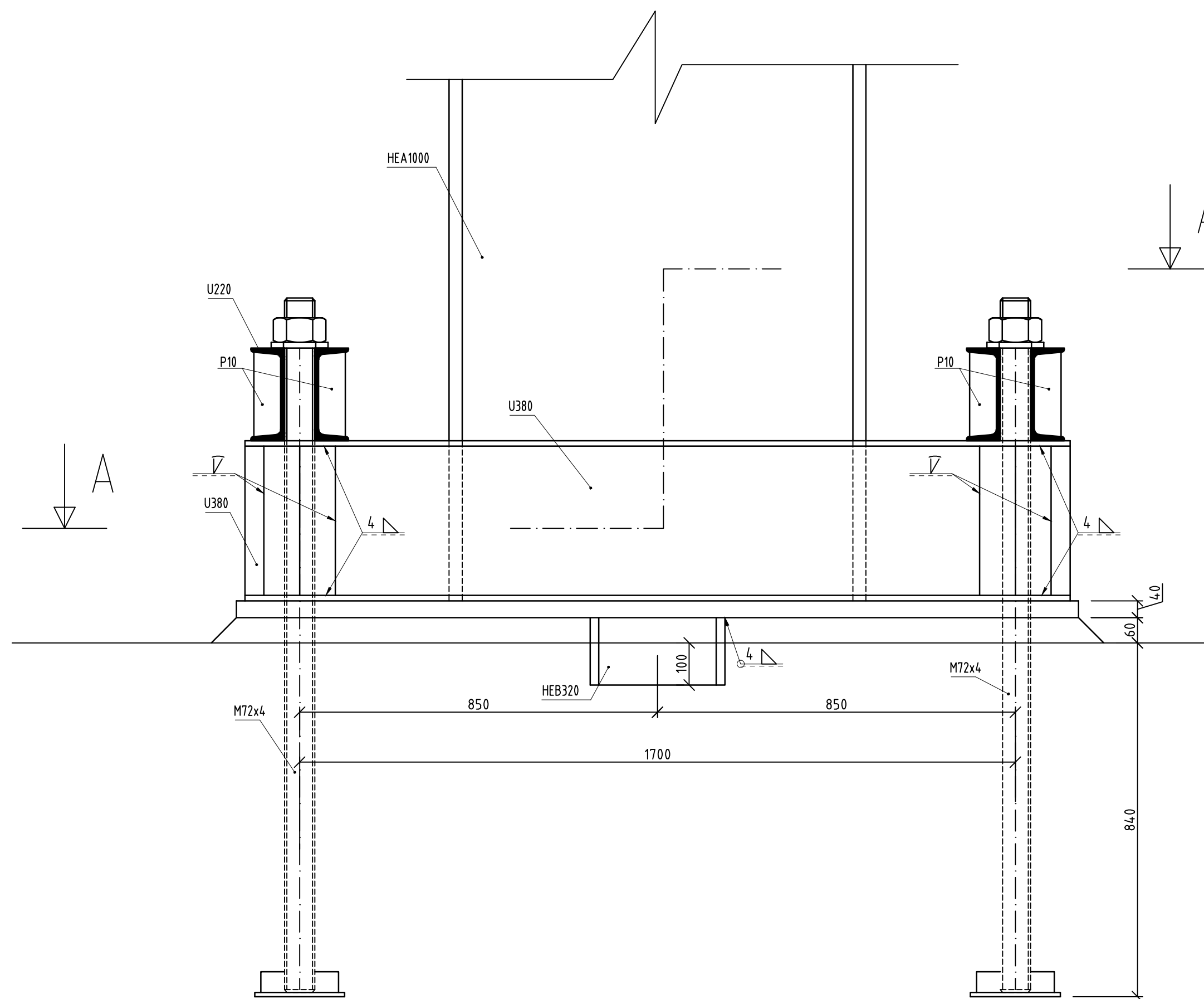
DETAIL 3



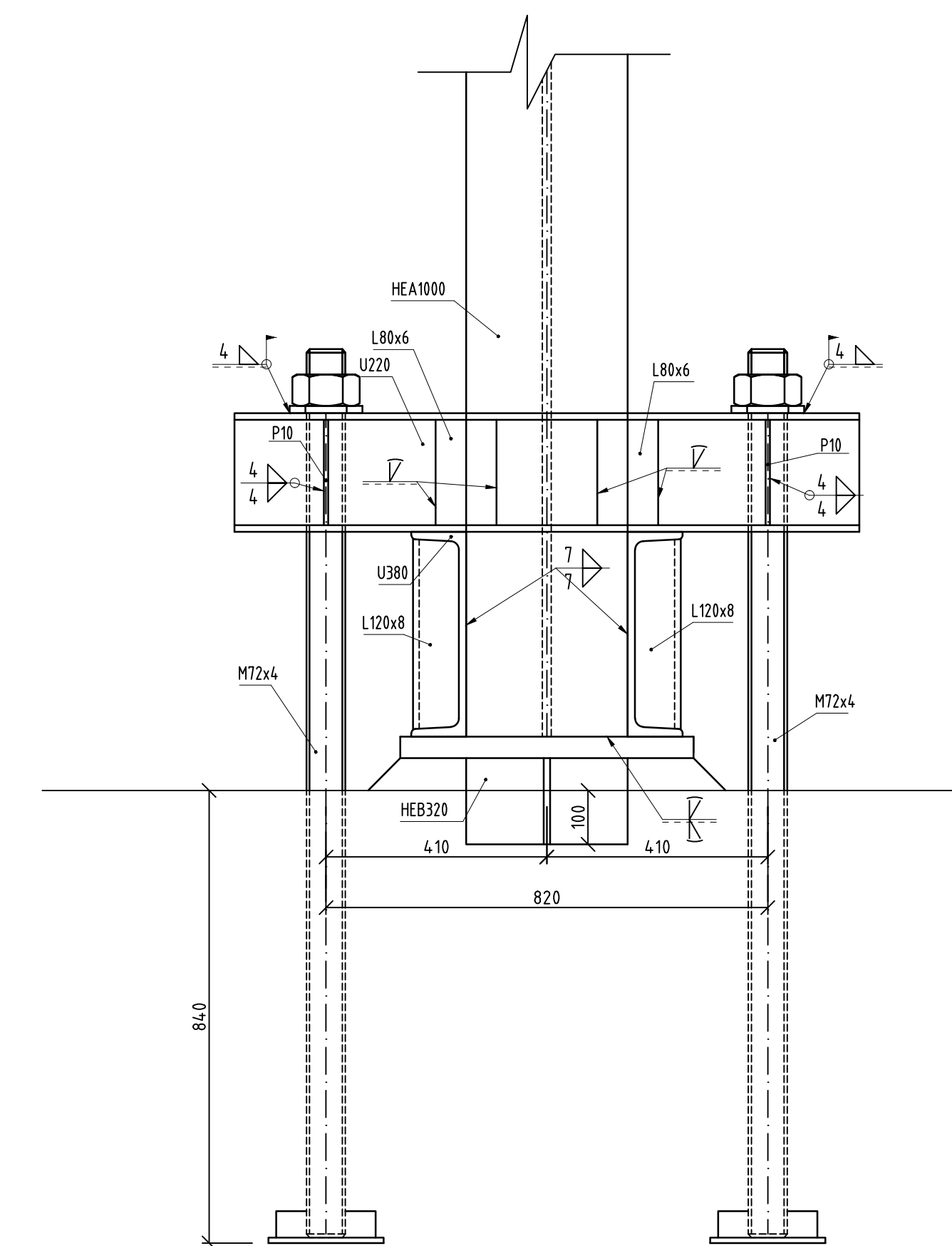
ŘEZ A-A



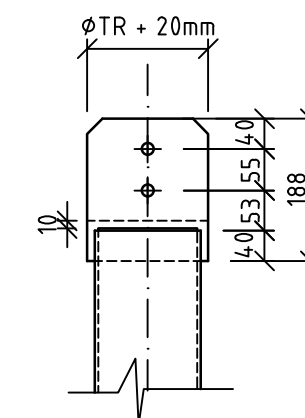
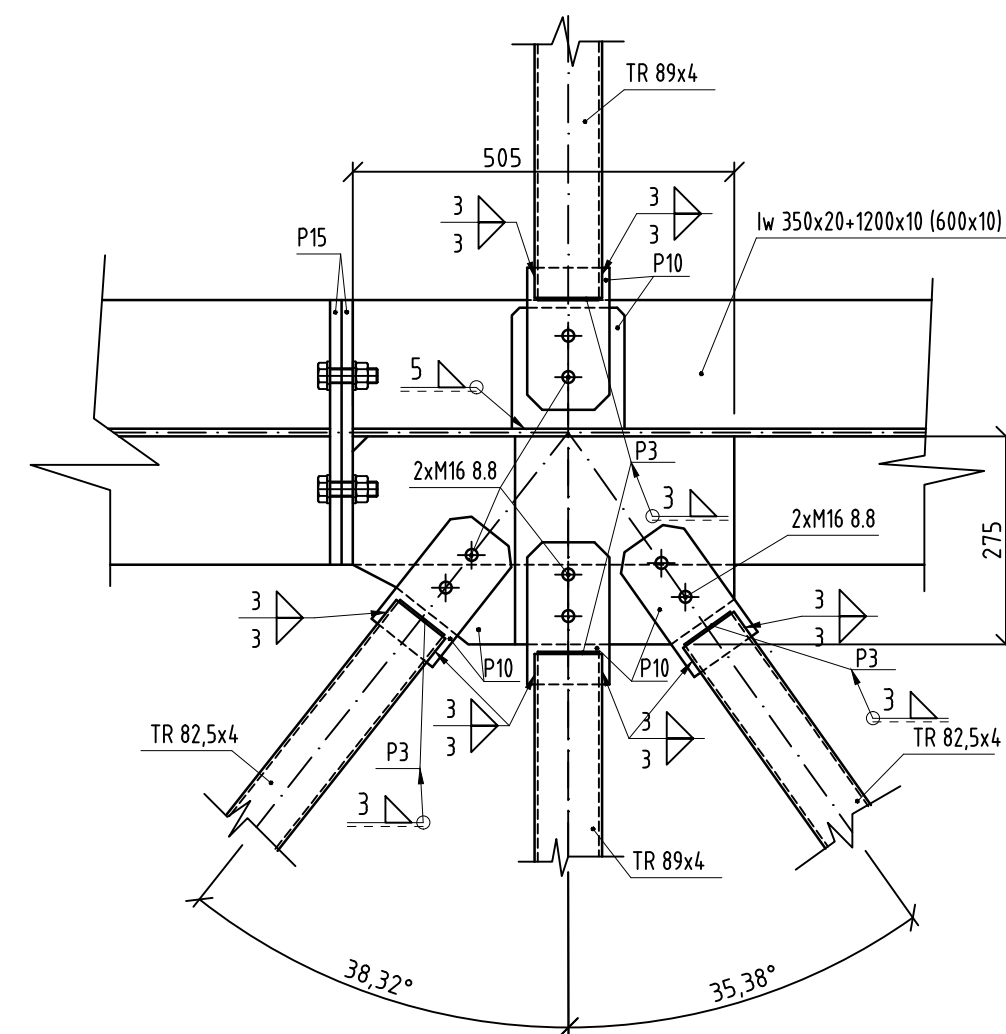
ŘEZ B-B



ŘEZ C-C



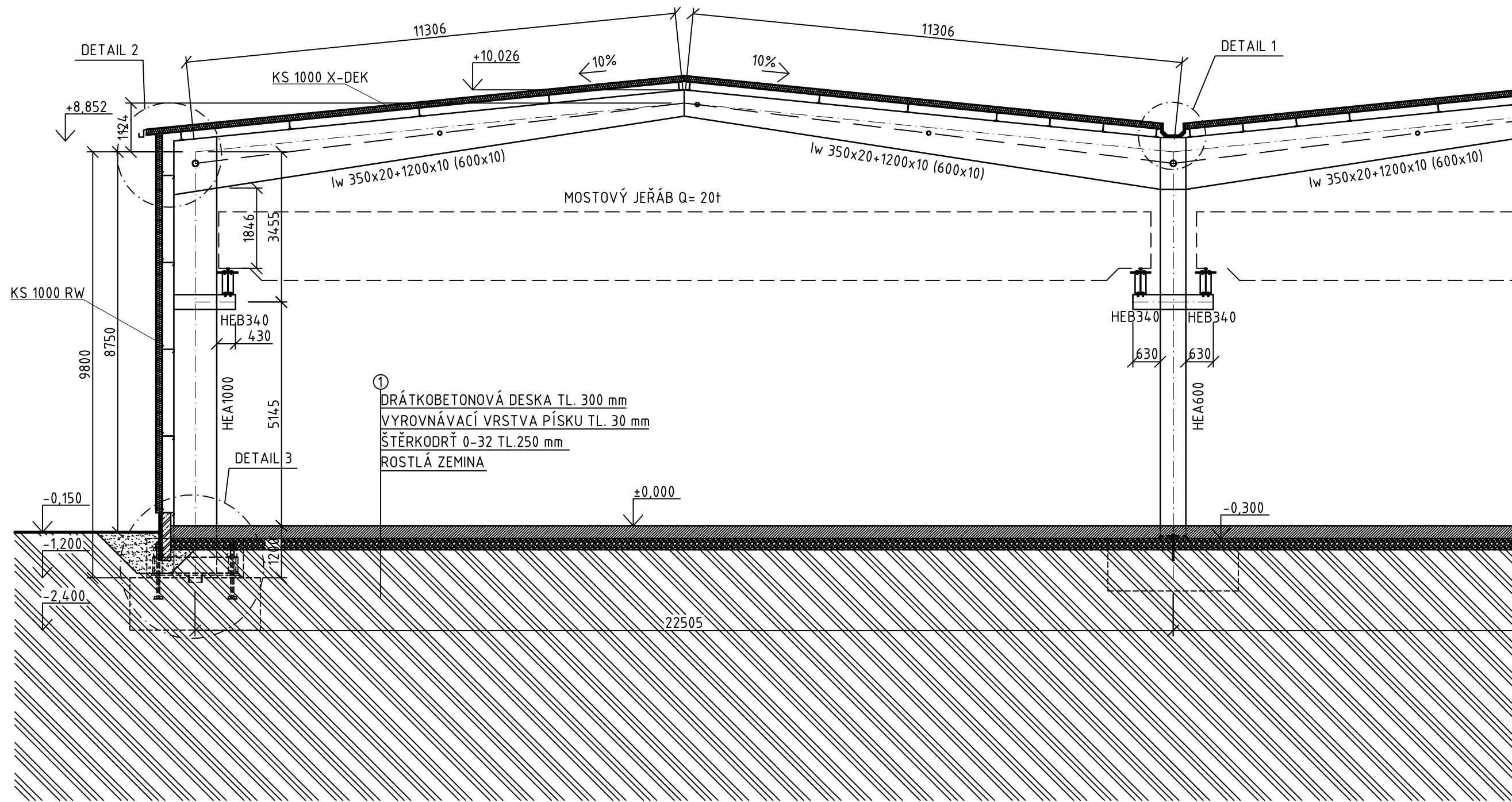
ŘEZ B-B



Zpracoval Jiří Valach	Vedoucí práce Ing. Michal Jandera Ph.D.	Akademický rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět Akce	Diplomová práce		Formát A1
Výkres	Vícepodlažní hala s mostovými jeřáby	Měřítko 1:10	Číslo výkresu 06
	Detaily 2		


SEZNAM VÝKRESŮ		
Číslo	Název	Měřítko
1	Příčný řez	(1:100)
2	Detail úžlabí	(1:10)
3	Detail okapu	(1:10)
4	Detail krajní patky	(1:20)

