ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Bakalářská práce

Ocelová hala v Praze

Vypracoval: Tadeáš Zeman

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Chomutov 2021

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE
Fakulta stavební
Thákurova 7, 166 29 Praha 6

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: Zeman Jméno: Tadeáš Osobní číslo: 468462

Zadávající katedra: K134

Studijní program: SI

Studijní obor: K

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: Ocelová hala v Praze

Název bakalářské práce anglicky: Steel Hall in Prague

Pokyny pro vypracování:
Navrhněte konstrukční řešení, zpracujte statický výpočet hlavních nosných prvků a vybraných detailů, technockou zprávu s popisem postupu montáže. Vypracujte výkresovou dokumentaci v rozsahu: dispoziční výkresy, výkresy hlavních detailů ve stupni prováděcí projekt.

Seznam doporučené literatury:
Normy řady ČSN EN, skripta, webové prezentace potenciálních dodavatelů.

Jméno vedoucího bakalářské práce: doc. Dr. Ing. J. Dolejš

Datum zadání bakalářské práce: 23.2.2021 Termín odevzdání bakalářské práce: 17.5.2021
Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku

Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

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

23. 2. 2021
Datum převzetí zadání

Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně, pouze za odborného vedení vedoucí doc. Dr. Ing. Jakuba Dolejše.

Dále prohlašuji, že veškeré podklady, ze kterých jsem čerpal, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

……

podpis

Poděkování:

Chtěl bych poděkovat především svému vedoucímu doc. Dr. Ing. Jakubu Dolejšovi za vstřícný přístup, cenné rady při tvorbě této práce a poskytnuté materiály.

Anotace:

Cílem této práce je návrh a posouzení nosné konstrukce Ocelové haly v Praze. Jedná se o obdélníkovou halo o rozměrech 55,2 m x 34,8 m se sedlovou střechou, která bude sloužit jako víceúčelová sportovní hala. Rozměry haly byly zvoleny tak, aby se zde mohli hrát nejrůznější sporty a soutěže, také aby zde byli i bezpečnostní odstupy a tribuny pro diváky. Nosná konstrukce je tvořena deseti příčnými vazbami v krajních polích po šest celé šesti metrech a v poli po šesti metrech z válcovaných IPE sloupů a příhradových vazníků, které jsou mezi sebou propojeny vaznicemi. Prostorovou tuhost zajišťuje systém ztužidel.

Klíčová slova:

Ocelová hala, příhradový vazník, sportovní víceúčelová hala, Dlubal software, RFEM, Lindab structuralDesigner

Abstrakt:

The aim of this work is the design and assessment of the supporting structure of the Steel Hall in Prague. It is a rectangular hall measuring 55.2 m x 34.8 m with a gable roof, which will serve as a multipurpose sports hall. The dimensions of the hall were chosen so that various sports and competitions could be played here, as well as safety distances and grandstands for spectators. The supporting structure consists of ten transverse connections in the outermost fields of six point six meters and in the field of six meters of rolled IPE columns and lattice warrens, which are interconnected by purlins. Spatial rigidity is ensured by a system of stiffeners.

Keywords:

Steel hall, lattice warren, multifunction sports hall, Dlubal software, RFEM, Lindab structural designer

Prohlášení o shodě listinné a elektronické formy VŠKP

Prohlášení:

Prohlašuji, že elektronická forma odevzdané bakalářské práce je shodná s odevzdanou listinou formou.

……

podpis

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Bakalářská práce

Ocelová hala v Praze

Technická zpráva

Vypracoval: Tadeáš Zeman

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Chomutov 2021

Obsah

1. Podklady ... 9
1.1. Podklady pro zpracování projektu ... 9
2. Úvod a Technický popis konstrukcí ... 10
2.1. Úvod ... 10
2.2. Dispozice ... 11
2.3. Popis konstrukce ... 12
2.3.1. Rozměry objektu ... 12
2.3.2. Opláštění objektu ... 12
2.3.3. Vaznice ... 12
2.3.4. Vazníky ... 13
2.3.5. Sloupy ... 13
2.3.6. Ztužidla ... 13
3. Materiál ... 14
4. Výroba, montáž ... 15
4.1. Výroba ... 15
4.2. Montáž ... 15
5. Antikorozní a protipožární ochrana konstrukce ... 16
6. Bezpečnost práce a ochrana zdraví ... 16
7. Závěr ... 17
8. Seznam nejčastěji použitých zkratek ... 17

1. Podklady

1.1. Podklady pro zpracování projektu

[1] ČSN EN 1990 „Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí“

[2] ČSN EN 1991-1-1 „Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb“

[3] ČSN EN 1991-1-2 „Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-2: Obecná zatížení – Zatížení konstrukcí vystavených účinkům požáru“

[4] ČSN EN 1991-1-3 „Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem“

[5] ČSN EN 1991-1-4 „Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem“

[6] ČSN EN 1993-1-1 „Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby“

[7] ČSN EN 1993-1-8 „Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-8: Navrhování styčníků“

[8] ČSN EN ISO 11125 „Příprava ocelových podkladů před nanesením nátěrových hmot a obdobných výrobků – Metody zkoušení kovových otryskávacích prostředků“

[9] ČSN EN ISO 12944 „Nátěrové hmoty – Protikorozní ochrana ocelových konstrukcí ochrannými nátěrovými systémy“

[10] ČSN EN 1090-2 „Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí – Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce“

[11] ČSN EN ISO 5817 „Svařování – Svarové spoje oceli, niklu, titanu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním (kromě elektronového a laserového svařování) – určování stupňů kvality“

[12] ČSN EN ISO 17637 „Nedestruktivní zkouška svarů – Vizuální kontrola tavných svarů“

[13] VYSSPA Sports Technology s.r.o. - Sportovní pravidla. [online]. Copyright © 2021 VYSSPA Sports Technology s.r.o. [cit. 16.05.2021]. Dostupné z:http://www.vysspa.cz/cs/sportovni-stavby/multifunkcni-hriste/sportovni-pravidla.html

[14] Šroubové spoje. Spoje ocelových konstrukcí [online]. Dostupné z: http://ocel.wz.cz/sroubove-spoje/vule-roztece.php

[15] Jandera, M., Eliášová, M., Vraný, T.: Ocelové konstrukce 1 - Cvičení, 3. opravené vydání, 2015. Dostupné z: https://people.fsv.cvut.cz/~xjanderm/papers/OK01-Cv.pdf

[16] Izolační sendvičové panely - PUR panely, IPN, QuadCore | Kingspan | Česká republika. 301 Moved Permanently [online]. Copyright © Kingspan Group [cit. 16.05.2021]. Dostupné z: https://www.kingspan.com/cz/cs-cz/produkty/izolacni-sendvicove-panely

2. Úvod a Technický popis konstrukcí

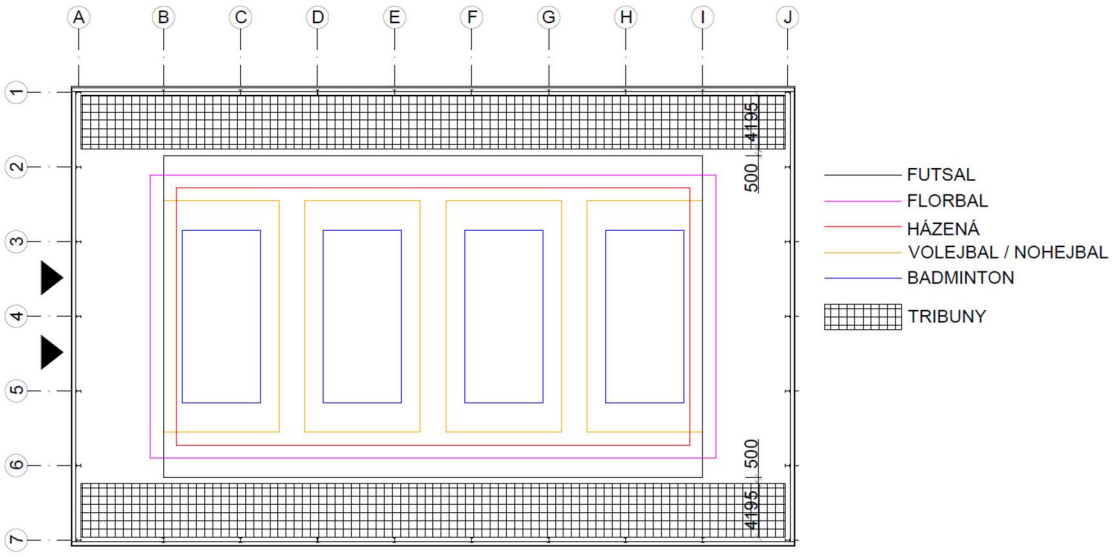
2.1. Úvod

Cílem bakalářské práce je návrh konstrukce tréninkové haly pro oblast Praha – konkrétní místo Staré kyje. Tak aby vzniknul prostor pro nejrůznější sporty. Výpočetní model pro získání vnitřních sil jsem vytvořil ve studentské verzi programu RFEM Student Verze 5.25.01.158239. Posouzení vaznice jsem provedl v programu Lindab StructuralDesigner 1.5.1, dle Lindab EC3Libary 2.1

Tabulka 1: Rozměry hřišť

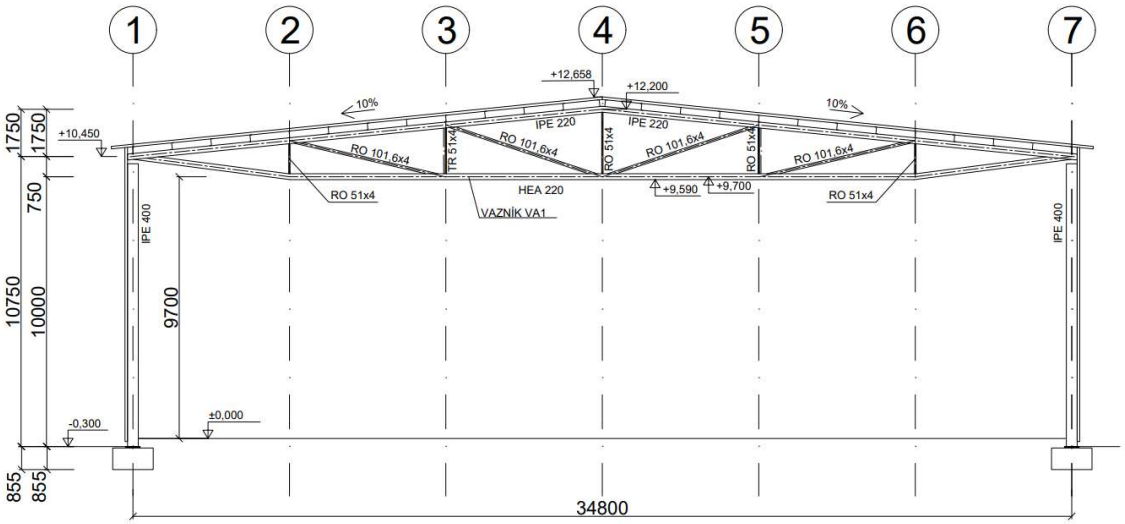
Rozměry jednotlivých hřišť				
	šířka [m]	délka [m]	výška [m]	volná zóna [m]
Volejbal	9	18	7	3
Házená	20	40		
Florbal	22	44		
Nohejbal	9	18	6	2,5
Badminton	6,1	13,4		
Futsal	25	42		
Basketbal	15	28		

Světlá výška je dána minimálním hracím prostorem 7 m + zvětšení na případnou aparaturu a zařízení.

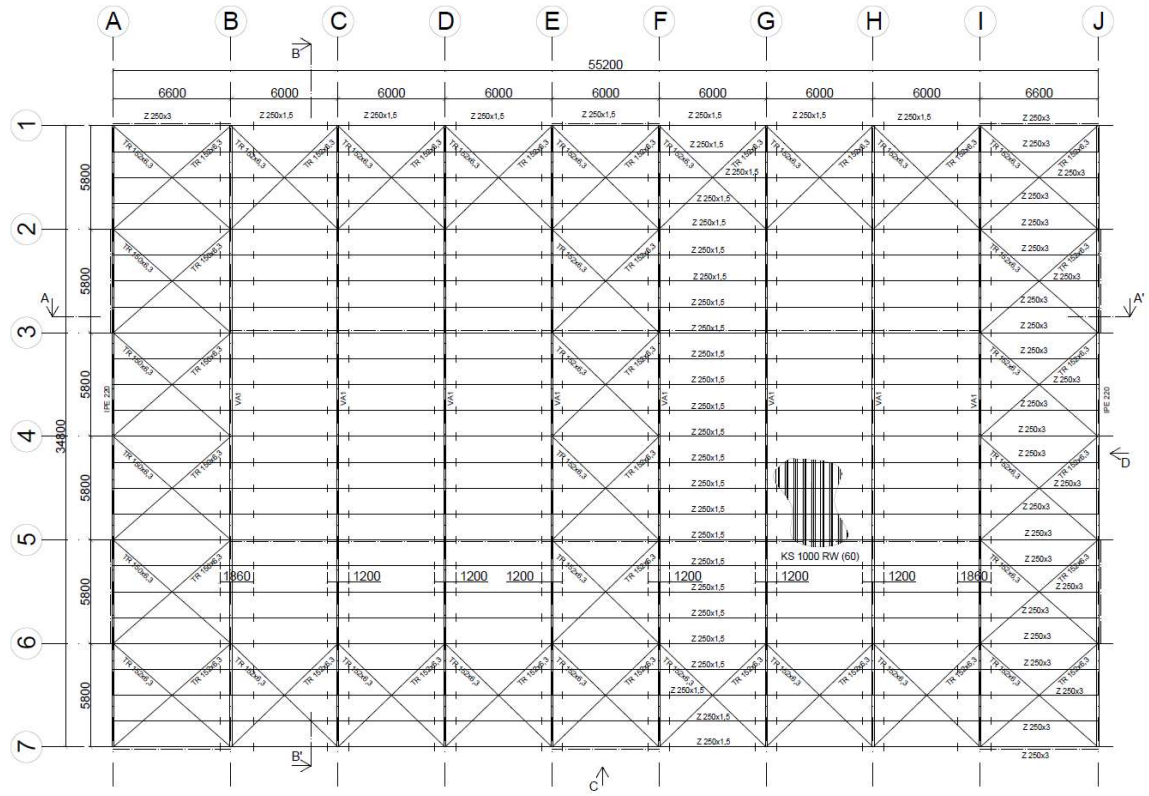


Obrázek 1: Uspořádání hřišť v hale

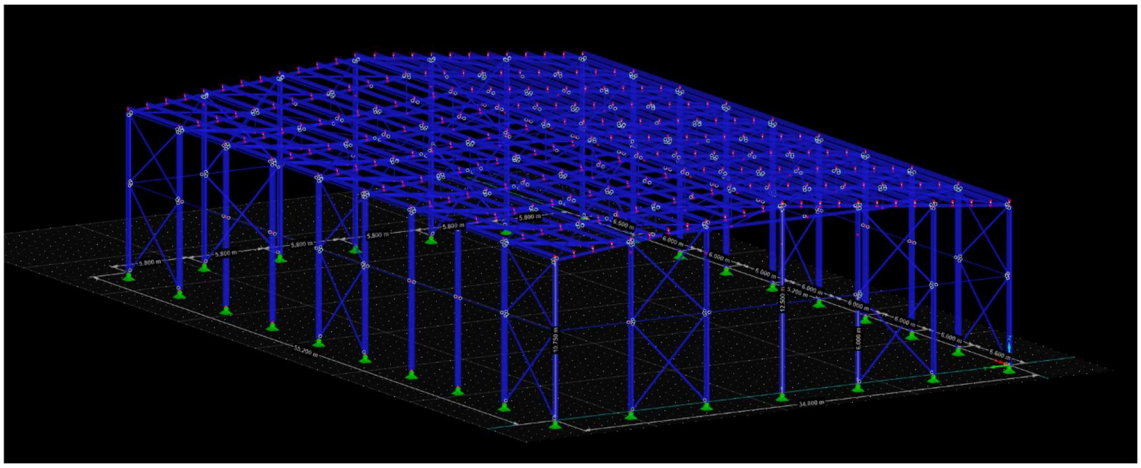
2.2. Dispozice



Obrázek 2: Řez B-B'



Obrázek 3: Půdorys



Obrázek 4: Prostorový model konstrukce

2.3. Popis konstrukce

2.3.1. Rozměry objektu

Půdorysné rozměry jsou 55,2x34,8 m. Výška objektu je +12,658 m včetně střešní krytiny. Je zde sedlová střecha se sklonem 10 %.

2.3.2. Opláštění objektu

Střešní opláštění je tvořeno panely Kingspan KS1000 RW tl. 60 mm, uložených na vaznice a upevněných dle pokynů výrobce. Návaznost bude zajištěna překrytím v přesahu 250 mm, směrem k vrcholu.