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK



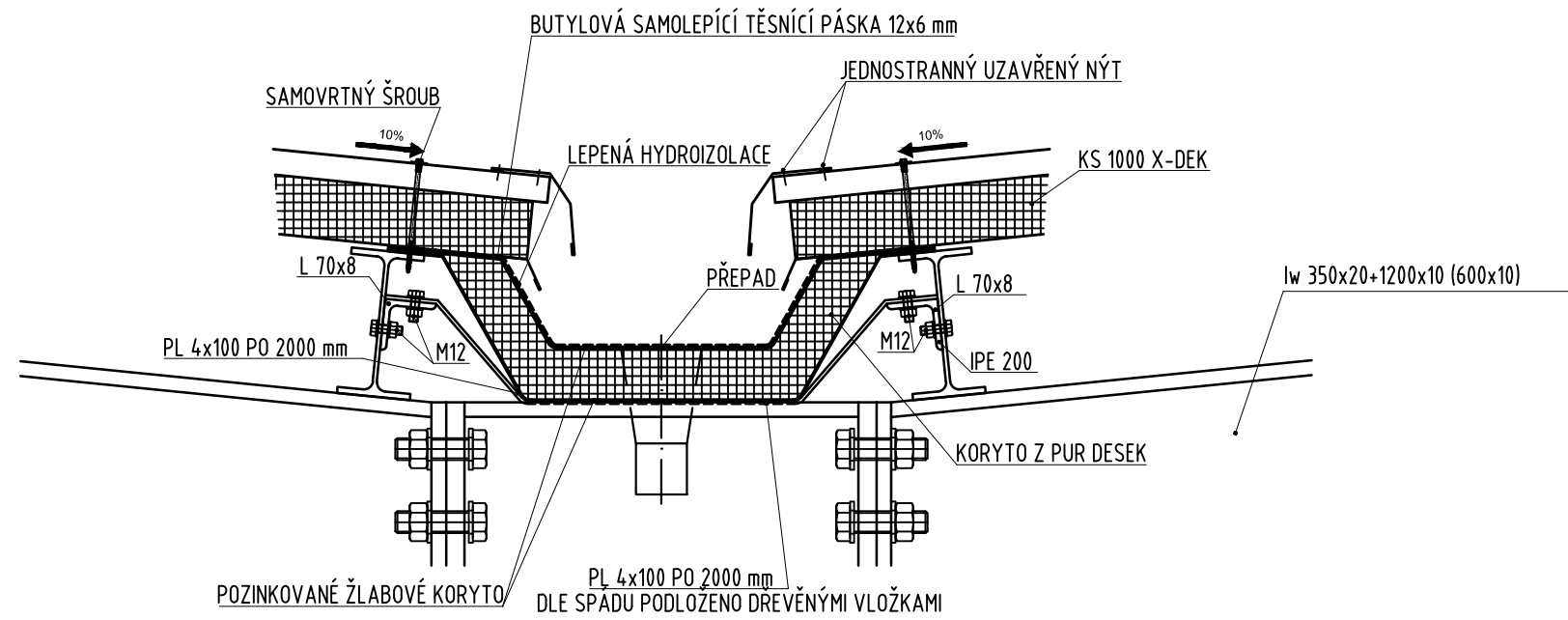
VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK


VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

Zpracoval	Vedoucí práce	Akademický rok	Fakulta stavební	
Jiří Valach	Ing. Jan Mukařovský Ph.D	2016/2017	ČVUT 	
Předmět	Diplomová práce			
Akce	Vícetodní hala s mostovými jeřáby		Formát	A3
Výkres	Příčný řez		Měřítko	1:100
			Číslo výkresu	01

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

DETAIL 1

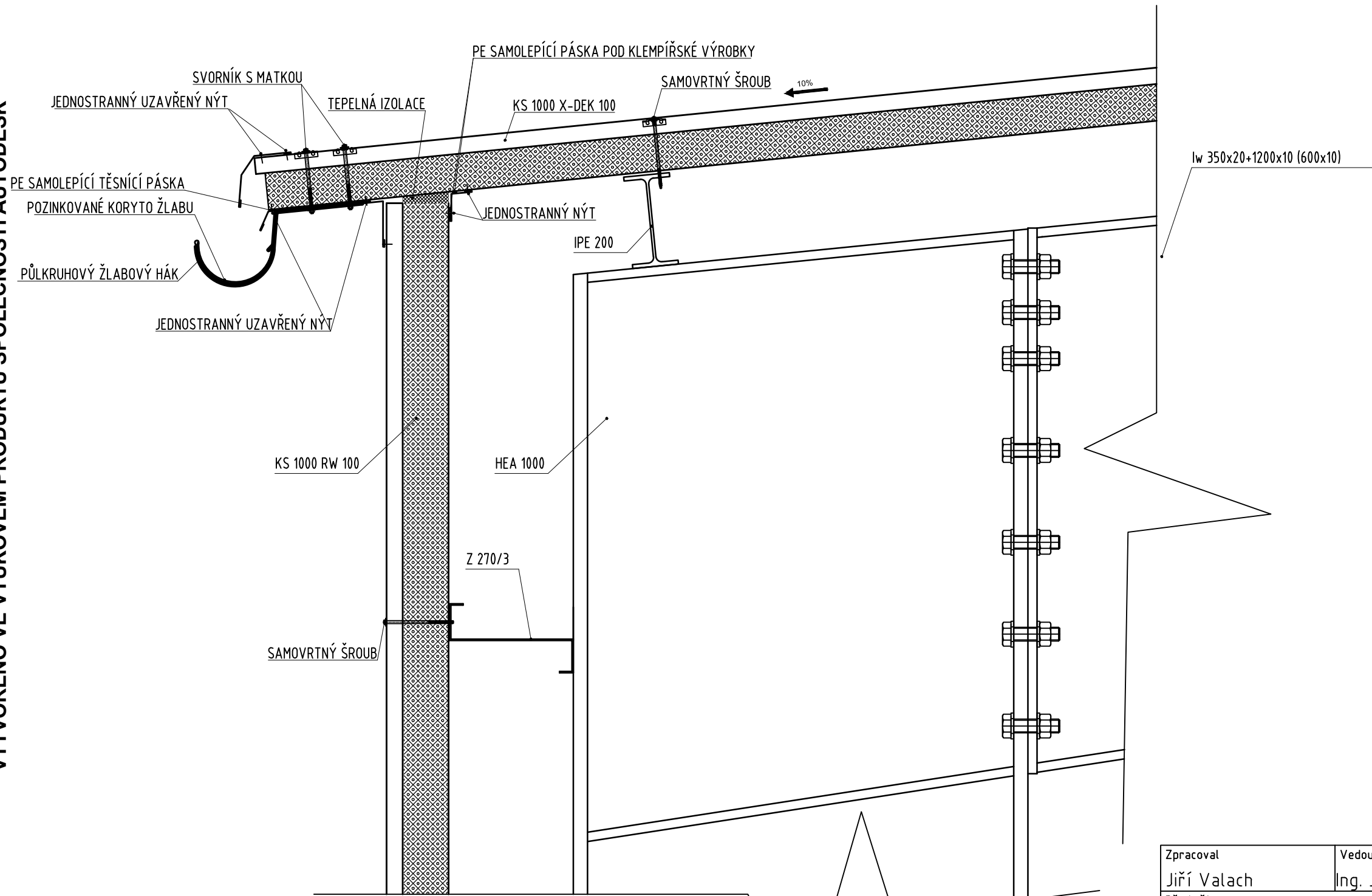


Zpracoval	Vedoucí práce	Akademický rok	Fakulta stavební	
Jiří Valach	Ing. Jan Mukařovský Ph.D	2016/2017	ČVUT 	
Předmět	Diplomová práce		Formát	A3
Akce	Vícetodní hala s mostovými jeřáby		Měřítko	1:10
Výkres	Detail úžlabí		Číslo výkresu	02

DETAIL 2

VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK

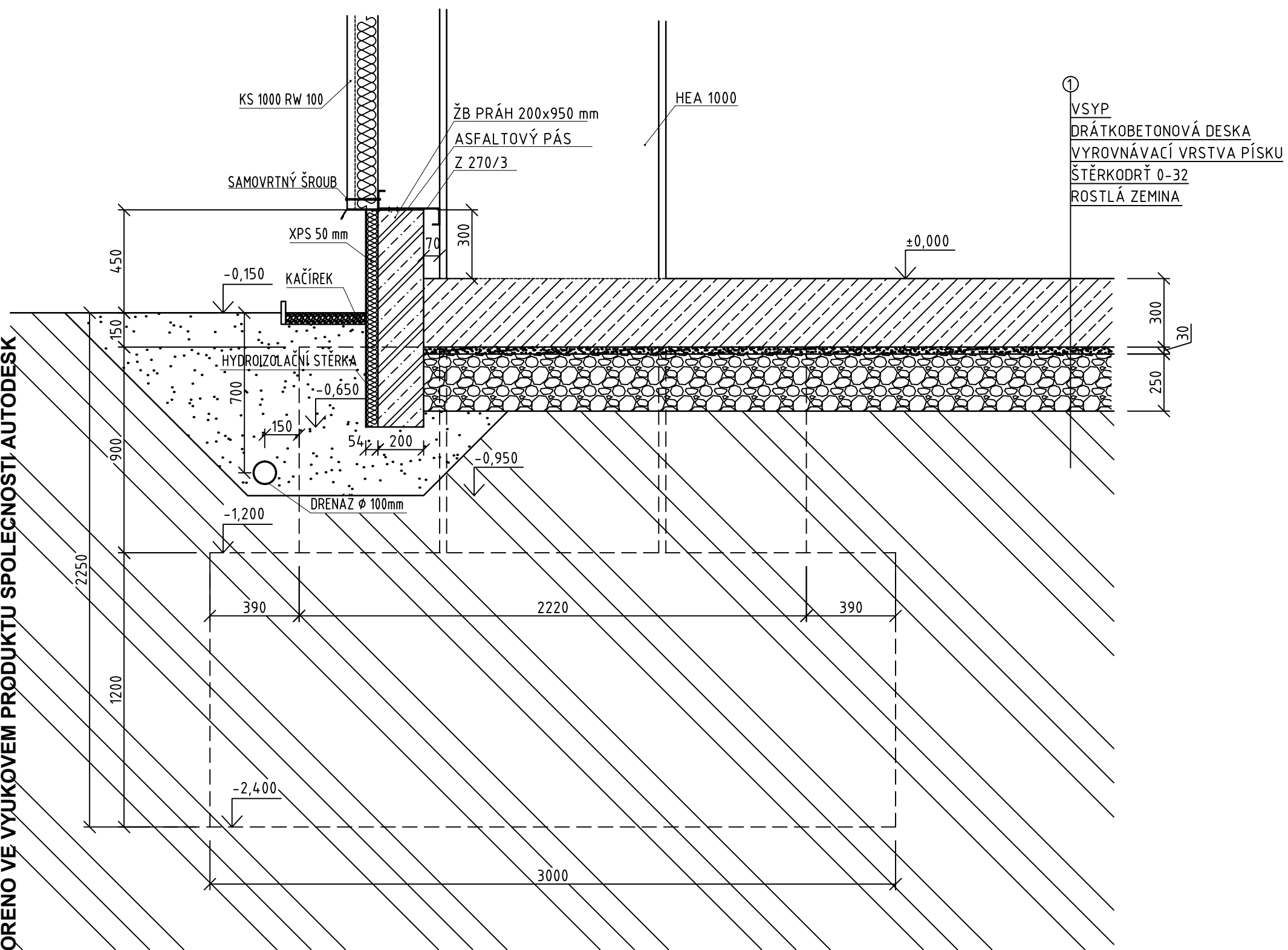
VYTVORENO VE VYUKOVEM PRODUKTU SPOLECNOSTI AUTODESK



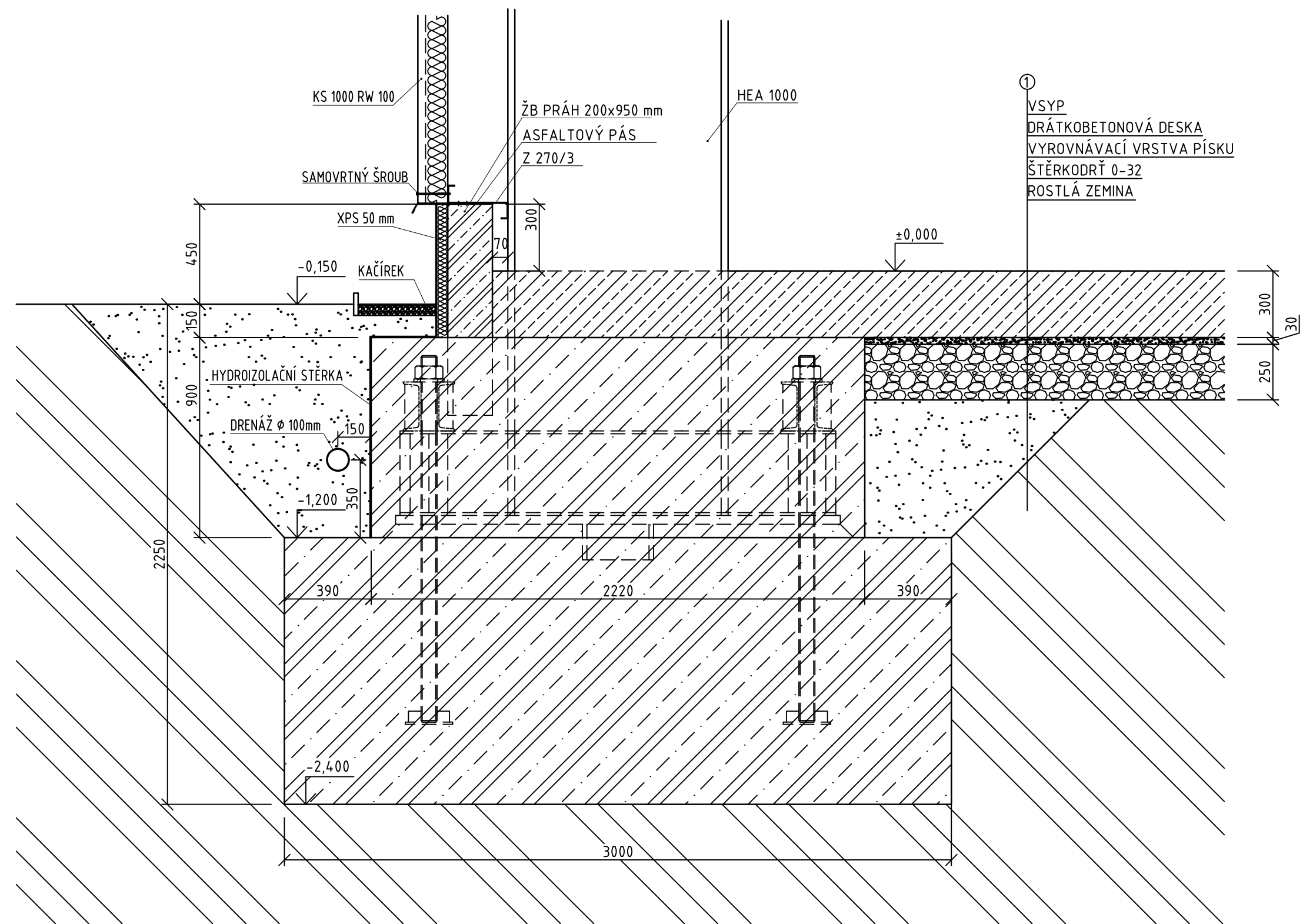
Zpracoval	Vedoucí práce	Akademický rok	Fakulta stavební	
Jiří Valach	Ing. Jan Mukařovský Ph.D	2016/2017	ČVUT	
Předmět	Diplomová práce		Formát	A3
Akce	Vícetodní hala s mostovými jeřáby		Měřítko	1:10
Výkres	Detail okapu		Číslo výkresu	03