Stěnové opláštění je tvořeno panely Kingspan KS1000 AWP tl. 60 mm, Přímo spojených s nosnými sloupy. Aby nevznikali tepelné mosty, bude místo styku sousedních panelů zajištěno pomocí nízko expanzní PUR pěny.

Přírodní světlo budou zajišťovat stěnové prosvětlovací panely KS1000 WL.

Mezi osami 4 a 3 se vybetonuje pás, na který bude osazena konstrukce nesoucí vrata, aby se dalo do haly vjet například s vysoko zdvižnou plošinou. Tato konstrukce není součástí výpočtu. Stejně bude provedena druhá část vstupu v ose 4 a 5 pro diváky, kde budou automatické posuvné dveře. Tato konstrukce také není součástí návrhu.

Lemování otvorů ani styků není v této práci řešeno.

2.3.3. Vaznice

Vaznice jsou navrženy jako prostý spojitý nosník z profilu Z 250. Krajní délka je 6,6 m a středová pole mají rozměr 6 m. V krajních polích směrem od objektu je vaznice rozšířena o 200 mm tak, aby lícovali se štítovými sloupy a bylo možné k nim připojit stěnový panel. Připojení k vazníku je provedeno pomocí kotevních úhelníků L 200x3 dl. 170 mm, ke kterému je vaznice připojena šrouby M10 (8,8) a k tomu odpovídající podložky a matky.

2.3.4. Vazníky

Vazník je navržen jako příhradová konstrukce o šesti polích o rozměrech 5,8m a celkovým rozpětím 34,8 m. Výška vazníku ve vrcholu je 2,5 m. V místě napojení na sloupy se spojuje horní a spodní pás. Horní pás je ve sklonu 10 % a je tvořen profilem IPE 220. Spodní pás je tvořen profilem HEA 220, na spodní pás je užit tento prvek kvůli lepším vlastnostem při vybočení z roviny. Mezi pásové pruty jsou tvořeny trubkami. Hlavní svislice je tvořena profilem RO 88,9x4, hlavní diagonála profilem RO 101,6x4, vedlejší svislice profilem RO 51x4 stejně tak i vedlejší diagonála a nejkratší svislice. Připojení mezi pásových prutů je provedeno pomocí koutových svarů s účinnou tloušťkou 3 mm. Montážní spoj horní desky je tvořen čelní deskou a montážní spoj spodního pasu je tvořen příložkovým stykem. Mezipásmové pruty v místě montážních styků jsou připojeny pomocí šroubů M20; 8.8, ke styčníkovým plechům tloušťky 10 mm přivařených k pásům vazníků.

Napojení vazníku na sloup je provedeno kloubově. Vazník je spojen s čelní deskou, která je uložena na ložisku. Ložisko je uloženo na čelní desce, která je spojena se sloupem. Čelní desky jsou spojeny šrouby M16; 8.8, v oválných otvorech.

Vazník v osách A a J modelovaný jako spojitý nosník z profilu IPE 220 je připojen ke sloupům také pomocí čepu. Avšak to není v této práci řešeno. Horní pás tohoto nosníku musí lícovat s horním pásem příhradového vazníku.

2.3.5. Sloupy

Plnostěnné sloupy profilu IPE 400 teoretické výšky 10,75 m. Jsou na obou koncích uvažovány jako kloubové. Připojení k základové patce je provedeno pomocí dvou kotev tvořených závitovými tyčemi lepených do vyvrtaných otvorů upevněné epoxidovým, nebo jiným vhodným lepidlem o průměru M20 S235. Kotvy sloupu jsou umístěny v ose menší tuhosti. Rozměry patního plechu jsou P25x300x520. Sloup je k patnímu plechu přivařen v místě pásnic oboustranným koutovým svarem tloušťky 6 mm a v místě stojiny oboustranným koutovým svarem tloušťky 4 mm.

2.3.6. Ztužidla

Prostorová tuhost je zajištěna pomocí příčných střešních ztužidel a na ně navazujících stěnových ztužidel, které přenášejí zatížení do základů. Stěnová ztužidla jsou tvořena profily RO 127x4,5 a jsou připojena pomocí šroubů M20; 8.8, ke styčníkovému plechu tloušťky 10 mm, který je připevněn ke stojině sloupu. Příčná střešní ztužidla jsou tvořena profily RO 152x6,3 a jsou taktéž připojena pomocí šroubů M20; 8.8, ke styčníkovému plechu tloušťky 10 mm, který je připevněn ke stojině horního pasu vazníku. Jedno příčné ztužení je průběžné a druhé je v polovině rozděleno a připojeno na průběžné pomocí šroubů M20; 8.8, ke styčníkovému plechu tloušťky 10 mm, který je navařen na průběžné ztužidlo.

Horní pás vazníku je dále ztužen profily RO 121x4,5, které jsou připojeny šrouby M20; 8.8, ke styčníkovým plechům tloušťky 10 mm, které jsou připevněny ke stojině horního pasu vazníku. Toto ztužení je v polovině pole v místě, kde není příčné ztužení v poli, avšak je v místě ukončení příčného ztužení.

Dále je zde vodorovné ztužení spodního pásu, které je v polovině příčně spojené s horním pásem. Toto ztužení je z profilu RO 82,5x4, které je připojeno šrouby M20; 8.8, ke styčníkovým

plechům tloušťky 10 mm, které jsou připojeny ke stojinám. Ve středu tohoto vodorovného ztužení jsou příčné profily napojeny svarem tloušťky 3 mm

3. Materiál

Prvky nosné konstrukce jsou navrženy z oceli S355. Materiál je specifikován ve statickém výpočtu. Dle ČSN EN 10204 – Druhy dokumentů kontroly, je požadován materiál s inspekčním certifikátem 3.1.

Tabulka 2: Výkaz materiálu

Položka č.	Označení průřezu	Počet prutů	Délka [m]	Celk. délka [m]	Plocha [m^2]	Objem [m^3]	Měr. hmotn. [kg/m]	Hmotnost [kg]	Celk. hmotn. [t]
1	109 - IPE 220 | Ferona - DIN 1025-5:1994	240	1,46	349,76	296,59	1,17	26,22	38,21	9,170
2	97 - IPE 400 | Ferona - DIN 1025-5:1994	20	4,75	95,00	139,37	0,80	66,33	315,08	6,302
3	97 - IPE 400 | Ferona - DIN 1025-5:1994	30	6,00	180,00	264,06	1,52	66,33	397,99	11,940
4	97 - IPE 400 | Ferona - DIN 1025-5:1994	6	4,00	24,00	35,21	0,20	66,33	265,33	1,592
5	114 - RRO 90x50x4 | Ferona - EN 10219	12	5,80	69,60	18,79	0,07	7,93	45,99	0,552
6	97 - IPE 400 | Ferona - DIN 1025-5:1994	4	5,33	21,33	31,30	0,18	66,33	353,77	1,415
7	121 - RO 121x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	14	6,60	92,40	35,12	0,15	12,93	85,33	1,195
8	115 - RO 140x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	8	8,35	66,76	29,36	0,13	15,04	125,49	1,004
9	124 - HEA 220 | Ferona - DIN 1025-3:1994	32	5,80	185,60	233,86	1,19	50,48	292,76	9,368
10	124 - HEA 220 | Ferona - DIN 1025-3:1994	16	5,85	93,57	117,90	0,60	50,48	295,20	4,723
11	5 - RO 101.6x4 | Ferona - EN 10210	16	6,11	97,74	31,20	0,12	9,63	58,81	0,941
12	105 - RO 51x4 | Ferona - ČSN 42 5715.01	16	5,95	95,22	15,26	0,06	4,64	27,59	0,441
13	104 - RO 88.9x4 | Ferona - ČSN 42 5715.01	8	2,50	20,00	5,59	0,02	8,38	20,94	0,168
14	105 - RO 51x4 | Ferona - ČSN 42 5715.01	16	1,92	30,67	4,91	0,02	4,64	8,89	0,142
15	105 - RO 51x4 | Ferona - ČSN 42 5715.01	16	1,33	21,33	3,42	0,01	4,64	6,18	0,099
16	115 - RO 140x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	4	7,88	31,52	13,86	0,06	15,04	118,48	0,474
17	115 - RO 140x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	4	8,29	33,14	14,58	0,06	15,04	124,59	0,498
18	114 - RRO 90x50x4 | Ferona - EN 10219	4	6,60	26,40	7,13	0,03	7,93	52,33	0,209
19	114 - RRO 90x50x4 | Ferona - EN 10219	14	6,00	84,00	22,68	0,08	7,93	47,57	0,666
20	121 - RO 121x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	73	6,00	438,00	166,50	0,72	12,93	77,57	5,663
21	97 - IPE 400 | Ferona - DIN 1025-5:1994	2	2,50	5,00	7,34	0,04	66,33	165,83	0,332
22	111 - RO 82.5x4 | Ferona - ČSN 42 5715.01	28	3,00	84,00	21,77	0,08	7,74	23,23	0,650
23	119 - RO 152x6.3 | Ferona - ČSN 42 5715.01	24	8,81	211,34	100,92	0,61	22,64	199,33	4,784
24	122 - RO 127x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	8	8,92	71,36	28,47	0,12	13,59	121,26	0,970
25	97 - IPE 400 | Ferona - DIN 1025-5:1994	4	1,92	7,67	11,25	0,06	66,33	127,14	0,509
26	122 - RO 127x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	4	8,49	33,94	13,54	0,06	13,59	115,35	0,461
27	119 - RO 152x6.3 | Ferona - ČSN 42 5715.01	36	8,37	301,16	143,81	0,87	22,64	189,37	6,817
28	122 - RO 127x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	8	8,13	65,05	25,95	0,11	13,59	110,55	0,884
29	122 - RO 127x4.5 | Ferona - ČSN 42 5715.01	4	7,65	30,61	12,21	0,05	13,59	104,03	0,416
30	111 - RO 82.5x4 | Ferona - ČSN 42 5715.01	28	3,56	99,68	25,84	0,10	7,74	27,57	0,772
31	90 - Z 250x3 B | Lindab	52	8,10	421,20	360,66	0,51	9,50	76,95	4,001
32	90 - Z 250x1,5 B | Lindab	182	7,28	1092,00	1147,56	1,61	4,50	32,76	4,914
Celkem		933		4479,05	3386,01	11,41			82,072

4. Výroba, montáž

4.1. Výroba

Konstrukce je zařazena do třídy provedení „EXC2“ dle ČSN 1090-2. Pro konstrukci je navržen stupeň jakosti svarů C dle ČSN EN ISO 5817. Pevností třída spojovacího materiálu je pro šrouby 8.8, matice tř. 8.

U exponovaných svarů a materiálů se předpokládá defektoskopická kontrola (UZV, Rentgen). Nedestruktivní zkoušky svarů:

VT – dle ČSN EN ISO 17637, rozsah 100%

UT+MT – percentuální rozsah dle ČSN EN 1090-2 a WPS výrobce. Před zavařením tupých svarů musí být provedena přejímka tvaru a provedení úkosů u vybraných detailů.

4.2. Montáž

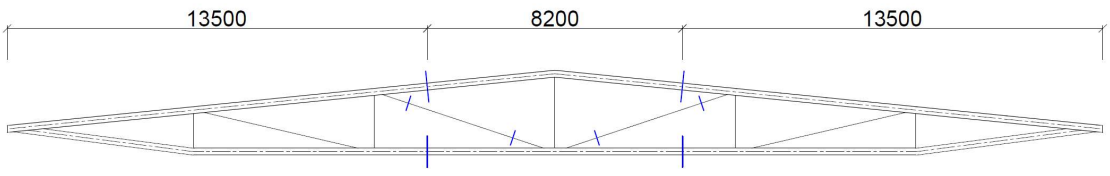
Všechny prvky budou dílensky vyrobeny, opatřeny nátěrovým systémem a dopraveny na stavbu v přepravitelných částech, které budou na montáži vzájemně sešroubovány. Prvky, které budou montážně přivařovány na stavbě, budou opatřeny finálním nátěrem s vynecháním míst přivaření. Následně budou tyto místa opravena a bude proveden finální nátěr na stavbě.

Na stavbě se provede geologický průzkum a zaměření patek sloupů a pasů v místech určených pro montáž vstupních otvorů.

Po vybetonování patek se geodeticky zaměří přesné místo pro vyvrtání kotev. Při betonáži se nesmí zapomenout na vynechání místo pro smykovou zarážku sloupu. Kotvy jsou tvořené závitovými tyčemi M20 S235. Vlepí se do vyvrtaných otvorů pomocí epoxidového, nebo jiného vhodného lepidla. Po osazení sloupů IPE 400 dojde k podlití patních plechů. Okamžitě po montáži sloupů v jedné řadě dojde k osazení příhradového vazníku. Příhradový vazník je nejprve nutné smontovat, jelikož bude dodán ve třech montážních celcích, kvůli přepravě. Osazení vazníku budou probíhat pomocí dvou jeřábu, z důvod zmenšení rizika zkroucení vazníků, a lepší manipulovatelnosti. Po osazení vazníků ve vedlejší ose budou vždy ihned osazovány ztužidla a vaznice.

Během montáže dalších částí konstrukce bude probíhat oprava poškozených částí nátěru a aplikace dalších vrstev. Po smontování hlavní nosné konstrukce začne osazování sekundární konstrukce otvorů a pokládka opláštění panelů KS 1000 RW. Po montáži panelů přijde na řadu osazení otvorů a finální lemování konstrukce.

Nakonec je třeba opravit nátěry v místech poškození. Také je možno provést konstrukci podlahy a potřebných zařízení. Na závěr se provedou dokončovací stavební práce, terénní úpravy, úprava komunikace a úklidové práce.



Obrázek 5: Místa montážních spojů příhradového vazníku

5. Antikorozní a protipožární ochrana konstrukce

Před nátěry bude konstrukce otryskána na požadovanou drsnost dle ČSN EN ISO 11125. Drsnost povrchu bude zkontrolována etanolem. Skladba nátěrového systému ocelových konstrukcí bude navržena v souladu s ČSN EN ISO 12944.

Pro veškeré vnitřní konstrukce hlavní arény je uvažována korozní expozice C3, životnost více než 15 let. Spojovací materiál bude dodán žárově pozinkovaný.

Barevné řešení je řešeno v architektonické části projektu,

Konkrétní nátěrový systém není v této práci řešen. Předpokládá se aplikace celého systému v dílně, na stavbě budou pouze opravena poškozená místa a místa u montážních svarů. U nátěrů provedených na stavbě bude provedena odtrhová zkouška.

Nosná ocelová konstrukce zastřešení je navržena na požární odolnost 15 min s uvažováním normové požární křivky.

6. Bezpečnost práce a ochrana zdraví

Všechny části stavby byly navrženy v souladu s předpisy platnými v České republice. Veškeré stavební práce budou prováděny odbornou firmou k této činnosti způsobilou. Během provozu stavby je nutno dodržovat všechny články platných ČSN a předpisů o bezpečnosti a ochraně zdraví, zejména zákoníku práce – 262/2006 sb. a zákona 309/2006 sb. a vyhlášky 48/82 sb.

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

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

Jedná se zejména o tyto předpisy:

- *Zákoník práce č. 262/2006 Sb., v platném znění, kapitola o bezpečnosti práce*
- *Zákon 309/2006 Sb., kterým se upravují další požadavky bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v pracovněprávních vztazích a o zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při činnosti nebo poskytování služeb mimo pracovněprávní vztahy (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) a jeho prováděcí předpisy.*
- *Vyhláška č.48/1982 Českého úřadu bezpečnosti práce, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení, v platném znění*
- *Nařízení vlády č. 362/2005 Sb., o bližších požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na pracovištích s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky*
- *Hygienický předpis č. 46 - Směrnice o hygienických požadavcích na pracovní prostředí*
- *ČSN 269030 - Skladování – zásady bezpečné manipulace aj.*
- *Nařízení vlády č. 101/2005 Sb. o podrobnějších požadavcích na pracoviště a pracovní prostředí*
- *Zákon ČNR č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, v platném znění*
- *Vyhláška MV č. 246/2001 Sb., o požární prevenci,*
- *Nařízení vlády č. 495/2001 Sb., kterým se stanoví a bližší podmínky pro poskytování osobních ochranných pracovních pomůcek,*

- *Nařízení vlády č. 494/2001 Sb., kterým se stanoví způsob evidence, hlášení a zasílání záznamu o úrazu,*
- *Vyhláška Ministerstva pro místní rozvoj č. 137/1998 Sb., o obecných technických požadavcích na výstavbu*
- *Nařízení vlády č. 591/2006 Sb., o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích*
- *Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci*

Pracovní a montážní postupy a přístupové cesty budou zpracovány dodavatelskou firmou ve vazbě na příslušná ustanovení platných ČSN a předpisů BOZ a v souladu s pokyny koordinátora BOZP.