DETAIL 3

ŘEZ ZÁKLADOVÝM PRAHEM



ŘEZ PATKOU



Zpracoval Jiří Valach	Vedoucí práce Ing. Jan Mukařovský Ph.D.	Akademický rok 2016/2017	Fakulta stavební ČVUT
Předmět	Diplomová práce		
Akce	Vícepodlažní hala s mostovými jeřáby		Datum 15.12.2016
Výkres	Detail okapu		Měřítko 1:20
			Číslo výkresu 04

Údaje o výrobku

Použití

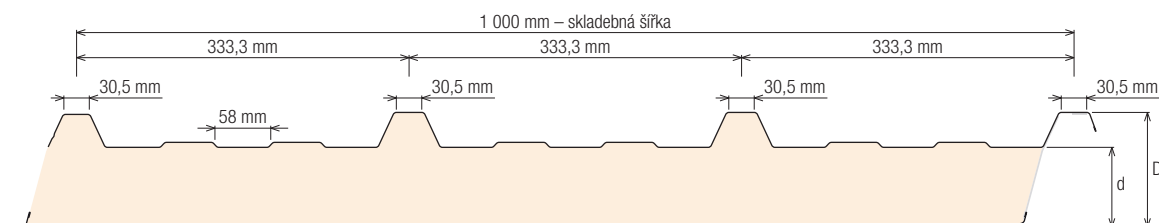
KS1000 RW je střešní systém s trapézovou profilací se standardním způsobem upevnění (kotvený skrz), vhodný pro použití na všech stavebních se spádem střechy:

- větším než 4 ° (7 %) pro střechy s jedním panelem ve směru spádu
- větším než 6 ° (10 %) pro střechy se dvěma nebo více panely ve směru spádu

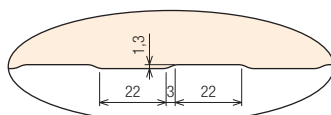
Panel KS1000 RW lze použít také pro opláštění stěn.



Rozměry a hmotnost



Vnitřní profily



Q (minibox) Tento typ profilace je vyráběn v České republice.

d – tloušťka jádra (mm)	25	40	50	60	70	80	100	120	160		
D – celkové rozměry (mm)	60	75	85	95	105	115	135	155	195		
Hmotnost (kg/m ²)	plech 0,5/0,4 mm		9,03	9,63	10,03	10,43	10,83	11,23	12,03	12,83	14,43

Tolerance výroby

Délka panelu

Délka panelu pod 6 m	±4 mm
Délka panelu 6 m nebo více a méně než 12 m	±6 mm
Délka panelu 12 m nebo více	±8 mm

Šířka panelu	±3 mm
---------------------	-------

Tloušťka

Tloušťka panelu d ≤ 50 mm	±2 mm
Tloušťka panelu 50 mm < d < 100 mm	+3 mm -2 mm
Tloušťka panelu d ≥ 100 mm	+3 mm -3 mm
Pravouhlost řezu	≤ 0,5 % šířky panelu
Příčné prohnutí (Δ1 + Δ2)/2	≤ 10 mm

Nabízené délky

Standardní délka panelu je mezi 2 a 14,5 m. Panely kratší než 2 m a delší než 14,5 m jsou dostupné na požádání. Kontaktujte prosím vašeho obchodního zástupce z Kingspanu.

Certifikace

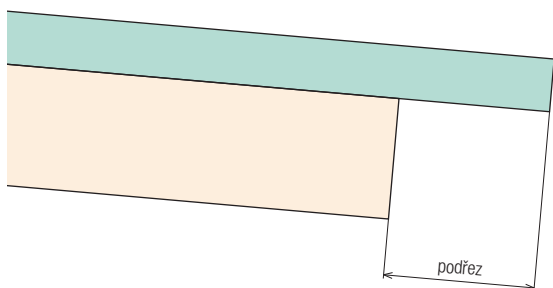
Kingspan disponuje řadou atestů zateplovacích panelů (stavebních, technických, tepelně-izolačních, statických, požárních, akustických). Potřebujete-li bližší informace, kontaktujte prosím Technické oddělení Kingspanu.

Podříznutí konců panelů

Vyžaduje-li projekt napojení panelů ve směru spádu střechy, panely se musejí překrývat. V závislosti na délce překrytí musí být před montáží z konce panelu pod překrytím odstraněno izolační jádro. Pro tyto účely dodáváme panely již s provedeným podřezem. Všechny RW panely mají z výroby standardní separovaný podřez 20 mm s odstraněnou izolací. Je však možné dodat i další délky v rozmezí 50–350 mm.

Panely se objednávají již s určením délky podřezu – min. délka je 20 mm a s vyznačením, zda jde o levý nebo pravý panel – podle smyslu uložení na střešní konstrukci.

Údaje o výrobku



Ocel

Možnosti galvanické ochrany

1. Žárově pozinkovaná ocel s celkovou hmotností zinku 275 g/m² podle EN 10147:2000 s řadou možností finální povrchové úpravy – Polyester, Spectrum™, PVDF, Plastisol a Foodsafe.
2. Galvalloy (žárově aplikovaný povlak z eutektické slitiny složený z přibližně 95 % Zn, 5 % Al a dalších prvků) v souladu s EN 10214 pro ocel s finální povrchovou úpravou 200 µm Plastisolu.

Tloušťky ocelových plechů

- standardní tloušťka vnějšího plechu 0,50 mm
- standardní tloušťka vnitřního plechu 0,40 mm
- další tloušťky jsou možné po domluvě se společností Kingspan

Možnosti vnější povrchové úpravy

1. Standardní polyester – PES

Polyester je univerzální a cenově výhodná povrchová vrstva vhodná pro vnější i vnitřní použití. Nominální tloušťka vrstvy je 25 µm.

2. PVDF

PVDF nabízí bezkonkurenční stálost barvy a lesku a dobrou odolnost proti korozi. Nominální tloušťka vrstvy je 25 µm. Lze ji použít v oblastech s extrémně vysokým UV zářením a zároveň vysokými teplotami a relativní vlhkostí. Standardní barevná škála obsahuje i metalickou stříbrnou.

3. Spectrum™

Kingspan Spectrum™ je pololesklá finální úprava s 60 µm silnou polyurethanovou vrstvou a lehce zrnitým efektem. Vyznačuje se vynikající životností a odolností proti povětrnostním podmínkám, korozi a UV záření a vysokou mírou stálosti barvy a lesku.

Dokonalá flexibilita umožňuje vysokou odolnost vůči mechanickému poškození. Kingspan Spectrum je k dispozici v široké škále klasických i metalických barev.

Neobsahuje chlór, ftaláty ani změkčovadla a je 100% recyklovatelná.

4. Plastisol 200 µm

Plastisol je vysoce odolná povrchová vrstva se zrnitou strukturou a nominální tloušťkou 200 µm. K jejím vlastnostem patří výborná odolnost vůči abrazi a korozi, vysoká flexibilita a proto i velmi dobrá odolnost proti poškrábání.

Možnosti vnitřní povrchové úpravy

1. Polyester

Polyesterová vrstva s nominální tloušťkou 15 µm. Standardní barvou je šedobílá (podobná RAL 9002).

2. Foodsafe

Tento povrch se 150 µm silnou polymerní vrstvou je netoxický a odolný vůči plísní, je odolný a snadno se čistí. Je chemicky inertní a bezpečný pro stálý kontakt s nezabalenými potravinami. Standardní barvou je bílá. Možnosti jiných barev prosím konzultujte se zástupci Kingspan a.s.

Další povrchové úpravy jsou možné po dohodě se zástupci Kingspan a.s.

Podle typu projektu je možné volit také čistý či barevný hliník. Kontaktujte Technické oddělení Kingspan.

Izolační jádro

Standardním používaným jádrem je tuhá PUR pěna nebo Firesafe IPN pěna s uzavřenými buňkami. Vyhovuje požadavkům na zdravotní nezávadnost, má nulový potenciál poškozování ozónové vrstvy (ODP) a neobsahuje CFC/HCFC (tvrdé a měkké freony).

Těsnění

Těsnicí páska aplikovaná při výrobě

Všechny podélné spoje panelů KS1000 RW jsou z výroby opatřeny antikondenzačními těsnicími páskami ve žlábků, které automaticky utěsní spojení mezi panely.

Pro aplikaci panelů v nestandardním prostředí, např. s vysokou vlhkostí v objektu, doporučujeme dotěsnění pomocí např. butylové pásky aplikované před montáží panelů do zámků panelů – kontaktujte Kingspan a.s.

Údaje o výrobku

Charakteristika

Tepelná izolace podle EN ISO 10211-2

Tloušťka panelu (mm)	IPN $\lambda = 0,0224$	
	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)
25	0,745	1,20
40	0,505	1,84
50	0,411	2,29
60	0,348	2,73
70	0,300	3,19
80	0,266	3,62
100	0,213	4,52
120	0,180	5,42
160	0,143	6,85

U – součinitel prostupu tepla W/m²K
 R – tepelný odpor m²K/W
 λ – součinitel tepelné vodivosti W/mK

Biologické vlastnosti

Izolační sendvičové panely Kingspan jsou odolné vůči plísním, houbám a hmyzu. Konstrukce neobsahuje močovinné formaldehydy a panely jsou zdravotně nezávadné.

Požární vlastnosti

Izolační sendvičové panely KS1000 RW prošly testy a schválením a odpovídají platným stavebním předpisům a normám. Panely s jádrem FIREsafe mají klasifikaci B-s₁,d₀ podle EN 13501-1. Panely nepodporují šíření ohně.

Tloušťka panelu (mm)	Požární odolnost podle EN 13501-2
	Střešní aplikace
25/60	N/A
40/75	
50/85	
60/95	REW 30, REI 30, REI 20, REW20
70/105	
80/115	
100/135	
120/155	
160/195	

Akustické vlastnosti

Tloušťka panelu (mm)	vážený průměr indexu vzduchové neprůzvučnosti R _w (dB)
25	25
40	
50	
60	
70	
80	
100	26
120	
160	

Stavební předpisy

Izolační sendvičové samonosné panely (skládající se ze dvou povrchových plechů umístěných na obou stranách tepelně izolačního jádra tak, aby při zatížení působily společně) Kingspan KS1000 RW vyhovují evropskému standardu EN 14509 a vyhovují dalším platným stavebním předpisům a normám.

Kvalita

Izolační sendvičové panely Kingspan jsou vyráběny z materiálů nejvyšší kvality za použití nejnovějších výrobních technologií, splňují přísné nároky kontroly kvality, vyhovují standardům ISO9001:2000 a jsou zárukou dlouhé životnosti a spolehlivosti.

Záruka

Standardně Kingspan poskytuje záruku na výrobky dle platných norem a směrnic.

Balení

Standardní balení – silniční doprava

Panely KS1000 RW jsou skládány vnějšími stranami k sobě (pro minimalizaci výšky palet). Panely jsou chráněny polystyrenovými bloky a zabaleny do smršťovací folie.

Počet panelů v každém balení závisí na jejich tloušťce a délce. Niže uvedená tabulka slouží jako vodítko. U výjimečně dlouhých panelů se počty snižují. Typická výška palety je 1 100 mm.

Maximální hmotnost palety je 3 500 kg.

Tloušťka jádra panelu (mm)	25	40	50	60	70	80	100	120	160
Počet panelů v balení	26	18	16	14	12	10	8	8	6

Počet panelů může být odlišný v závislosti na zemi výroby.

Dodávka

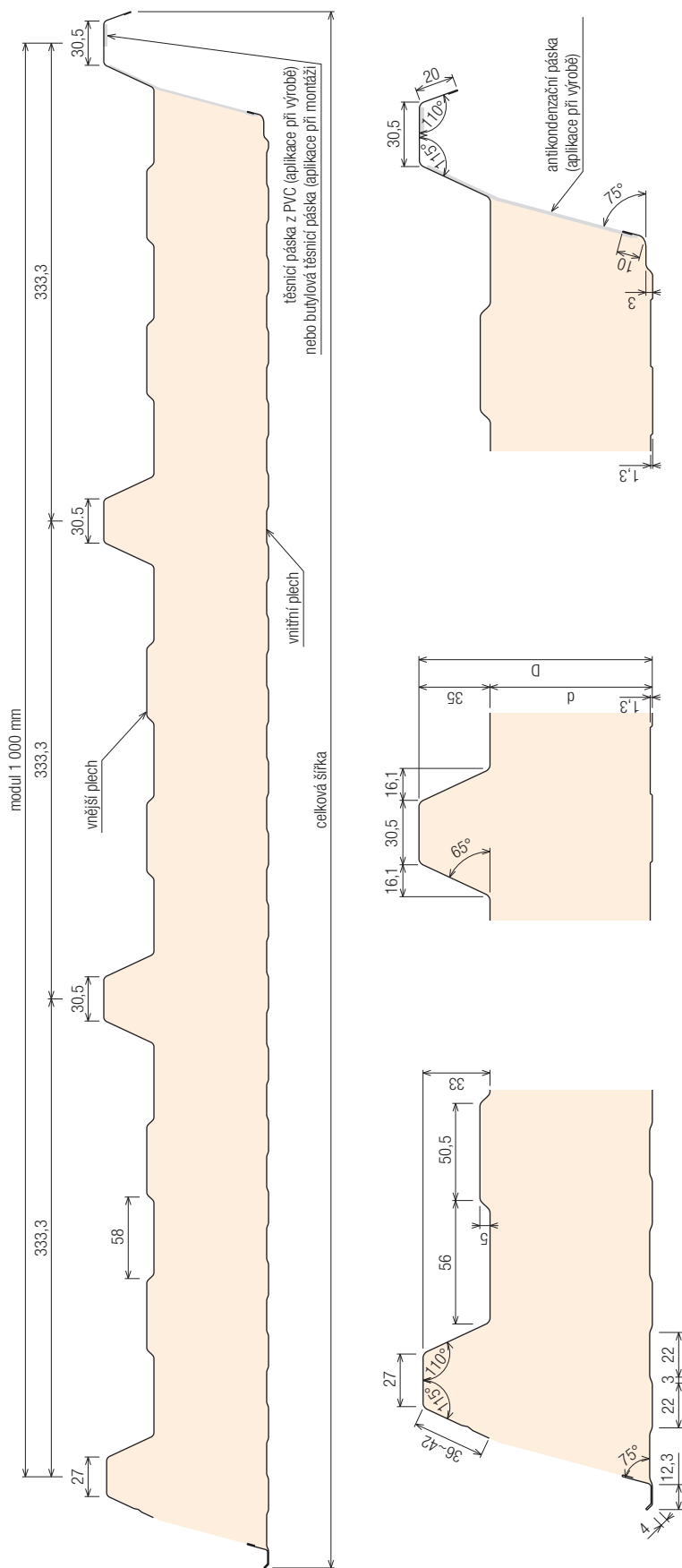
Není-li stanoveno jinak, všechny panely jsou dodávány silniční dopravou na místo stavby. Za vykládání je zodpovědný zákazník.

Instalace na stavbě

Instrukce pro montáž panelů jsou k dispozici v Kingspanu.

Na požádání zařídí Kingspan školení montážních dělníků a stavebního dozoru.

Rozměry panelu

**Poznámka:**

Tloušťka vnějšího plechu standardně 0,5 mm (0,6 mm dle dohody)
 Tloušťka vnitřního plechu standardně 0,4 mm (0,5 mm dle dohody)
 Všechny rozměry jsou v milimetrech.