Během provádění stavby bude dodavatelem vypracován provozní řád objektu, ve kterém bude specifikována bezpečnost práce s technickým zařízením objektu včetně odpovědností zaměstnanců ve vztahu k jednotlivým zařízením.

Na pracovištích se nebudou používat jedy ani karcinogenní látky a na pracovištích nebudou vznikat škodliviny charakteru toxických látek, které by mohly mít vliv na bezpečnost a hygienu práce. Veškeré nebezpečné odpady budou likvidovány se zákonem o odpadech 185/2001 sb.

7. Závěr

Veškeré konstrukce musí splňovat platné české zákony, normy, hygienické předpisy a nařízení. Před uvedením do provozu je nutno vypracovat předpis pro kontrolu a údržbu a provozní řád.

Cílem mé bakalářské práce bylo zpracování návrhu nosné konstrukce ocelové sportovní haly pro víceúčelové použití nejrůznějších sportů. Výpočetní model jsem získal a zpracoval v programu RFEM 5.25.01. Posouzení bylo zpracováno dle aktuálních norem.

8. Seznam nejčastěji použitých zkratek

A – průřezová plocha
A_s – plocha šroubu účinná v tahu
A_w – průřezová plocha stojiny
C_{dir} – součinitel směru
C_e – součinitel expozice
C_{mLT} – součinitel ekvivalentního konstantního momentu
C_{my} – součinitel ekvivalentního konstantního momentu
C_{mz} – součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$C_{0(z)}$ - součinitel orografie
$C_{pe,10}$ -součinitel tlaku větru
$C_{r(z)}$ - součinitel drsnosti
C_{season} – součinitel ročního období
C_t – teplený součinitel
$F_{b,Rd}$ – návrhová únosnost šroubu v otlačení
F_{Ed} – návrhová působící síla
$F_{t,Rd}$ - návrhová únosnost šroubu v tahu
$F_{V,Rd}$ - návrhová únosnost šroubu ve střihu
E – modul pružnosti v tahu, tlaku
I_v – moment setrvačnosti v kroucení
I_w – výsečový moment setrvačnosti

I_y – moment setrvačnosti průřezu k ose y
I_z – moment setrvačnosti průřezu k ose z
L_w – délka svaru
$L_{cr,T}$ - vzpěrná délka při vybočení zkoucením
$L_{cr,y}$ - vzpěrná délka kolmo k ose y
$L_{cr,z}$ - vzpěrná délka kolmo k ose z
$M_{c,Rd}$ - návrhová únosnost v ohybu
M_{Ed} – návrhový ohybový moment
$M_{el,Rd}$ - návrhová elastická únosnost v ohybu
$M_{pl,Rd}$ - návrhová plastická únosnost v ohybu
$N_{b,Rd}$ - vzpěrná únosnost
N_{cr} – kritická síla
$N_{t,Rd}$ - návrhová únosnost v tahu
R – výslednice sil
V_{Ed} – návrhová smyková síla
$V_{pl,Rd}$ - plastická smyková únosnost
$W_{el,y}$ - elastický modul průřezu k ose y
$W_{el,z}$ - elastický modul průřezu k ose z
$W_{pl,y}$ - plastický modul průřezu k ose y
$W_{pl,z}$ - plastický modul průřezu k ose z
a_w – účinná výška svaru
b – šířka průřezu
d_w – výška rovné části stojiny
d – jmenovitý průměr šroubu
d_0 – průměr otvoru pro šroub
e – excentricita normálové síly
e_1 – vzdálenost šroubu od okraje
e_2 – vzdálenost šroubu od okraje
f_{cd} – návrhová hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_{ck} – charakteristická hodnota válcové pevnosti betonu v tlaku
f_y – mez kluzu
f_u – mez pevnosti
f_{ub} – mez pevnosti materiálu šroubu
h – výška průřezu
i_0 – polární poloměr setrvačnosti
i_y – poloměr setrvačnosti k ose y
i_z – poloměr setrvačnosti k ose z
k_r – součinitel terénu
k_w – součinitel vzpěrné délky
k_{yy} – součinitel interakce
k_{zy} – součinitel interakce
kyz – součinitel interakce
k_{zz} – součinitel interakce
l_{eff} – efektivní délka
n – počet střihových rovin
$q_{p(z)}$ - maximální hodnota dynamického tlaku větru
s – charakteristická hodnota zatížení sněhem
s_k – základní tíha sněhu
$v_{b,0}$ - výchozí hodnota základní rychlosti větru
v_m – střední rychlost větru
w – tlak větru
z_0 – parametr drsnosti terénu

$z_{0,II}$ - parametr drsnosti terénu
z – výška nad zemí
z_{min} – minimální výška
Φ – hodnota pro výpočet součinitele vzpěrnosti
$Φ_{LT}$ – hodnota pro výpočet součinitele klopení
α – součinitel
$α_{LT}$ – součinitel imperfekce pro klopení
β – součinitel vzpěrné délky
$β_w$ – korelační součinitel pro svary závislý na druhu oceli
$γ_{M0}$ – dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
$γ_{M1}$ – dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
$γ_{M2}$ – dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
$γ_{M5}$ – dílčí součinitel spolehlivosti materiálu
ε – součinitel závisející na fy
$κ_{wt}$ – bezrozměrný parametr kroucení
λ – štíhlost
$λ_y$ – poměrná štíhlost kose y
$λ_z$ – poměrná štíhlost kose z
$λ_{LT}$ – poměrná štíhlost při klopení
$μ_{cr}$ – bezrozměrný kritický moment
$μ_i$ – tvarový součinitel zatížení sněhem
π – Ludolfovo číslo
ρ – měrná hmotnost vzduchu
σ – normálové napětí
$χ_{LT}$ – součinitel klopení
$χ_y$ – součinitel vzpěru k ose y
$χ_z$ – součinitel vzpěru k ose z

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Bakalářská práce

Ocelová hala v Praze

Statický výpočet

Vypracoval: Tadeáš Zeman

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Chomutov 2021

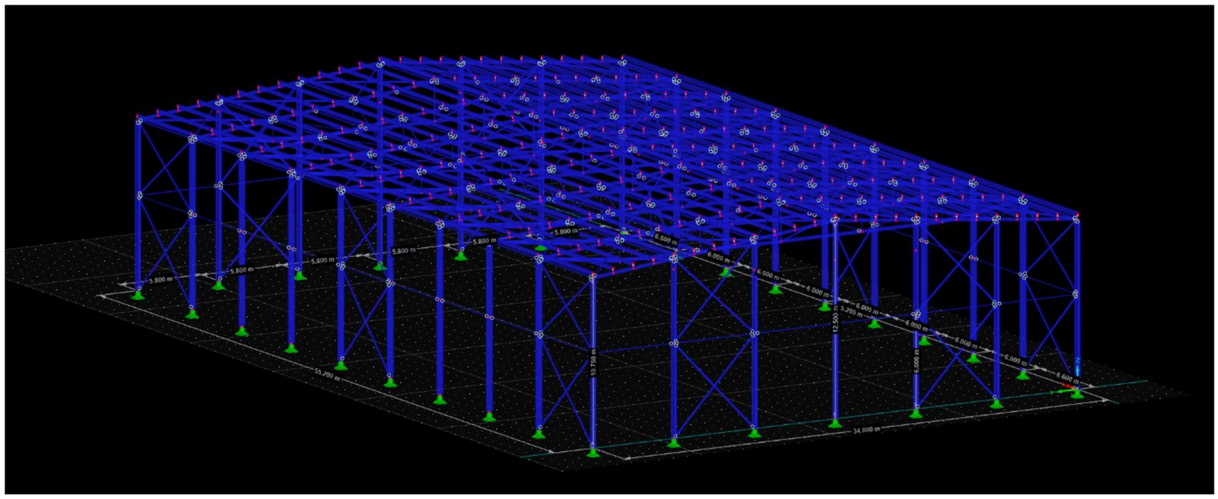
Obsah

1. Zatížení....3
1.1. Stálé zatížení od vlastní tíhy....3
1.2. Zatížení sněhem....4
1.3. Příčné zatížení větrem....8
1.4. Podélné zatížení větrem....13
1.5. Zatížení užitnými podhledy na spodní pás příhradového vazníku....16
1.6. Zatížení od střešního pláště....16
1.7. Zatížení od obvodového pláště....17
2. Kombinační pravidla, kombinace účinků a kombinace výsledků....17
2.1. Kombinační pravidla....17
2.2. Kombinace účinků....19
2.3. Kombinace výsledků....21
3. Posouzení tenkostěnné vaznice Z....24
3.1. První zatěžovací stav vaznice....25
3.2. Druhý zatěžovací stav vaznice....26
3.3. Třetí zatěžovací stav vaznice....28
4. Zobrazení vnitřních sil na konstrukci....29
4.1. Obálky vnitřních sil na čelo haly....29
4.2. Obálky vnitřních sil na sloup s vazníkem....33
4.3. Obálky vnitřních sil na sloupy a jejich ztužení....34
4.4. Obálky vnitřních sil na zavětrování a vodorovné ztužení haly a vodorovné ztužení vazníků....36

1. Zatížení

1.1. Stálé zatížení od vlastní tíhy

Toto zatížení je generováno automaticky programem a je označeno jako ZS1.



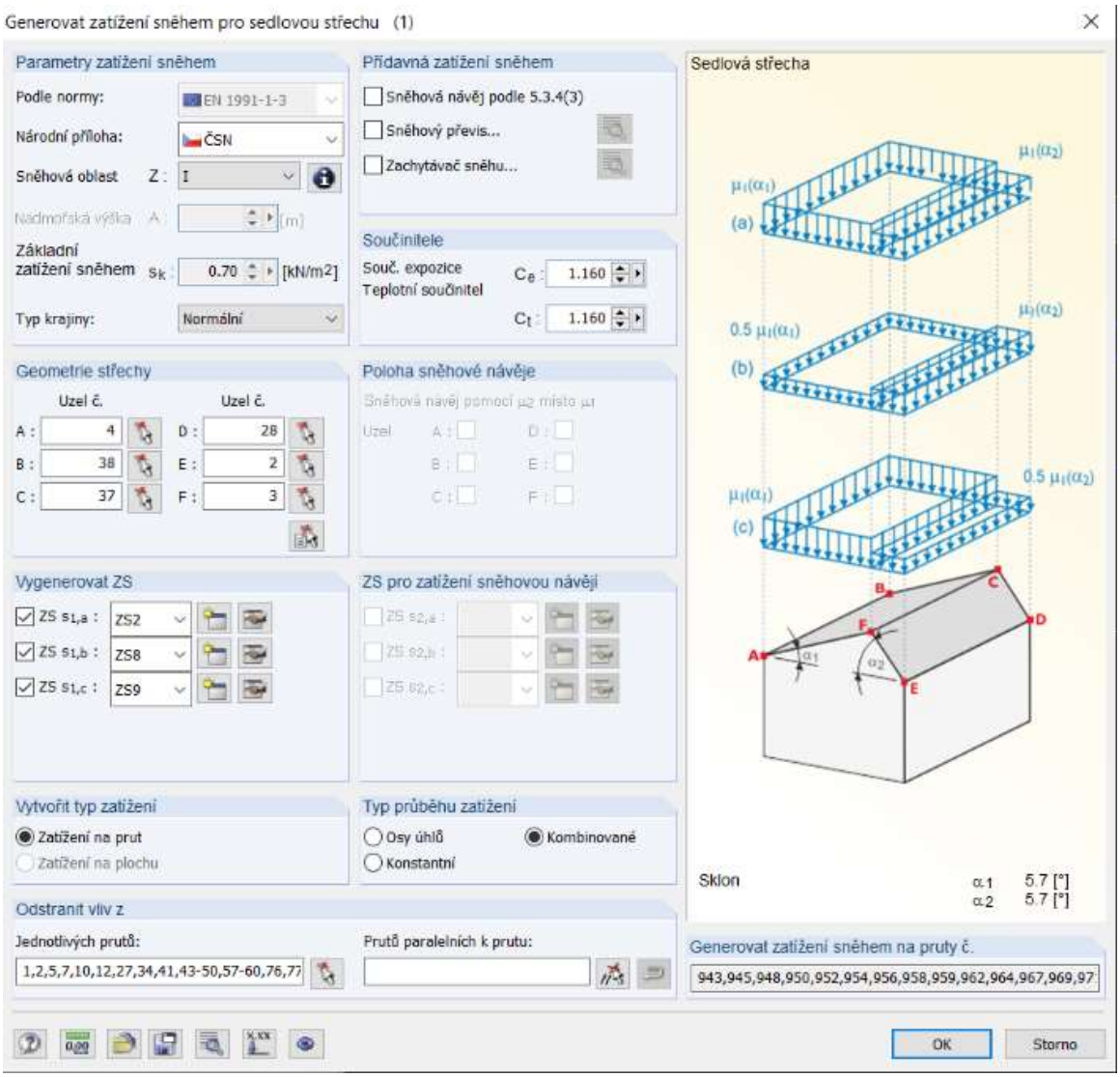
1.2. Zatížení sněhem

Zatížení sněhem je uvažováno ve sněhové oblasti I.

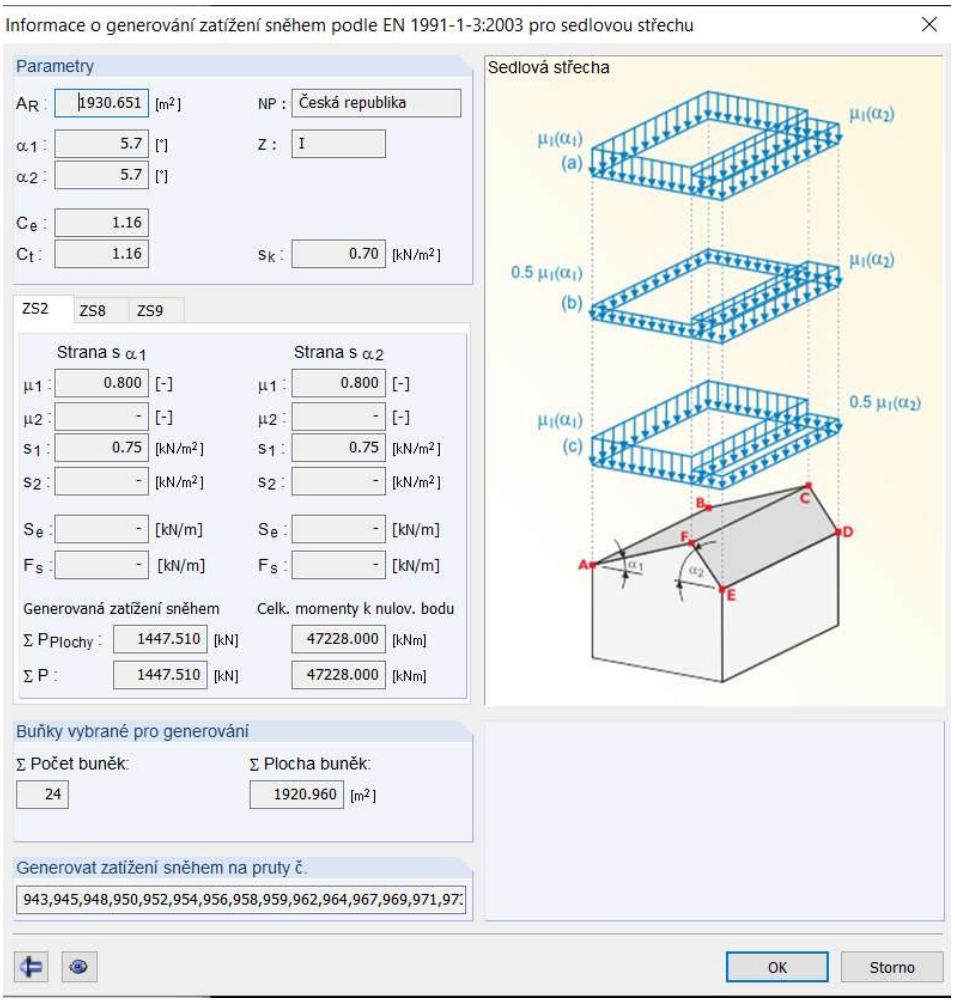
Sklon střechy je 10 %.