Nabízené tloušťky panelů

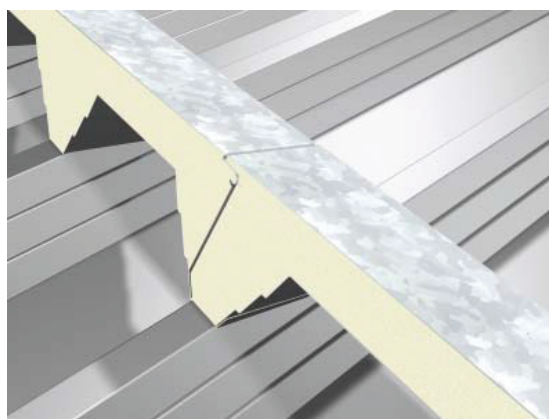
Izolační jádro (d)	Celková tloušťka panelu (D)	Celková šířka panelu
25	60	1 067
40	75	1 069
50	85	1 074
60	95	1 079
70	105	1 083
80	115	1 088
100	135	1 097
120	155	1 107
160	195	1 125

Údaje o výrobku

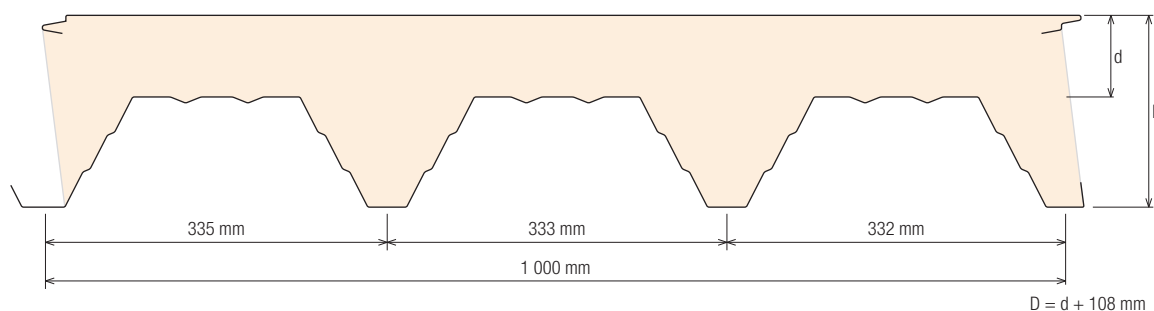
Použití

Panely X-dek™ jsou střešní panely s izolační membránou vhodné pro ploché střechy na všech stavbách kromě míst s nízkou vnitřní teplotou. Panel KS1000 X-dek je základem pro finální hydroizolaci instalované střechy.

- panely X-dek jsou izolační střešní panely vhodné pro ploché střechy se spádem > 1 %
- X-dek je kompozitní střešní panel s dlouhým rozponem zajišťující potřebnou sílu a pevnost konstrukce a požadovaný stupeň tepelné izolace. Při montáži je aplikována vnější membrána pro hydroizolaci.
- panely KS1000 XD jsou vhodné pro ekologické projekty řešení střech
- panely XD lze použít jako „standardní“ panely i jako „konstrukční“ panely tvořící součást ocelové konstrukce (zabraňující posunu vazníku)



Rozměry a hmotnost



d [mm]	tloušťka oceli [mm]	D [mm]	hmotnost [kg/m ²]			
			XD	XB	XG	XM
80	0,9	188	21,4	15,9	15,8	17,7
	1,1		23,7	18,2	18,1	20,0
100	0,9	208	22,2	16,8	16,7	18,6
	1,1		24,6	19,1	19,0	20,9

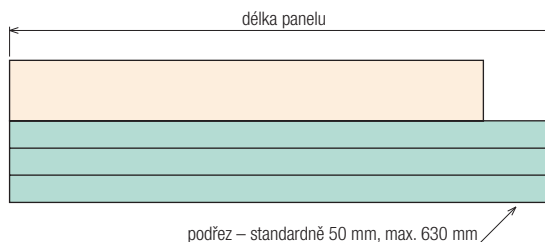
Tolerance výrobu

Délka panelu	-5 mm	+5 mm
Šířka panelu	-2 mm	+2 mm
Tloušťka panelu	-2 mm	+2 mm
Pravouhlost řezu	-3 mm	+3 mm
Plochost	-2 mm	+2 mm

Nabízené délky

Standardní délky jsou od 2,5 do 13,5 metru. Maximálně lze dodat délku 13,5–15 metru, je však třeba počítat s příplatkem za dopravu.

Všechny panely jsou vyráběny s podřezy (na spodní straně ocelové vrstvy s trapézovou profilací). Standardní podřez je 50 mm, maximální možný podřez je 630 mm.



Údaje o výrobku

Panely X-dek™ jsou nabízeny s různými typy povrchových úprav. Různé varianty vnějšího povrchu nabízejí řadu možností použití různých střešních hydroizolačních membrán a různé stupně zatížení. Podle typu finální úpravy jsou panely označeny následujícími kódy:

- KS1000 XD** – X-dek™ panely s ocelovým povrchem poskytující maximální nosnost. Tloušťka vnějšího ocelového pláště je dostatečným podkladem pro mechanicky upevněné hydroizolační membrány.
- KS1000 XD TR20 (XB)** – X-dek™ panely se sklovláknitou membránou impregnovanou bitumenem, určenou zejména pro vícevrstvé horkovzdušně aplikované systémy.
- KS1000 XD TR27 (XG)** – X-dek™ panely s povrchem ze skelného vlákna, který umožňuje aplikaci jakékoli střešní hydroizolace mechanicky nebo s pomocí lepidla.
- KS1000 XD PVC (XM)** – X-dek™ panely se střešní membránou z PVC s podélným spojem. Tento výrobek NEVYŽADUJE aplikaci další střešní membrány. PVC membrána je aplikována při výrobě, je připravena pro horkovzdušné svaření podélných spojů po montáži panelů a zajišťuje konečnou ochranu proti vodě.

Ocel

Vnitřní povrch

- žárově pozinkovaná ocel podle EN 10326:2004. Stupeň S350GD + Z275 s vrstvou polyesteru 25 mikronů v barvě RAL 9002 – standardní tloušťka 0,9 mm, na požádání možno 1,1 mm

Vnější povrch

- **XD** žárově pozinkovaná ocel podle EN 10326:2004. Stupeň S350GD + Z275 – tloušťka 0,7 mm – galvanizovaná ocel s 5 mikronů silnou průhlednou konverzní vrstvou pro přilepení. Dostupné profily pro horní vrstvu: **MiniBox** nebo **Flat**
- **XB** bitumenem impregnovaná sklovláknitá membrána (**TR20**) vhodná pro vícevrstvé horkovzdušně aplikované systémy
- **XG** povrch ze skleněných vláken (**TR27**) vhodný pro mechanické připevnění či plné přilepení jednovrstvé PVC nebo EPDM membrány
- **XM** voděodolná pružná **PVC** membrána s vnitřní tkanou výztuží překrytá netkaným polyesterovým fleecem na zadní straně, připravena pro horkovzdušné svaření
Nominální tloušťka: 1,2 mm,
Celková šířka: 1 060 mm
Šířka polyesterového fleecu: 950 mm

Izolační jádro

Tuhé jádro s uzavřenými buňkami je nabízeno podle následující specifikace:

IPN – isopenická tuhá pěna bez měkkých freonů, nabízena v necertifikované produktové řadě na objednání. Dostupná nominální tloušťka jádra 80 mm a 100 mm.

Těsnění

Těsnění podélných spojů aplikované při výrobě

Všechny podélné spoje jsou z výroby opatřeny antikondenzačními těsnícími páskami ze standardní PE pěny.

Charakteristika

Tepelná izolace

Tloušťka panelu (mm)	$\lambda = 0,022 \text{ W/m}^2\text{K}$	
	U (W/m ² K)	R (m ² K/W)
80/varianta I	0,23	4,21
80/varianta II	0,24	4,03
100/varianta I	0,19	5,12
100/varianta II	0,20	4,86

U – součinitel prostupu tepla konstrukce W/m²K

R – tepelný odpor m²K/W

λ – součinitel tepelné vodivosti W/mK

Biologické vlastnosti

Panely Kingspan jsou odolné vůči plísním, houbám a hmyzu. Konstrukce neobsahuje močovinové formaldehydy a panely jsou považovány za zdravotně nezávadné.