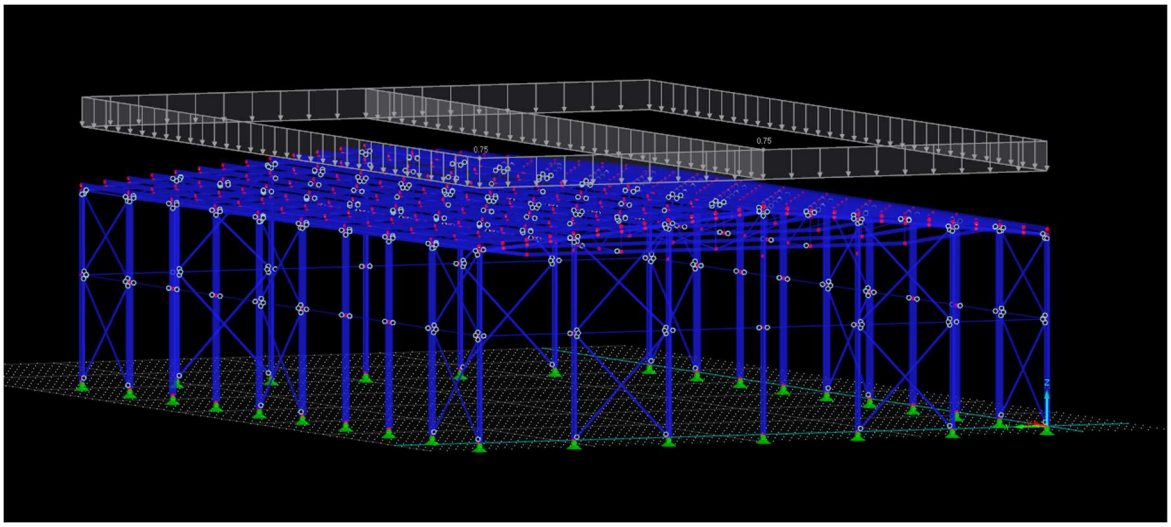
Původní hodnota zatížení pro tuto oblast je 0,56 kN/m^2, ale tato hodnota byla pomocí součinitelů zvětšena na hodnotu 0,75 kN/m^2. To z důvodu zohlednění například pohybu po střeše a odklízení sněhu.

Byly vygenerovány tři zatěžovací stavy pro zatížení sněhem.

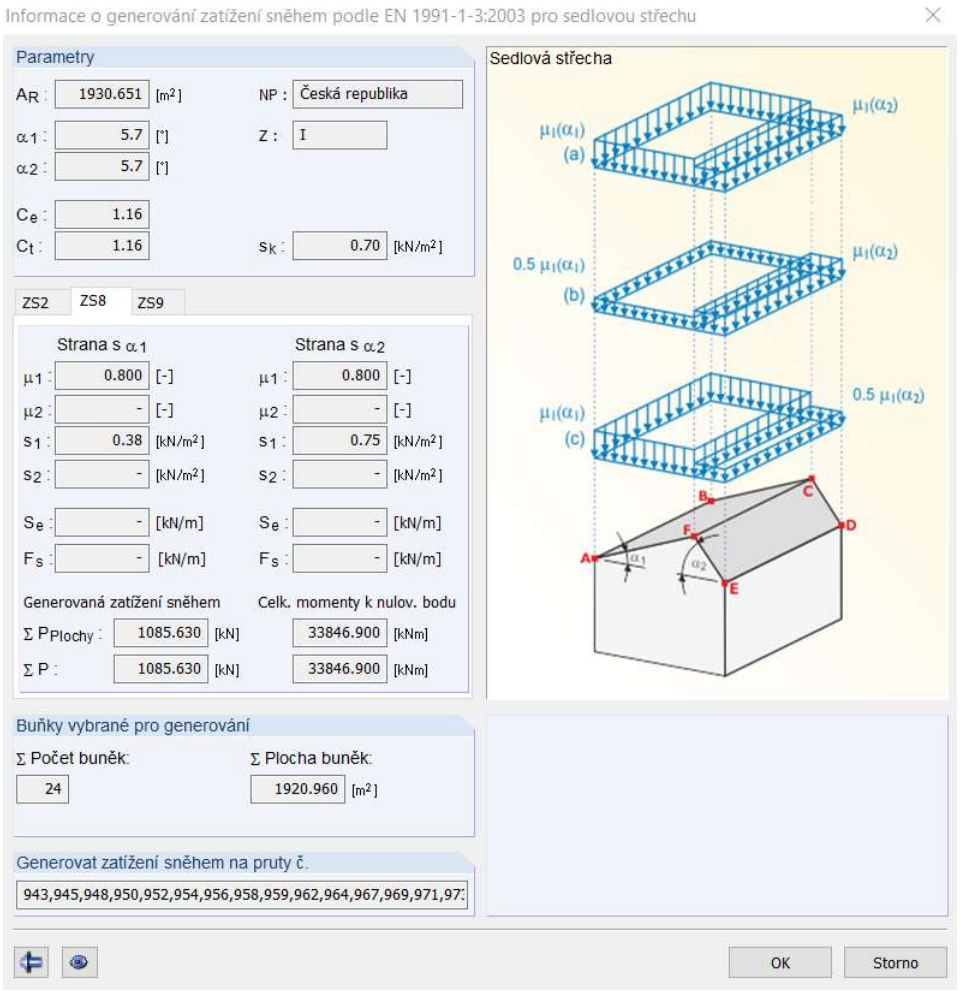


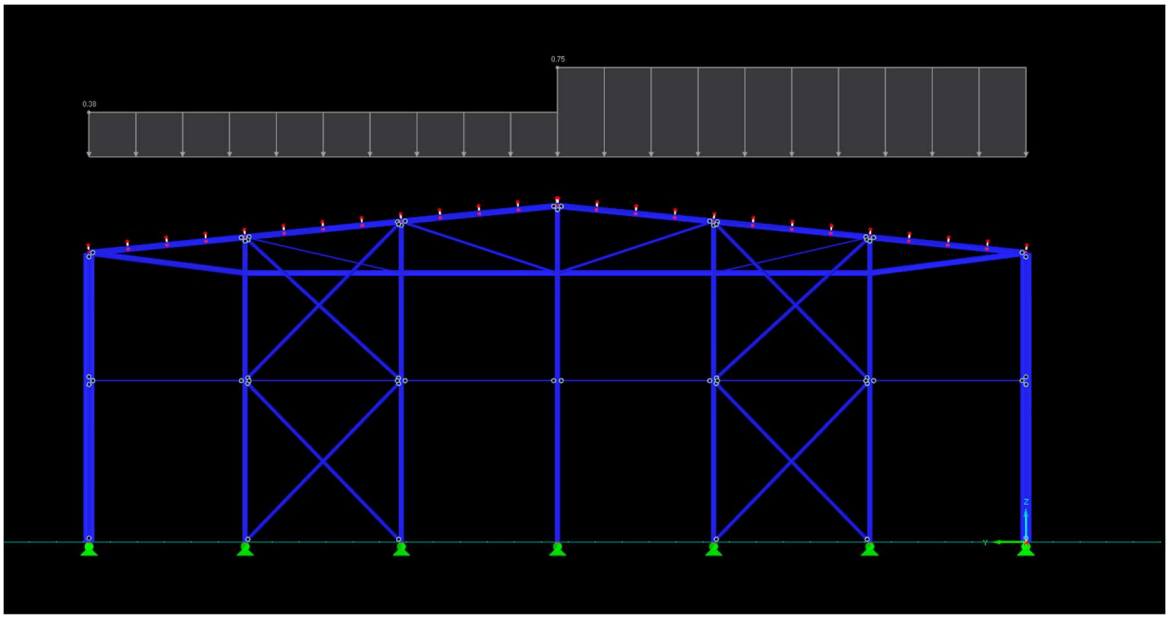
ZS2 – Stejné zatížení působí na celou střechu



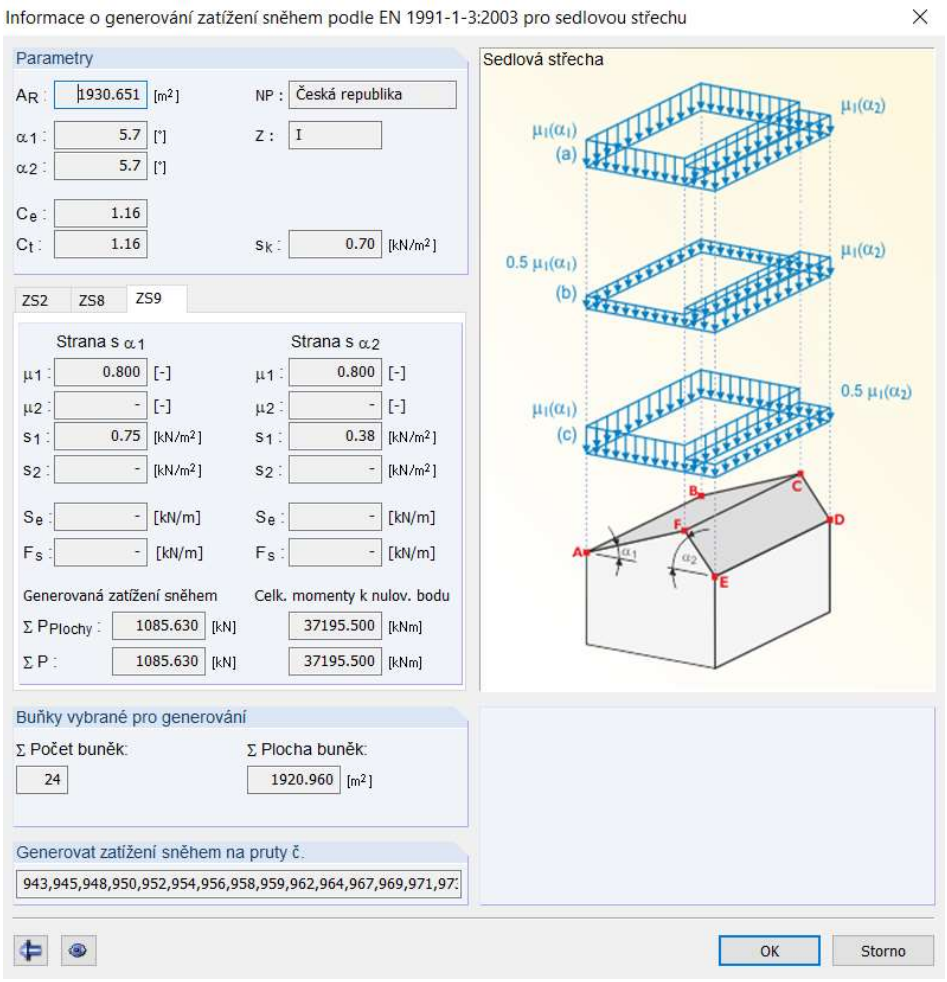


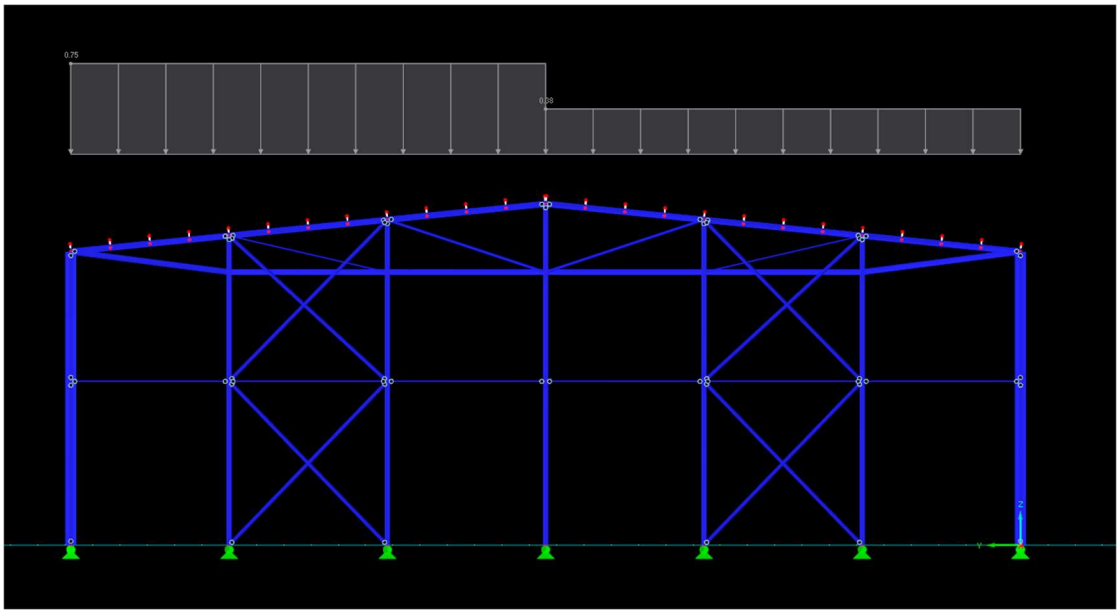
ZS8 – Na jednu poloviny střechy působí plné zatížení a na druhou poloviční





ZS9 – Je stejné jako ZS9, ale zrcadlově



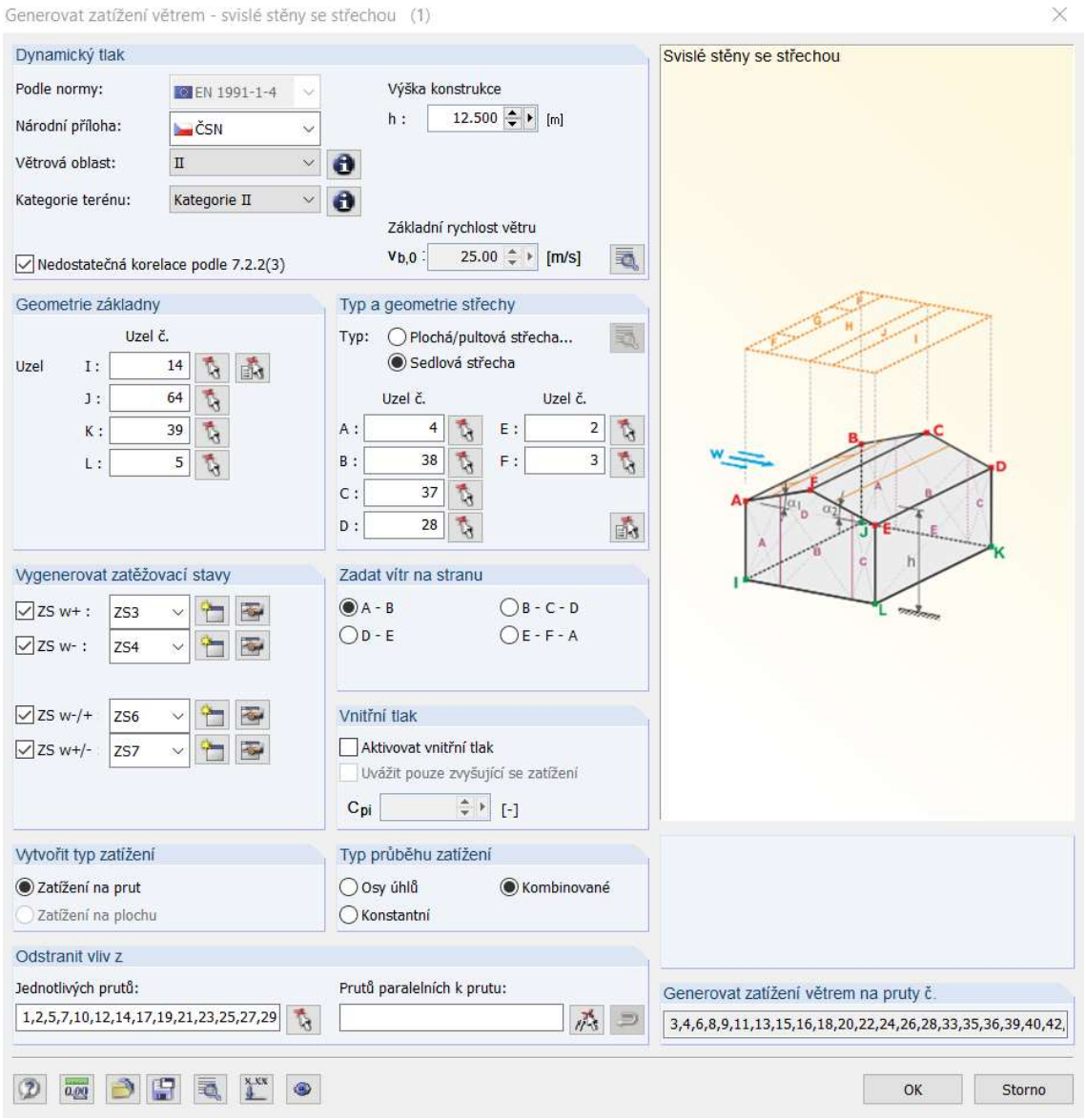


1.3. Příčné zatížení větrem

Zatížení větrem je uvažováno ve větrné oblasti II s kategorií terénu II.

Základní rychlost větru je 25 m/s.

Z příčného zatížení větrem byly vygenerovány čtyři zatěžovací stavy.



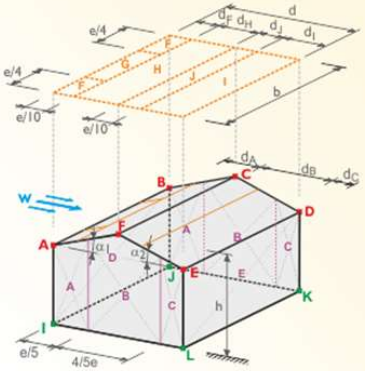
ZS3 – Maximální tlakové zatížení

Informace o generování zatížení větrem pro svislé stěny se střechou

Rozměry budovy

h :	12.500	[m]	d_A :	5.000	[m]
b :	55.200	[m]	d_B :	20.000	[m]
d :	34.800	[m]	d_C :	9.800	[m]
$e_{Stěny}$	25.000	[m]	b_F :	6.250	[m]
$e_{Střech}$	25.000	[m]	d_F :	2.500	[m]
$A_{Stěny}$	1995.900	[m²]	d_H :	14.900	[m]
$A_{Střech}$	1930.651	[m²]	d_I :	14.900	[m]
			d_J :	2.500	[m]
α1 :	5.7	[°]			
α2 :	5.7	[°]	Θ :	0.0	[°]

Svislé stěny se střechou



ZS3 | ZS4 | ZS6 | ZS7

Oblast	Součinitel vnějšího tlaku $c_{pe,10}$	Vnější tlak w_e [kN/m²]
A	-1.200	-1.17
B	-0.800	-0.78
C	-0.500	-0.49
D	0.715	0.59
E	-0.329	-0.27
F	0.015	0.01
G	0.015	0.01
H	0.015	0.01
I	0.000	0.00
J	0.185	0.18

	Vygenerovaná celk. zat. větrem		Celk. momenty k nulov. bodu	
Σ P_{Plochy} :	513.509	[kN]	14301.600	[kNm]
Σ P :	513.511	[kN]	14301.600	[kNm]

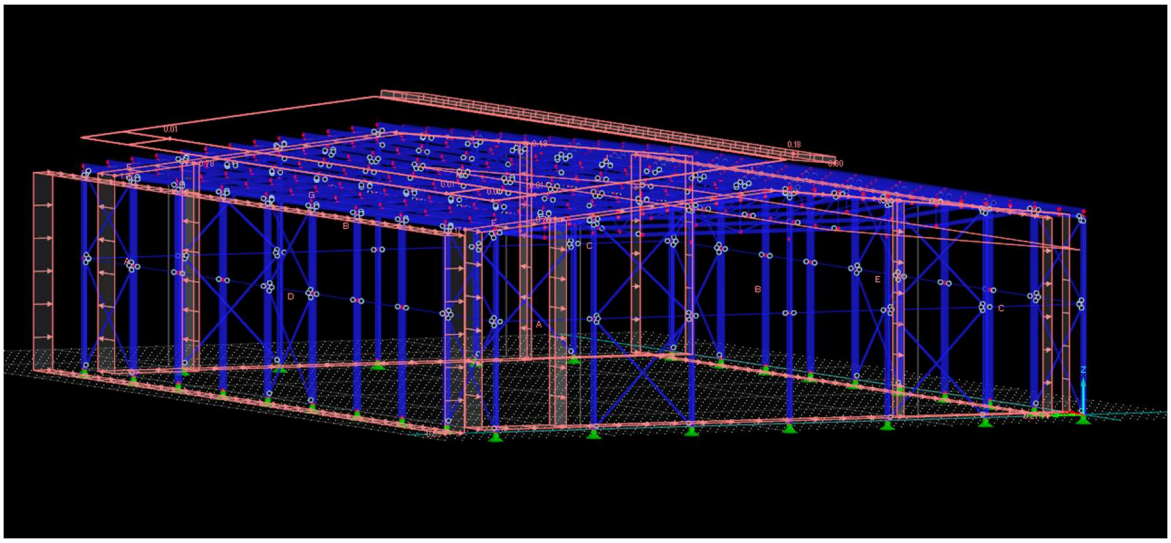
Buňky vybrané pro generování

Σ Počet buněk:	Σ Plocha buněk:
150	7912.598 [m²]

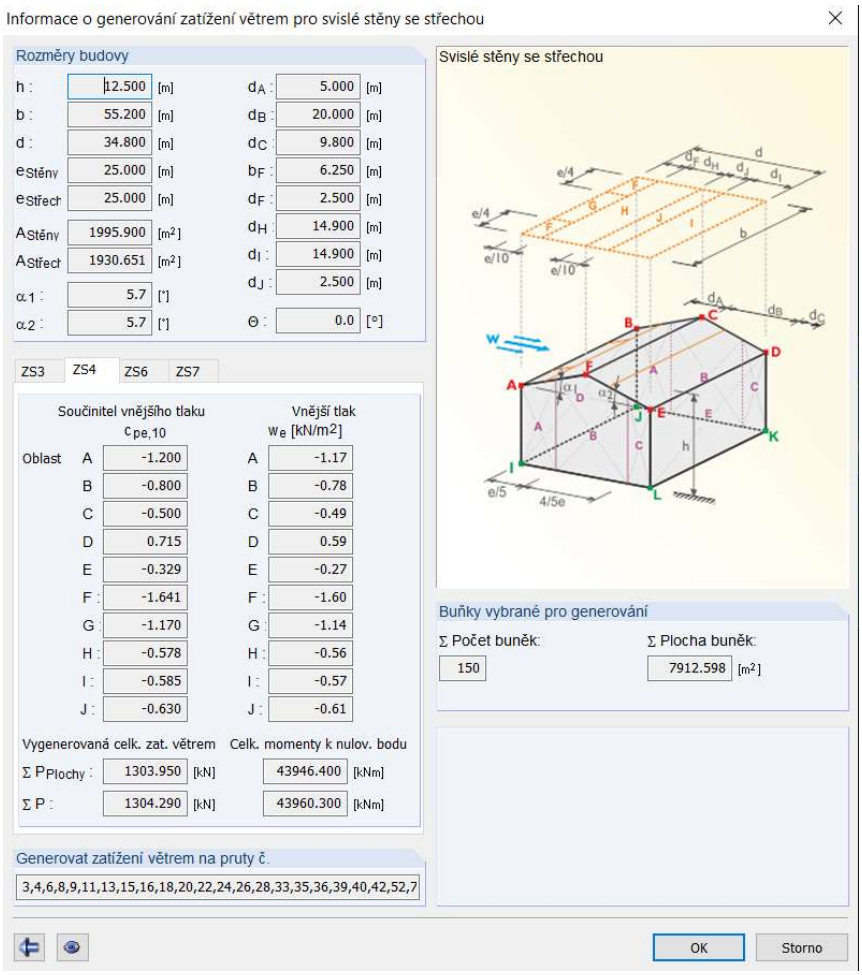
Generovat zatížení větrem na pruty č.

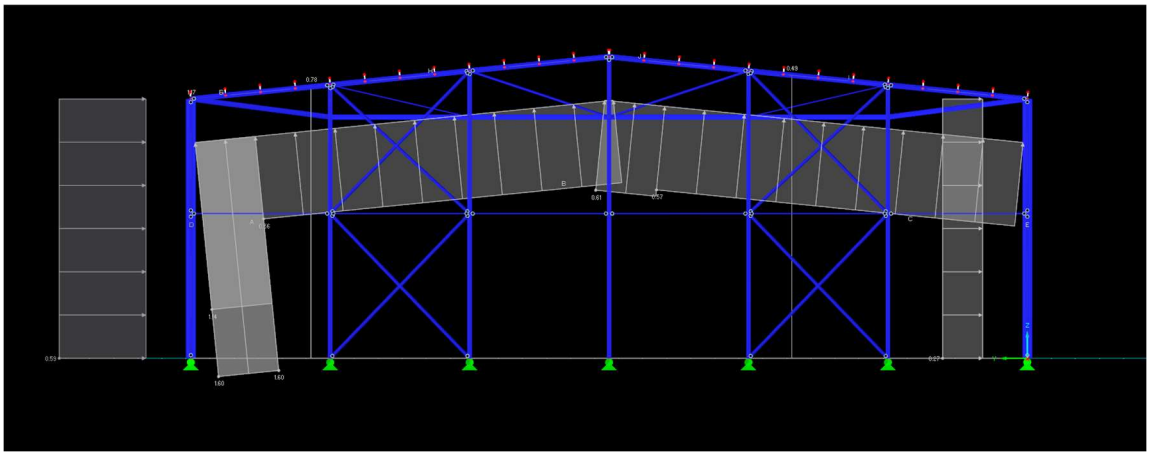
3,4,6,8,9,11,13,15,16,18,20,22,24,26,28,33,35,36,39,40,42,52,7

OK | Storno



ZS4 – Maximální vztlakové zatížení





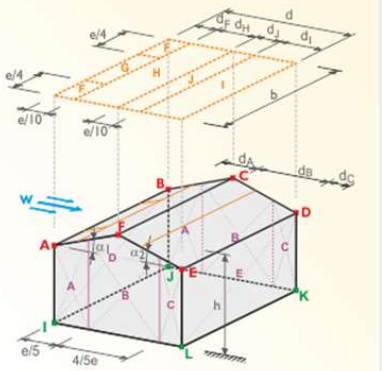
ZS6 – Kombinace vztlaku na střechu ze strany směru větru a tlaku za hřebenem

Informace o generování zatížení větrem pro svislé stěny se střechou

Rozměry budovy

h :	12.500	[m]	d_A :	5.000	[m]
b :	55.200	[m]	d_B :	20.000	[m]
d :	34.800	[m]	d_C :	9.800	[m]
$e_{Stěny}$	25.000	[m]	b_F :	6.250	[m]
$e_{Střech}$	25.000	[m]	d_F :	2.500	[m]
$A_{Stěny}$	1995.900	[m²]	d_H :	14.900	[m]
$A_{Střech}$	1930.651	[m²]	d_I :	14.900	[m]
			d_J :	2.500	[m]
α1 :	5.7	[°]			
α2 :	5.7	[°]	Θ :	0.0	[°]

Svislé stěny se střechou



ZS3 | ZS4 | ZS6 | ZS7

		Součinitel vnějšího tlaku $c_{pe,10}$	Vnější tlak w_e [kN/m²]
Oblast	A	-1.200	-1.17
	B	-0.800	-0.78
	C	-0.500	-0.49
	D	0.715	0.59
	E	-0.329	-0.27
	F	-1.641	-1.60
	G	-1.170	-1.14
	H	-0.578	-0.56
	I	0.000	0.00
	J	0.185	0.18

			Celk. momenty k nulov. bodu	
Vygenerovaná celk. zat. větrem				
Σ P_{Plochy} :	762.358	[kN]	28482.100	[kNm]
Σ P :	762.607	[kN]	28493.900	[kNm]

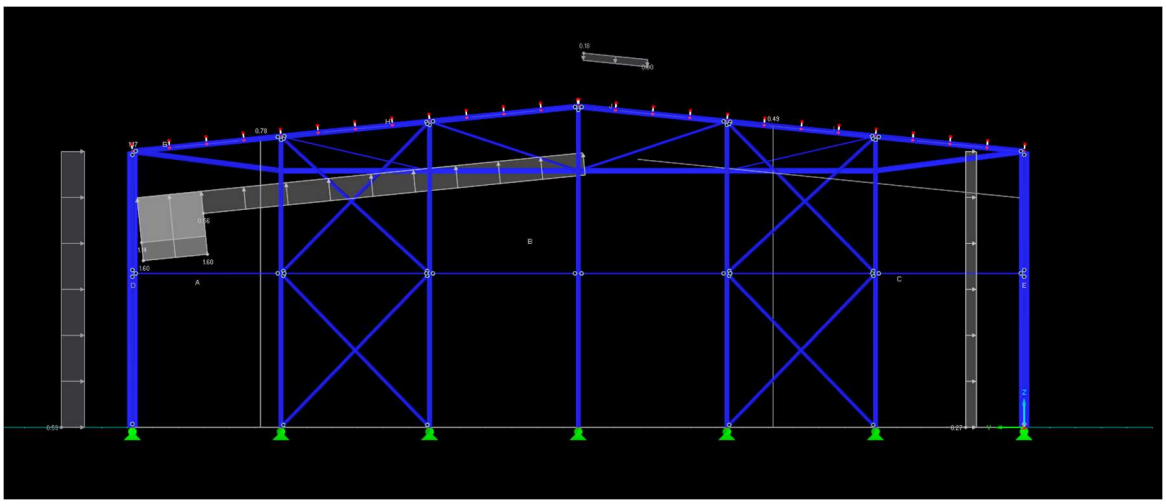
Buňky vybrané pro generování

Σ Počet buněk:	Σ Plocha buněk:
150	7912.598 [m²]

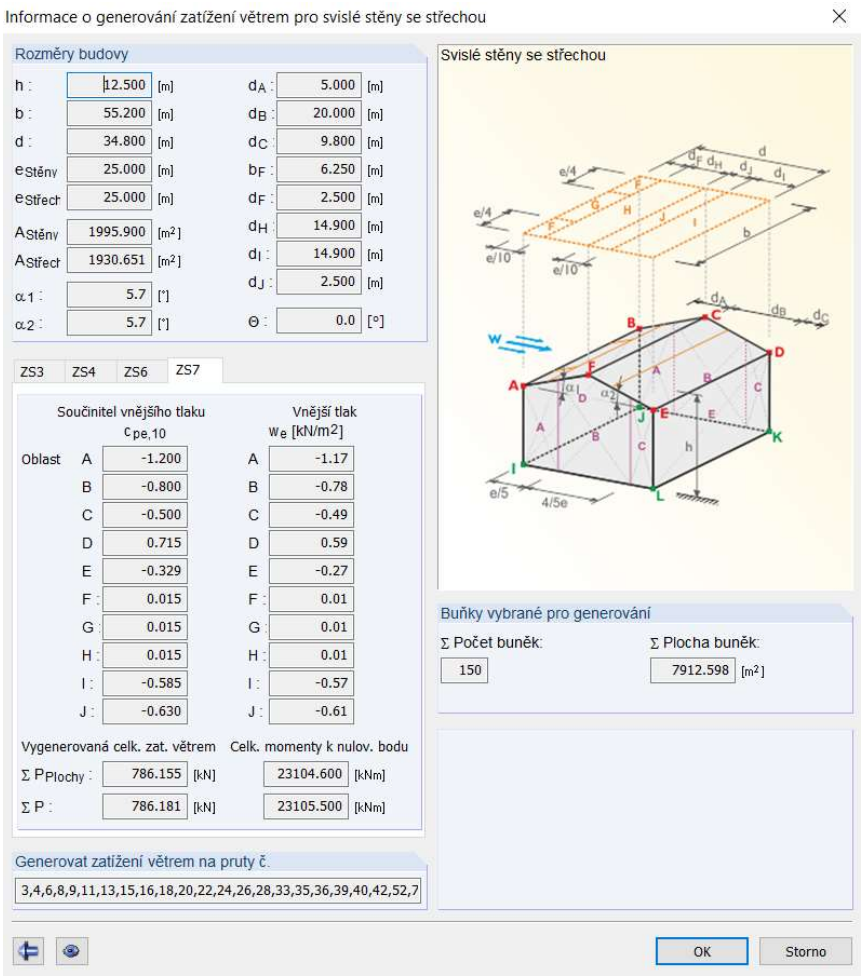
Generovat zatížení větrem na pruty č.

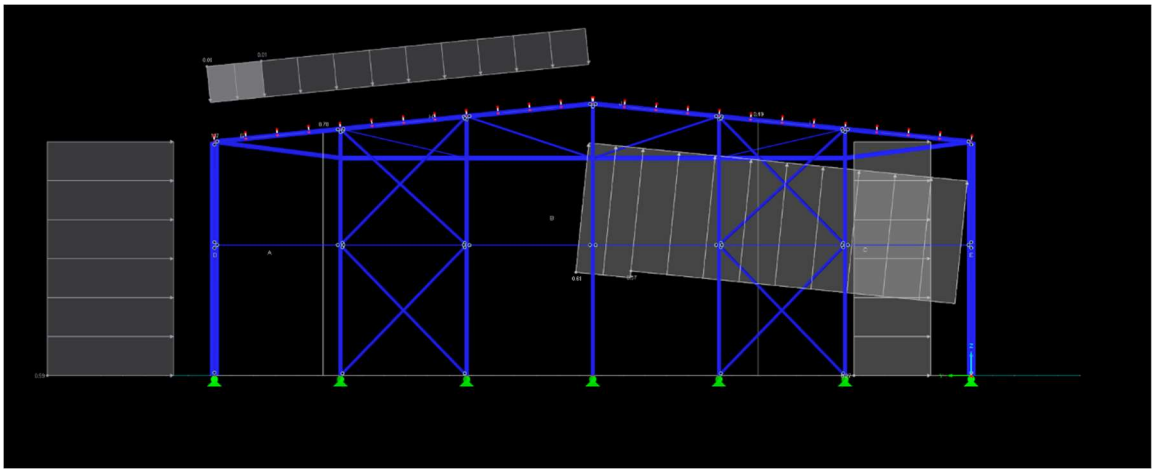
3,4,6,8,9,11,13,15,16,18,20,22,24,26,28,33,35,36,39,40,42,52,7

OK | Storno



ZS7 – Kombinace tlaku na střechu ze strany větru a vztlaku za hřebenem.