Požární vlastnosti

Střešní panely Kingspan X-dek™ byly testovány podle EN1365 jako zátěž nesoucí střešní prvky. Dosažené hodnocení je uvedeno v tabulce:

Typ panelu	Požární hodnocení	Maximální ohybový moment* [kNm]
KS1000 XB 80	REI 15	6,621
KS1000 XG 100	REI 20	7,725
KS1000 XD 100	REI 30	7,725
KS1000 XM 80	REI 30**	6,581
KS1000 XM 100	REI 30	8,350

* Hodnota maximálního ohybového momentu se vztahuje pouze k momentu způsobenému POUZE zátěží sněhu

**Hodnocení zohledňuje přidanou zavěšenou zátěž 14 kg/m² připevněnou na spodní plochu s trapézovou profilací

Product Data

Akustické vlastnosti

Panely Kingspan X-dek™ mají následující akustické parametry:

Typ panelu	Parametry podle EN ISO 717-1:1999		
	R _w [dB]	R _{A1} [dB]	R _{A2} [dB]
XD TR20 (XB), XD PVC (XM)	23	22	20
XD TR27 (XG)	24	23	21
XD (ocel)	26	25	22

Činitel zvukové pohltivosti: $\alpha_w = 0,1$

Kvalita a odolnost

Izolační sendvičové panely Kingspan jsou vyráběny z materiálů nejvyšší kvality za použití nejnovějších výrobních technologií, splňují přísné nároky kontroly kvality, vyhovují standardům ISO9001:2000 a jsou zárukou dlouhé životnosti a spolehlivosti.

Záruka

Standardně Kingspan poskytuje záruku na výrobky dle platných norem a směrnic.

Balení

Standardní balení

Panely Kingspan X-dek™ jsou skládány vodorovně vnějšími stranami střídavě nahoru a dolů. Mezi každým panelem je vložena odstranitelná vrstva tavitelného lepidla. Celé balení je zabaleno do polyethylenu.

Počet panelů v balení je uveden v tabulce. Typická výška balení je 1 100 mm.

Tloušťka jádra panelu (mm)	80	100
Počet panelů v balení (max.)	8	6

Dodávka

Není-li stanoveno jinak, všechny panely jsou dodávány silniční dopravou na místo stavby. Za vykládání je zodpovědný zákazník.

Montážní postup

Pokyny pro montáž panelů jsou k dispozici v Technickém oddělení Kingspanu.

Požadavky pro stavbu

Z obecného hlediska musí být podpěrná konstrukce pro panely X-dek vyrobena a sestavena s přesností podle **EN 1090-2:2008** (Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí. Technické požadavky na provedení ocelových konstrukcí). Přestože se zmíněné standardy vztahují k ocelovým konstrukcím, Kingspan požaduje dodržení obdobných hodnot povolených tolerancí také u ostatních typů podpěrných prvků (tj. betonových a dřevěných konstrukcí).

Pro instalaci panelu KS1000 XD (verze ocel-ocel) musí být ocelová konstrukce vyrobena a sestavena s přesností L/600 mezi nosnými rovinami sousedních podpěr, kde L je vzdálenost mezi sousedními podpěrami.

Pro použití panelu KS1000 XD (verze ocel-ocel) v případech, kdy je předpokládán požadavek větší přesnosti vztyčení nosné konstrukce, než požaduje Kingspan, se doporučuje doplnit buď prvky s jednoduchým rozponem nebo panely externími profily MiniBox (I).

X-dek™ FM Approved

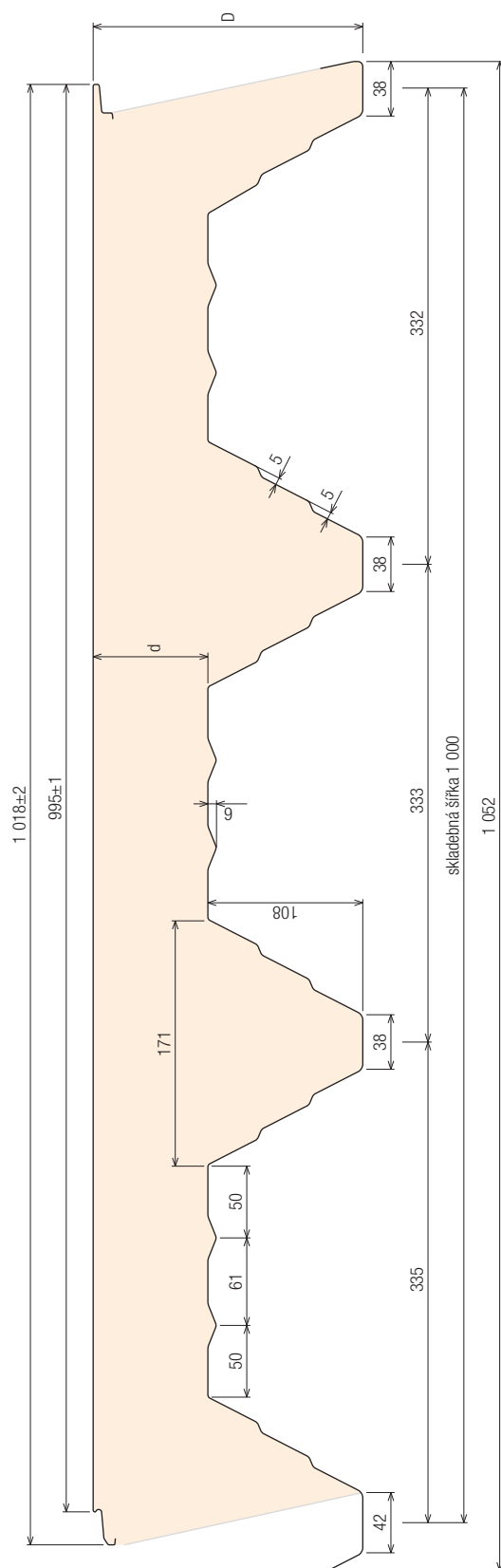
KS1000 X-dek PVC (XM) a KS1000 XD s lepenou PVC membránou představují možnosti řešení střechy s označením „**FM Approved**“.

Označení „FM Approval“ platí pro obě schválené varianty panelu X-dek **pouze s 1,5 mm silnou PVC membránou Sika SGK 1,5 mm.**

Pro získání podrobnějších informací o produktech „FM Approved“ kontaktujte prosím Technické oddělení společnosti Kingspan.

Rozměry panelu

KS1000 XD 100 / KS1000 XD 80



Nabízené tloušťky panelů

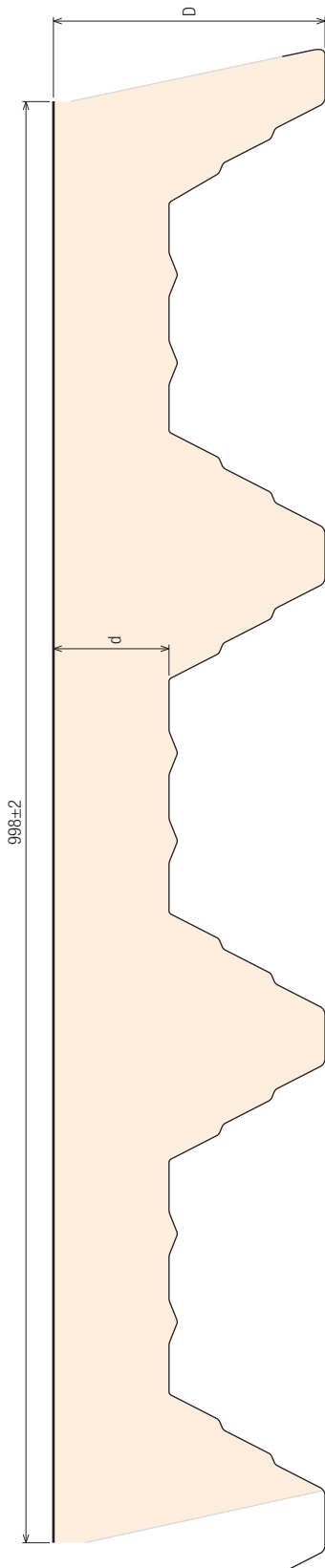
Izolační jádro (d)	Celková tloušťka panelu (D)
80	188
100	208

Poznámka:

Všechny rozměry jsou v milimetrech.

Rozměry panelu

KS1000 XB 100 / KS1000 XB 80
KS1000 XG 100 / KS1000 XG 80



KS1000 XM 100 / KS1000 XM 80