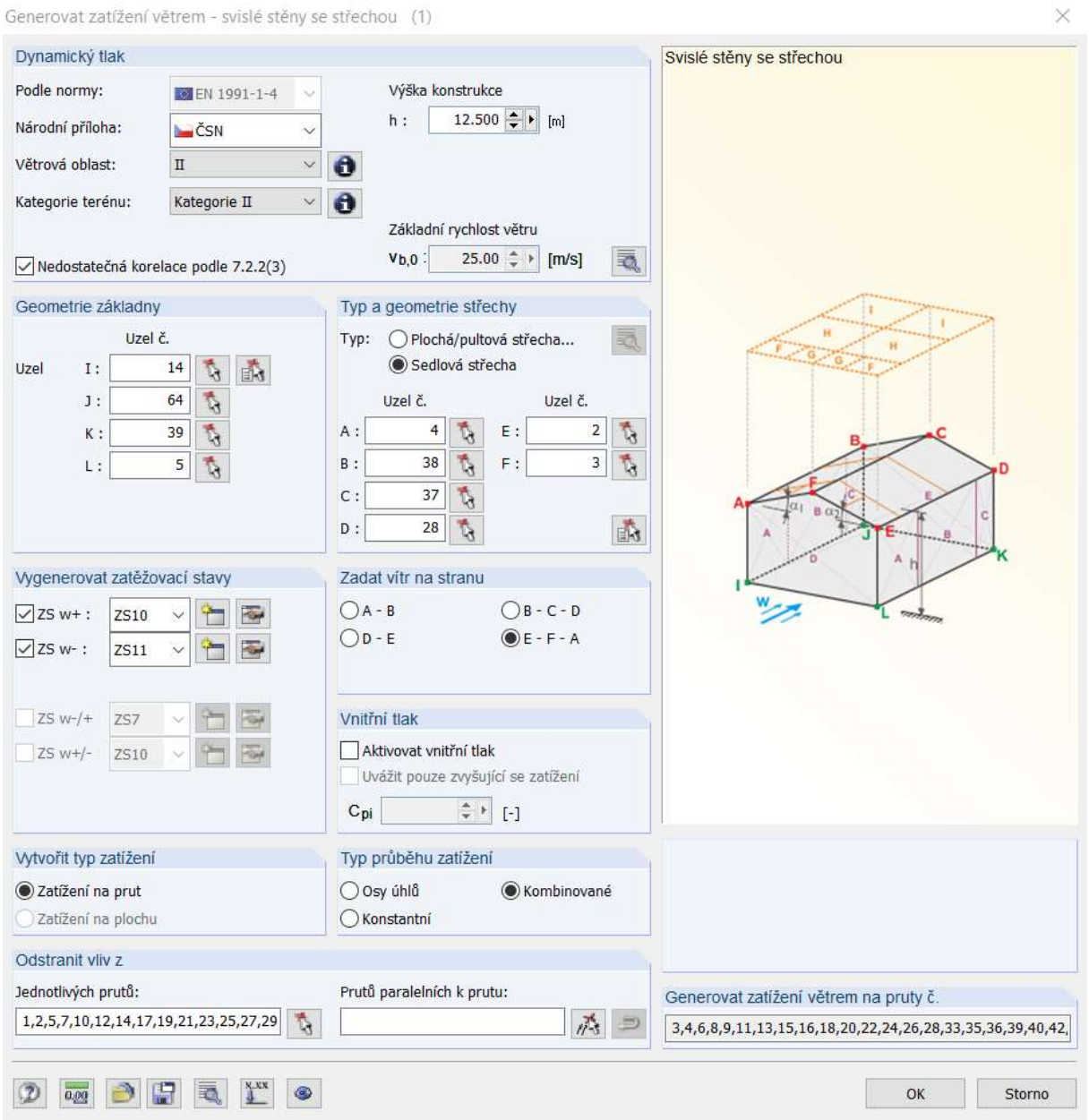


1.4. Podélné zatížení větrem

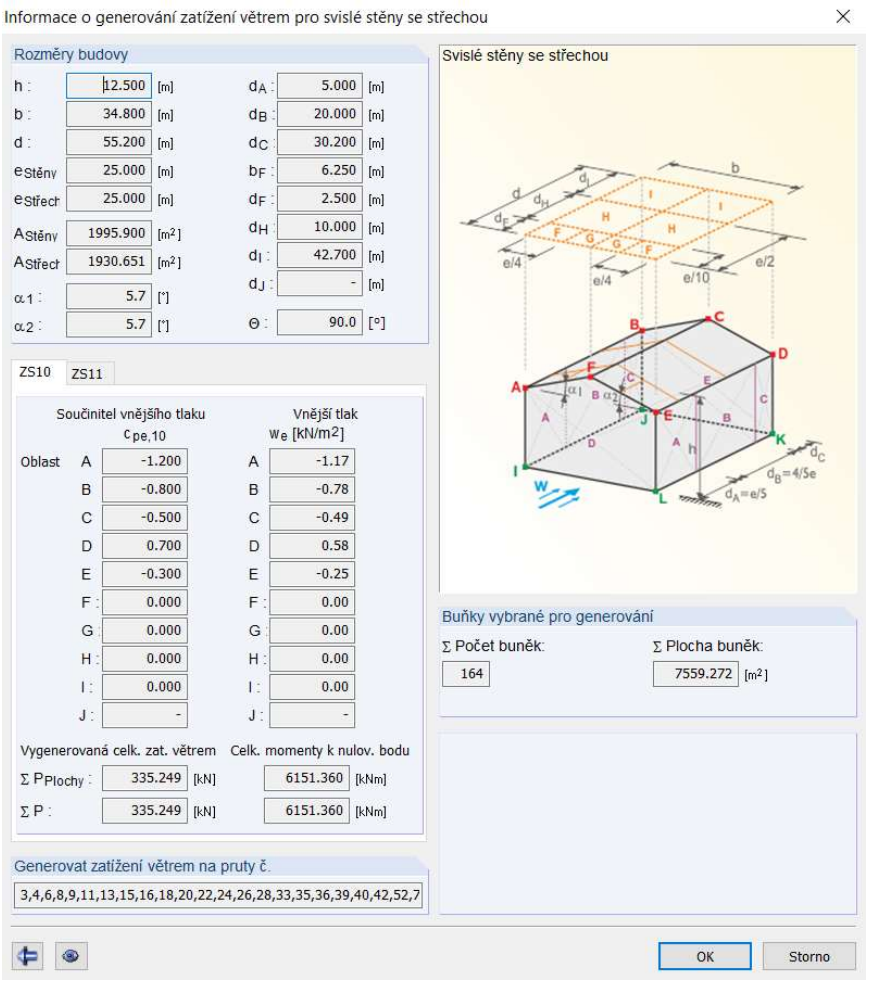
Zatížení větrem je uvažováno ve větrné oblasti II s kategorií terénu II.

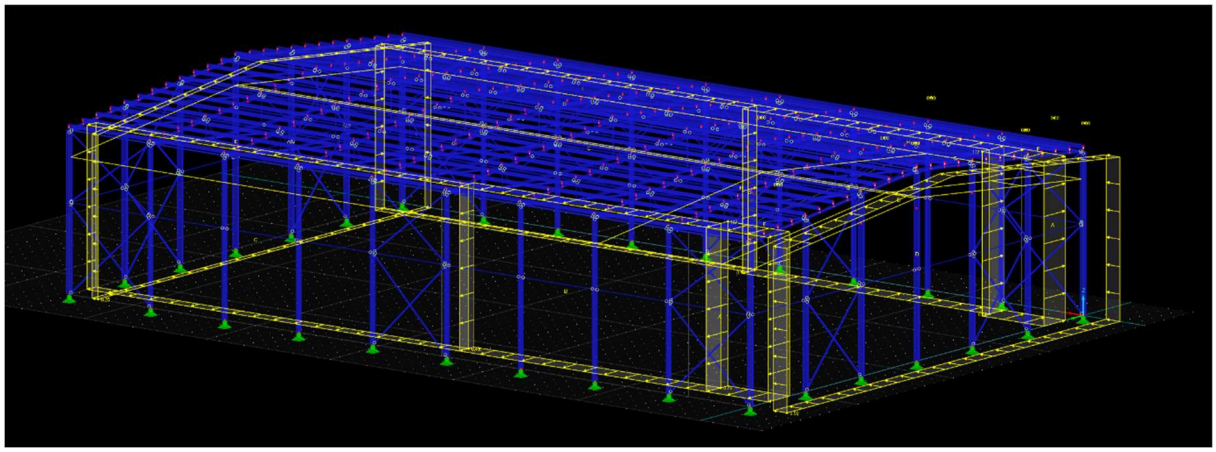
Základní rychlost větru je 25 m/s.

Z podélného zatížení větrem byly vygenerovány dva zatěžovací stavy.

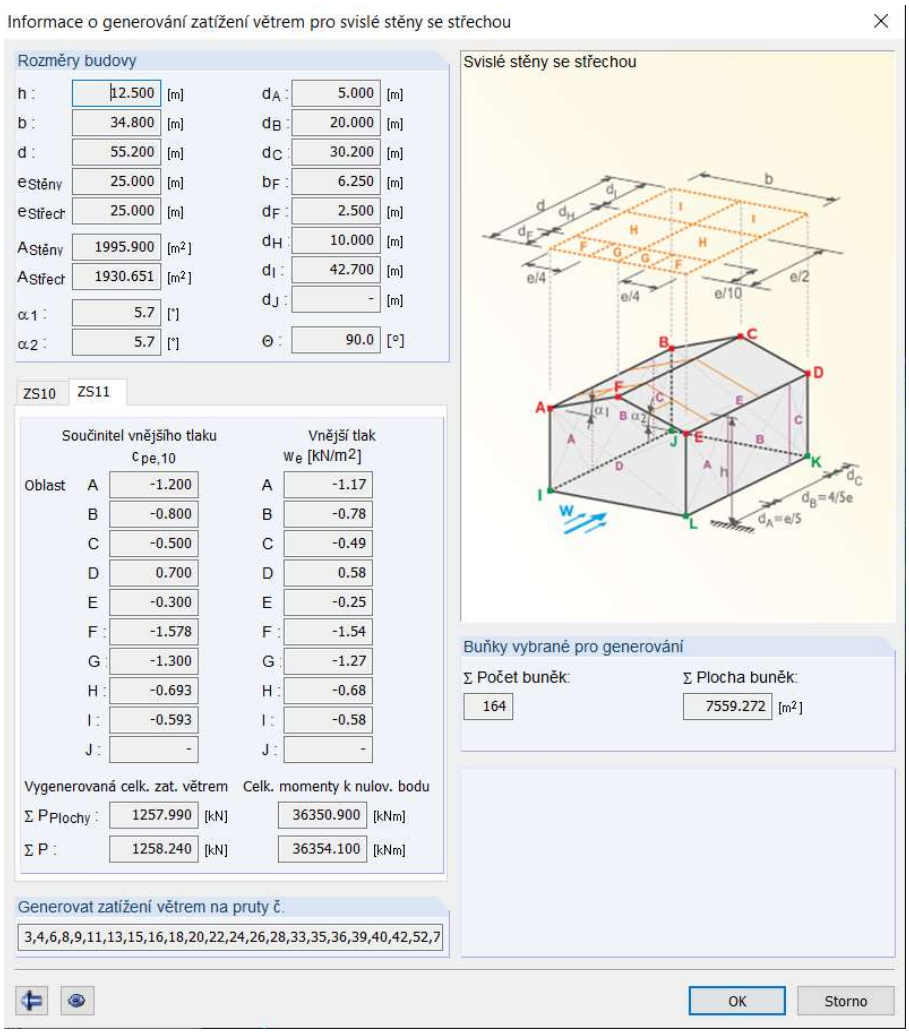


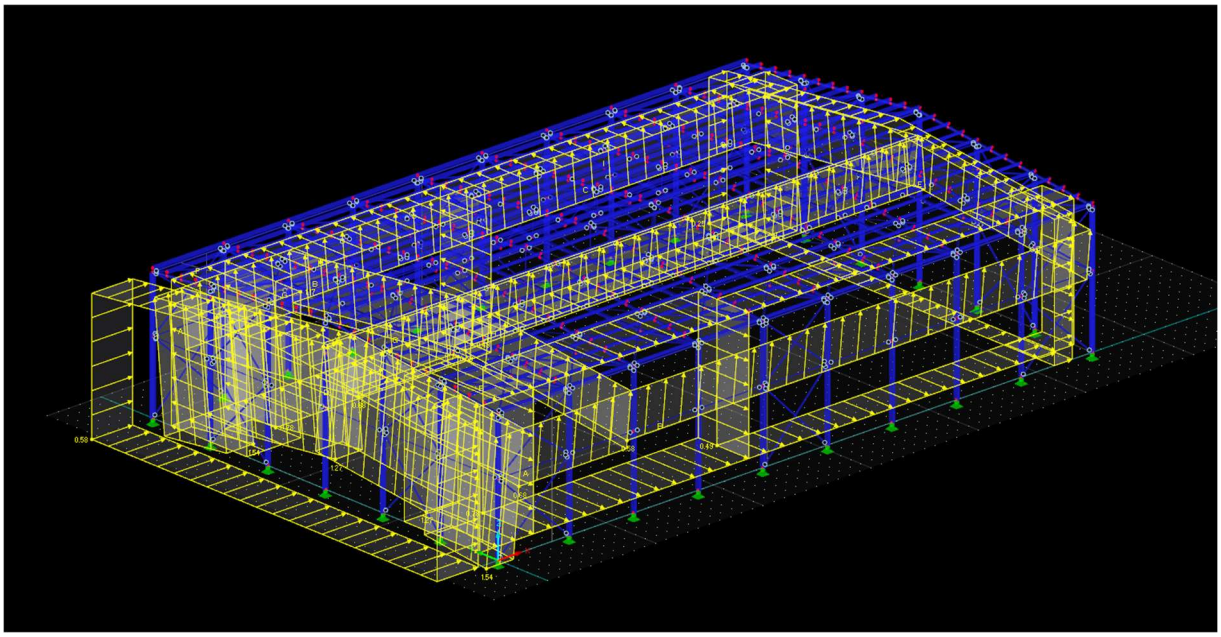
ZS10 – Maximální tlak větru





ZS11 – Maximální vztlak větru

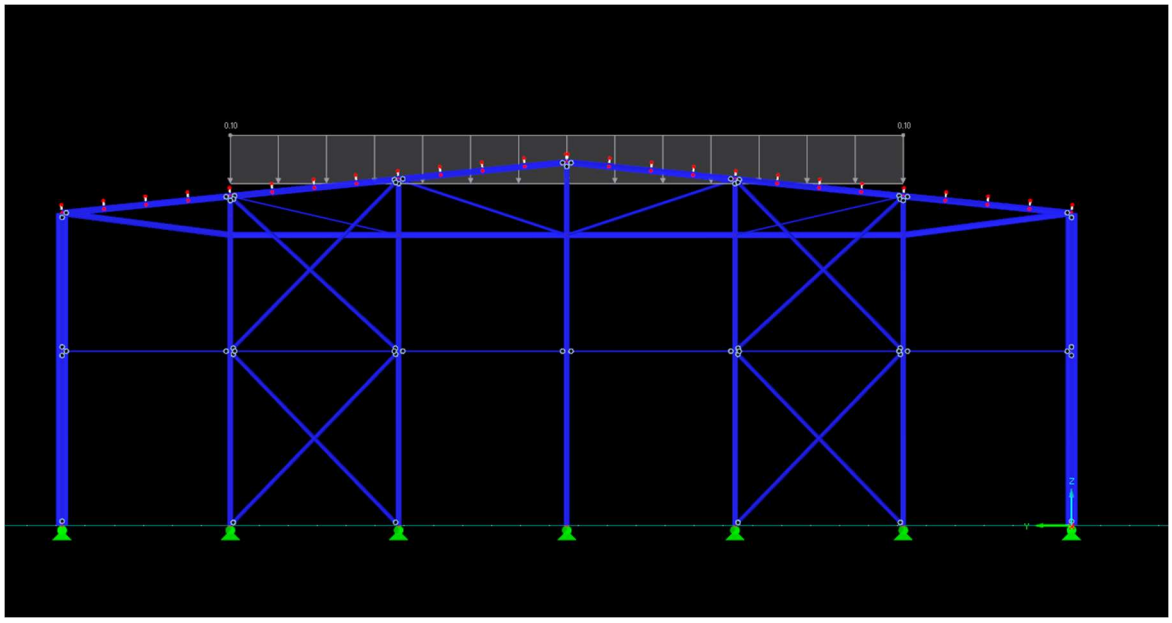




1.5. Zatížení užitnými podhledy na spodní pás příhradového vazníku

Toto zatížení je uvažováno pouze na spodní vodorovnou část příhradového vazníku a vodorovné části vodorovného ztužení spodního pasu příhradového vazníku.

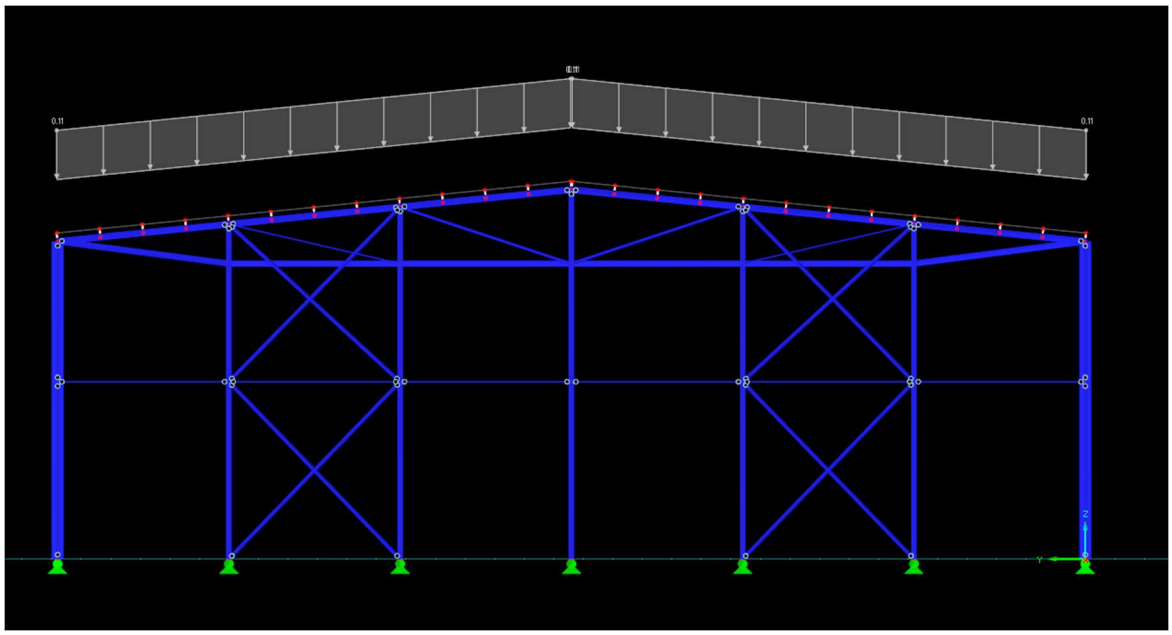
Předpokládané zatížení je 0,1 kN/m^2 například zavěšení sítí mezi jednotlivé hřiště.



1.6. Zatížení od střešního pláště

Střešní plášť je uvažován ze sendvičových panelů Kingspan KS1000 RW tl. 60 mm.

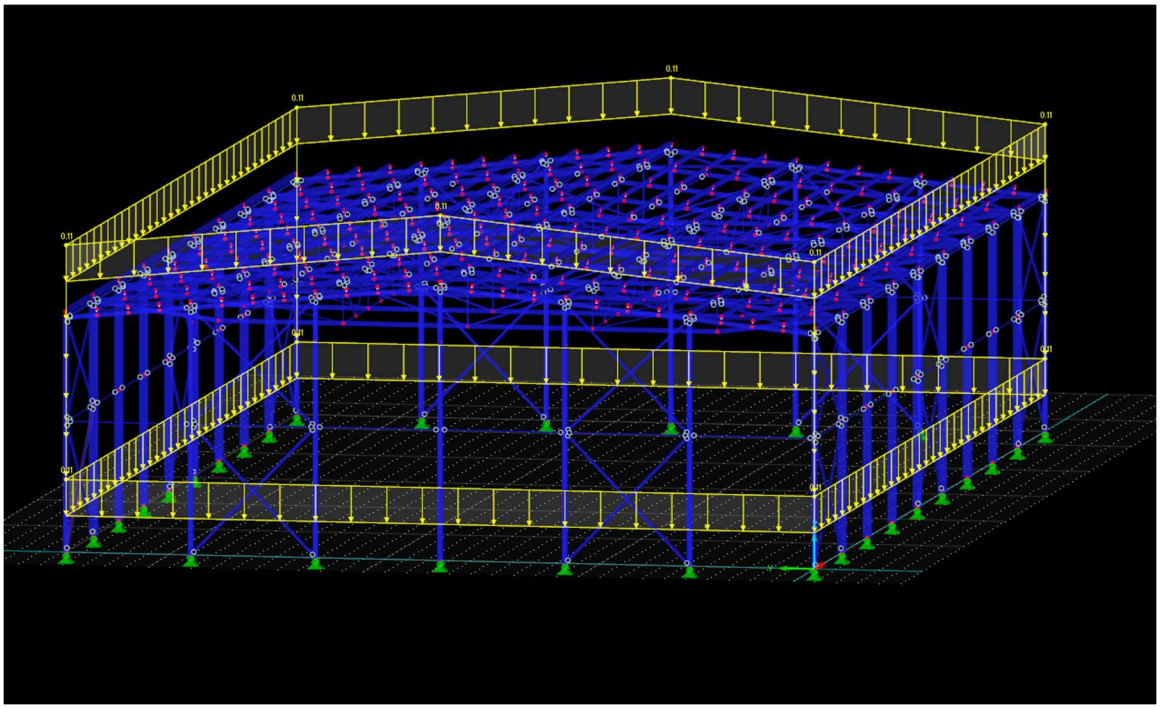
Uvažované zatížení je 0,111 kN/m^2.



1.7. Zatížení od obvodového pláště

Obvodový plášť je uvažován ze sendvičových panelů Kingspan KS1000 AWP tl. 60 mm.

Uvažované zatížení je 0,111 kN/m^2.



2. Kombinační pravidla, kombinace účinků a kombinace výsledků

2.1. Kombinační pravidla

Jsou uvažována čtyři kombinační pravidla.

MSP – Charakteristická dle ČSN EN 1990

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$	:	Stálé účinky
P	:	Účinek předpětí
$Q_{k,1}$	:	Rozhodující proměnný účinek
$\psi_{0,i}$	:	Součinitel pro kombinační hodnotu
$Q_{k,i}$	:	Ostatní proměnné účinky

MSP – Častá dle ČSN EN 1990

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$	:	Stálé účinky
P	:	Účinek předpětí
$\psi_{1,1}$	:	Součinitel pro častou hodnotu
$Q_{k,1}$	:	Rozhodující proměnný účinek
$\psi_{2,i}$	:	Součinitel pro kvazistálou hodnotu
$Q_{k,i}$	:	Ostatní proměnné účinky

MSP – Kvazistálá dle ČSN EN 1990

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i\geq 1} \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

$G_{k,j}$: Stálá zatížení
P : Zatížení od předpětí
$\psi_{2,i}$: Součinitel pro kvazistálou hodnotu
$Q_{k,i}$: Proměnná zatížení

MSÚ (STR/GEO) – trvalá/dočasná – rovn. 6.10a a 6.10b dle ČSN EN 1990

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1}\psi_{0,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$$\sum_{j\geq 1} \xi_j \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_P P + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i>1} \gamma_{Q,i}\psi_{0,i} Q_{k,i}$$

$\gamma_{G,j}$: Dílčí součinitel spolehlivosti pro stálá zatížení
$G_{k,j}$: Stálá zatížení
γ_P : Dílčí součinitel spolehlivosti pro zatížení od předpětí
P : Zatížení od předpětí
$\gamma_{Q,1}$: Dílčí součinitel spolehlivosti pro rozhodující proměnné zatížení
$Q_{K,1}$: Rozhodující proměnné zatížení
$\gamma_{Q,i}$: Dílčí součinitel spolehlivosti pro doprovodná proměnná zatížení
ψ_0 : Součinitel pro kombinační hodnotu
$Q_{k,i}$: Ostatní proměnná zatížení
ξ_j : Redukční součinitel

2.2. Kombinace účinků

Tabulka 1: Kombinace účinků

Kombin. účinků	Kombinace účinků Označení	Parametry		
KÚ1	1.35G/s + 0.75Qs + 0.90Qw + 1.35Gq	Návrhová situace		: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b
		Účinek 1	Součinitel	: 1.35
			Účinek	: Ú1 - Stálé
			Součinitel γ	: 1.35
			Zatěžovací stavy	: ZS1 ZS13 ZS14
		Účinek 2	Součinitel	: 0.75
			Účinek	: Ú2 - Sníh
			Součinitel γ	: 1.50
			Součinitel ψ	: 0.50
			Zatěžovací stavy	: ZS2 ZS8 ZS9
		Účinek 3	Součinitel	: 0.90
			Účinek	: Ú3 - Vítr
			Součinitel γ	: 1.50
			Součinitel ψ	: 0.60
			Zatěžovací stavy	: ZS3 ZS4 ZS6 ZS7 ZS10 ZS11
		Účinek 4	Součinitel	: 1.35
			Účinek	: Ú4 - Stálé/užitné
			Součinitel γ	: 1.35
			Zatěžovací stavy	: ZS12
KÚ2	1.15G/s + 1.50Qs/s + 0.90Qw + 1.15Gq	Návrhová situace		: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b
		Účinek 1	Součinitel	: 1.1475
			Účinek	: Ú1 - Stálé
			Součinitel ξ	: 0.85
			Součinitel γ	: 1.35
			Zatěžovací stavy	: ZS1 ZS13 ZS14
		Účinek 2	Součinitel	: 1.50
			Účinek	: Ú2 - Sníh
			Součinitel γ	: 1.50
			Zatěžovací stavy	: ZS2 ZS8 ZS9
		Účinek 3	Součinitel	: 0.90
			Účinek	: Ú3 - Vítr
			Součinitel γ	: 1.50
			Součinitel ψ	: 0.60
			Zatěžovací stavy	: ZS3 ZS4 ZS6 ZS7 ZS10 ZS11
		Účinek 4	Součinitel	: 1.1475
			Účinek	: Ú4 - Stálé/užitné
			Součinitel ξ	: 0.85
			Součinitel γ	: 1.35
			Zatěžovací stavy	: ZS12
KÚ3	1.15G/s + 0.75Qs + 1.50Qw/s + 1.15Gq	Návrhová situace		: MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10a a 6.10b
		Účinek 1	Součinitel	: 1.1475
			Účinek	: Ú1 - Stálé
			Součinitel ξ	: 0.85
			Součinitel γ	: 1.35
			Zatěžovací stavy	: ZS1 ZS13 ZS14
		Účinek 2	Součinitel	: 0.75
			Účinek	: Ú2 - Sníh
			Součinitel γ	: 1.50
			Součinitel ψ	: 0.50
			Zatěžovací stavy	: ZS2 ZS8 ZS9
		Účinek 3	Součinitel	: 1.50
			Účinek	: Ú3 - Vítr
			Součinitel γ	: 1.50
			Zatěžovací stavy	: ZS3 ZS4 ZS6 ZS7 ZS10 ZS11
		Účinek 4	Součinitel	: 1.1475
			Účinek	: Ú4 - Stálé/užitné
			Součinitel ξ	: 0.85
			Součinitel γ	: 1.35
			Zatěžovací stavy	: ZS12
KÚ4	1.00G/s + 1.00Qs/s + 0.60Qw + 1.00Gq	Návrhová situace		: MSP - charakteristická
		Účinek 1	Součinitel	: 1.00
			Účinek	: Ú1 - Stálé
			Zatěžovací stavy	: ZS1 ZS13 ZS14
		Účinek 2	Součinitel	: 1.00
			Účinek	: Ú2 - Sníh
			Zatěžovací stavy	: ZS2 ZS8 ZS9
		Účinek 3	Součinitel	: 0.60
			Účinek	: Ú3 - Vítr
			Součinitel ψ	: 0.60
			Zatěžovací stavy	: ZS3 ZS4 ZS6 ZS7 ZS10 ZS11
		Účinek 4	Součinitel	: 1.00
			Účinek	: Ú4 - Stálé/užitné
			Zatěžovací stavy	: ZS12
KÚ5	1.00G/s + 0.50Qs + 1.00Qw/s + 1.00Gq	Návrhová situace		: MSP - charakteristická
		Účinek 1	Součinitel	: 1.00
			Účinek	: Ú1 - Stálé
			Zatěžovací stavy	: ZS1 ZS13 ZS14
		Účinek 2	Součinitel	: 0.50
			Účinek	: Ú2 - Sníh
			Součinitel ψ	: 0.50
			Zatěžovací stavy	: ZS2 ZS8 ZS9
		Účinek 3	Součinitel	: 1.00
			Účinek	: Ú3 - Vítr
			Zatěžovací stavy	: ZS3 ZS4 ZS6 ZS7 ZS10 ZS11
		Účinek 4	Součinitel	: 1.00
			Účinek	: Ú4 - Stálé/užitné
			Zatěžovací stavy	: ZS12

dentská verze

Tabulka 1: Kombinace účinků

KÚ6	1.00 G/s + 0.20 Qs/s + 0.00 Qw + 1.00 Gq	Návrhová situace		:	MSP - častá
		Účinek 1	Součinitel	:	1.00
			Účinek	:	Ú1 - Stálé
			Zatěžovací stavy	:	ZS1 ZS13 ZS14
		Účinek 2	Součinitel	:	0.20
			Účinek	:	Ú2 - Sníh
			Součinitel ψ	:	0.20
			Zatěžovací stavy	:	ZS2 ZS8 ZS9
		Účinek 3	Součinitel	:	0.00
			Účinek	:	Ú3 - Vítr
			Součinitel ψ	:	0.00
			Zatěžovací stavy	:	ZS3 ZS4 ZS6 ZS7 ZS10 ZS11
		Účinek 4	Součinitel	:	1.00
			Účinek	:	Ú4 - Stálé/užitné
			Zatěžovací stavy	:	ZS12
KÚ7	1.00 G/s + 0.00 Qs + 0.20 Qw/s + 1.00 Gq	Návrhová situace		:	MSP - častá
		Účinek 1	Součinitel	:	1.00
			Účinek	:	Ú1 - Stálé
			Zatěžovací stavy	:	ZS1 ZS13 ZS14
		Účinek 2	Součinitel	:	0.00
			Účinek	:	Ú2 - Sníh
			Součinitel ψ	:	0.00
			Zatěžovací stavy	:	ZS2 ZS8 ZS9
		Účinek 3	Součinitel	:	0.20
			Účinek	:	Ú3 - Vítr
			Součinitel ψ	:	0.20
			Zatěžovací stavy	:	ZS3 ZS4 ZS6 ZS7 ZS10 ZS11
		Účinek 4	Součinitel	:	1.00
			Účinek	:	Ú4 - Stálé/užitné
			Zatěžovací stavy	:	ZS12
KÚ8	1.00 G/s + 0.00 Qs + 0.00 Qw + 1.00 Gq	Návrhová situace		:	MSP - kvazistálá
		Účinek 1	Součinitel	:	1.00
			Účinek	:	Ú1 - Stálé
			Zatěžovací stavy	:	ZS1 ZS13 ZS14
		Účinek 2	Součinitel	:	0.00
			Účinek	:	Ú2 - Sníh
			Součinitel ψ	:	0.00
			Zatěžovací stavy	:	ZS2 ZS8 ZS9
		Účinek 3	Součinitel	:	0.00
			Účinek	:	Ú3 - Vítr
			Součinitel ψ	:	0.00
			Zatěžovací stavy	:	ZS3 ZS4 ZS6 ZS7 ZS10 ZS11
		Účinek 4	Součinitel	:	1.00
			Účinek	:	Ú4 - Stálé/užitné
			Zatěžovací stavy	:	ZS12

2.3. Kombinace výsledků

Tabulka 2: Kombinace výsledků

Super-kombin.	Kombinace výsledků NS	Označení	Parametry			
KV1		1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s	Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS1 - Vlastní tíha
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
			Zatěžování 2	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS13 - Střešní plášť
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
			Zatěžování 3	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS14 - Obvodový plášť
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
KV2		1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9	Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS2 - Sníh s1,a
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 2	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS8 - Sníh s1,b
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 3	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS9 - Sníh s1,c
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
KV3		1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11	Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS3 - Vítr 1 w+
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 2	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS4 - Vítr 1 w-
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 3	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS6 - vítr 1 w-/+
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS7 - vítr 1 w+/-
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 5	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS10 - vítr 2 w+
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 6	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS11 - Vítr 2 w-
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	1
KV4		1.00*ZS12	Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Zatěžovací stav	:	ZS12 - užitné podhledy
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
KV5	ULS*		Zatěžování 1	Součinitel	:	1.350
				Kombinace výsledků	:	KV1 - 1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú1 - Stálé
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 2	Součinitel	:	0.750
				Kombinace výsledků	:	KV2 - 1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú1 - Stálé
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 3	Součinitel	:	0.900
				Kombinace výsledků	:	KV3 - 1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú1 - Stálé
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.350
				Kombinace výsledků	:	KV4 - 1.00*ZS12
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú1 - Stálé
				Součinitel γ	:	1.35

Archiv VUT

Tabulka 2: Kombinace výsledků

KV6	ULS*		Zatěžování 1	Součinitel	:	1.150
				Kombinace výsledků	:	KV1 - 1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
				Součinitel ξ	:	0.85
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 2	Součinitel	:	1.500
				Kombinace výsledků	:	KV2 - 1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
				Součinitel ξ	:	0.85
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 3	Součinitel	:	0.900
				Kombinace výsledků	:	KV3 - 1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
				Součinitel ξ	:	0.85
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.150
				Kombinace výsledků	:	KV4 - 1.00*ZS12
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
				Součinitel ξ	:	0.85
				Součinitel γ	:	1.35
KV7	ULS*		Zatěžování 1	Součinitel	:	1.150
				Kombinace výsledků	:	KV1 - 1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
				Součinitel ξ	:	0.85
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 2	Součinitel	:	0.750
				Kombinace výsledků	:	KV2 - 1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
				Součinitel ξ	:	0.85
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 3	Součinitel	:	1.500
				Kombinace výsledků	:	KV3 - 1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
				Součinitel ξ	:	0.85
				Součinitel γ	:	1.35
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.150
				Kombinace výsledků	:	KV4 - 1.00*ZS12
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
				Součinitel ξ	:	0.85
				Součinitel γ	:	1.35

Tabulka 2: Kombinace výsledků

KV8	S Ch		Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV1 - 1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 2	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV2 - 1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 3	Součinitel	:	0.600
				Kombinace výsledků	:	KV3 - 1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV4 - 1.00*ZS12
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
KV9	S Ch		Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV1 - 1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 2	Součinitel	:	0.500
				Kombinace výsledků	:	KV2 - 1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 3	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV3 - 1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV4 - 1.00*ZS12
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
KV10	S Fr		Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV1 - 1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 2	Součinitel	:	0.200
				Kombinace výsledků	:	KV2 - 1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 3	Součinitel	:	0.000
				Kombinace výsledků	:	KV3 - 1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV4 - 1.00*ZS12
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
KV11	S Fr		Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV1 - 1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 2	Součinitel	:	0.000
				Kombinace výsledků	:	KV2 - 1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 3	Součinitel	:	0.200
				Kombinace výsledků	:	KV3 - 1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV4 - 1.00*ZS12
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé

Tabulka 2: Kombinace výsledků

KV12	S Qp		Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV1 - 1.00*ZS1/s + 1.00*ZS13/s + 1.00*ZS14/s
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 2	Součinitel	:	0.000
				Kombinace výsledků	:	KV2 - 1.00*ZS2 nebo 1.00*ZS8 nebo 1.00*ZS9
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 3	Součinitel	:	0.000
				Kombinace výsledků	:	KV3 - 1.00*ZS3 nebo 1.00*ZS4 nebo 1.00*ZS6 nebo 1.00*ZS7 nebo 1.00*ZS10 nebo 1.00*ZS11
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
			Zatěžování 4	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV4 - 1.00*ZS12
				Kritérium	:	Proměnné
				Alternativ. skupina	:	-
				Účinek	:	Ú 1 - Stálé
KV13	ULS'	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b	Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV5 -
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 2	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV6 -
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 3	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV7 -
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	1
KV14	S Ch	MSP - charakteristická	Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV8 -
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 2	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV9 -
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	1
KV15	S Fr	MSP - častá	Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV10 -
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	1
			Zatěžování 2	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV11 -
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	1
KV16	S Qp	MSP - kvazistálá	Zatěžování 1	Součinitel	:	1.000
				Kombinace výsledků	:	KV12 -
				Kritérium	:	Stálé
				Alternativ. skupina	:	-

3. Posouzení tenkostěnné vaznice Z

Vnitřní mezilehlá vaznice

Vaznice bude přenášet pouze zatížení působící kolmo k rovině střechy. Vaznice bude navržena jako tenkostěnná, působící jako spojitý nosník na celou délku haly.

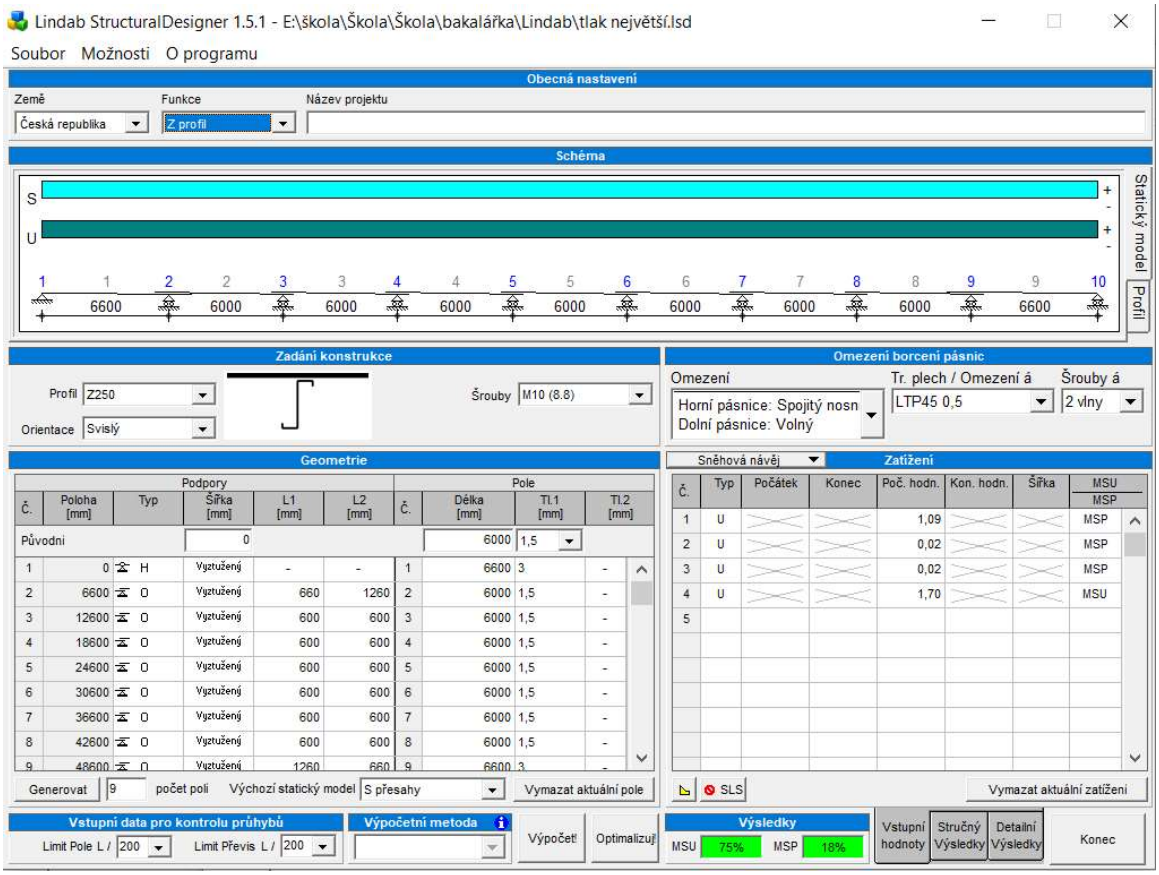
Spojitost profilů nad vnitřními podporami je zajištěna překrytím sousedních dílů, viz následující obrázek. Spoje sousedních dílů se provedou pomocí šroubů M10 (8.8). Připevnění k Vazníku bude provedeno pomocí kotevních úhelníků L 200x3 dl. 100 mm.

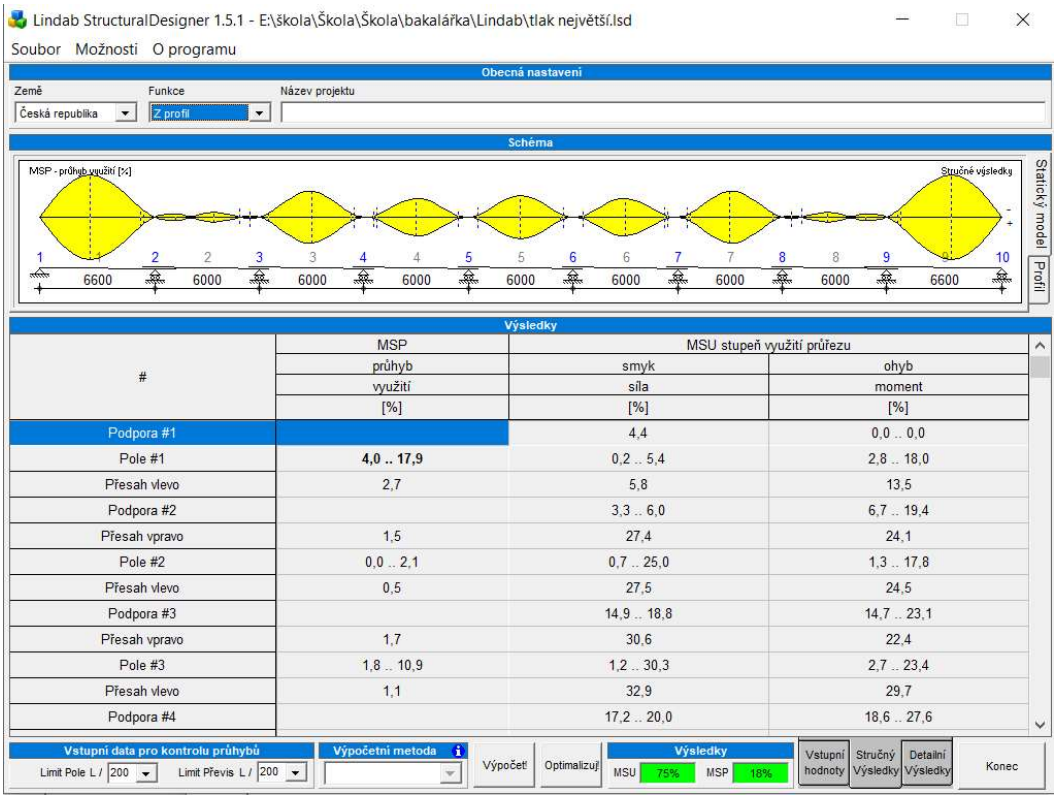
Návrh a posouzení bylo provedeno programem Lindab StructuralDesigner 1.5.1, dle Eurokódu 3.

Byly uvažovány tři zatěžovací stavy.

3.1. První zatěžovací stav vaznice

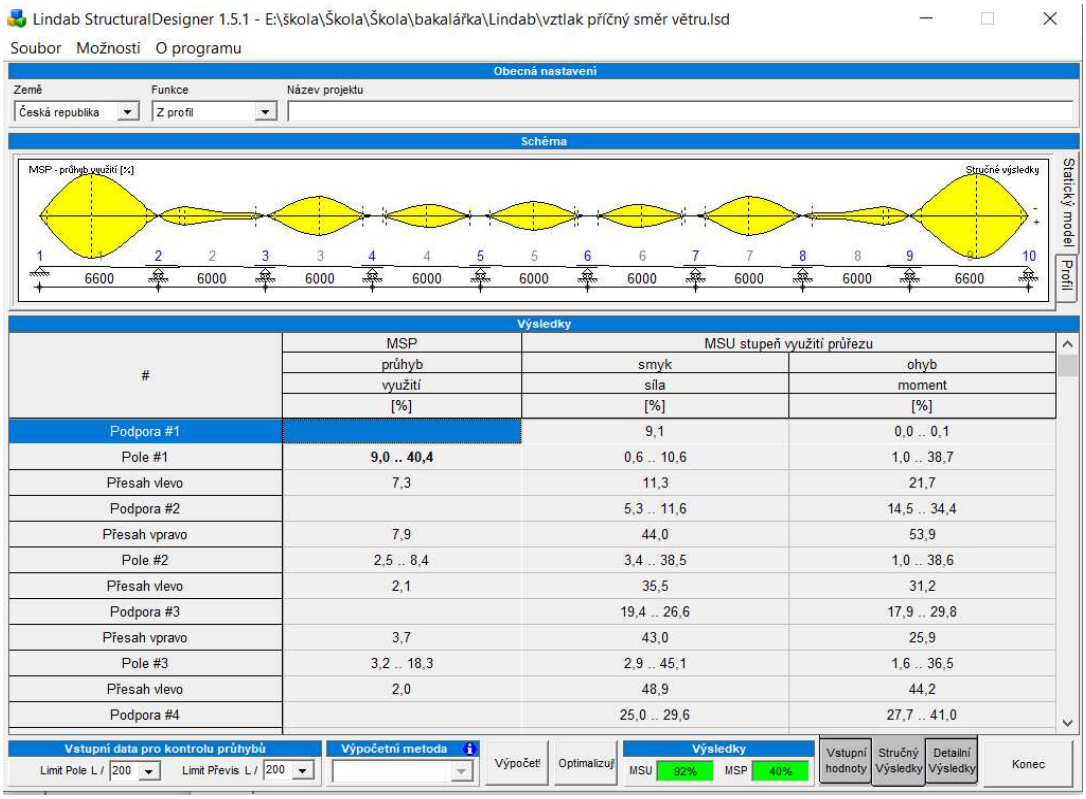
První zatěžovací stav předpokládá maximální tlak od všech zatížení



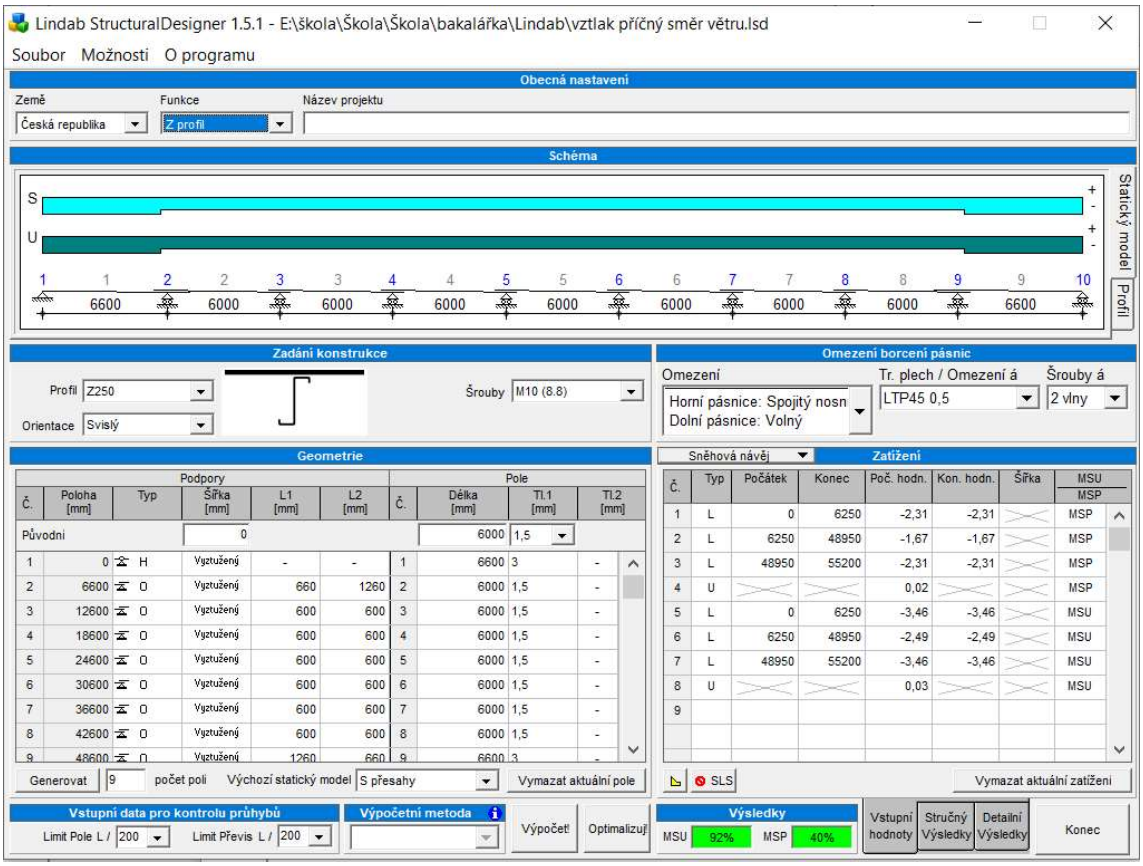


3.2. Druhý zatěžovací stav vaznice

Druhý zatěžovací stav předpokládá maximální vztlak od příčného zatížení větrem bez zatížení



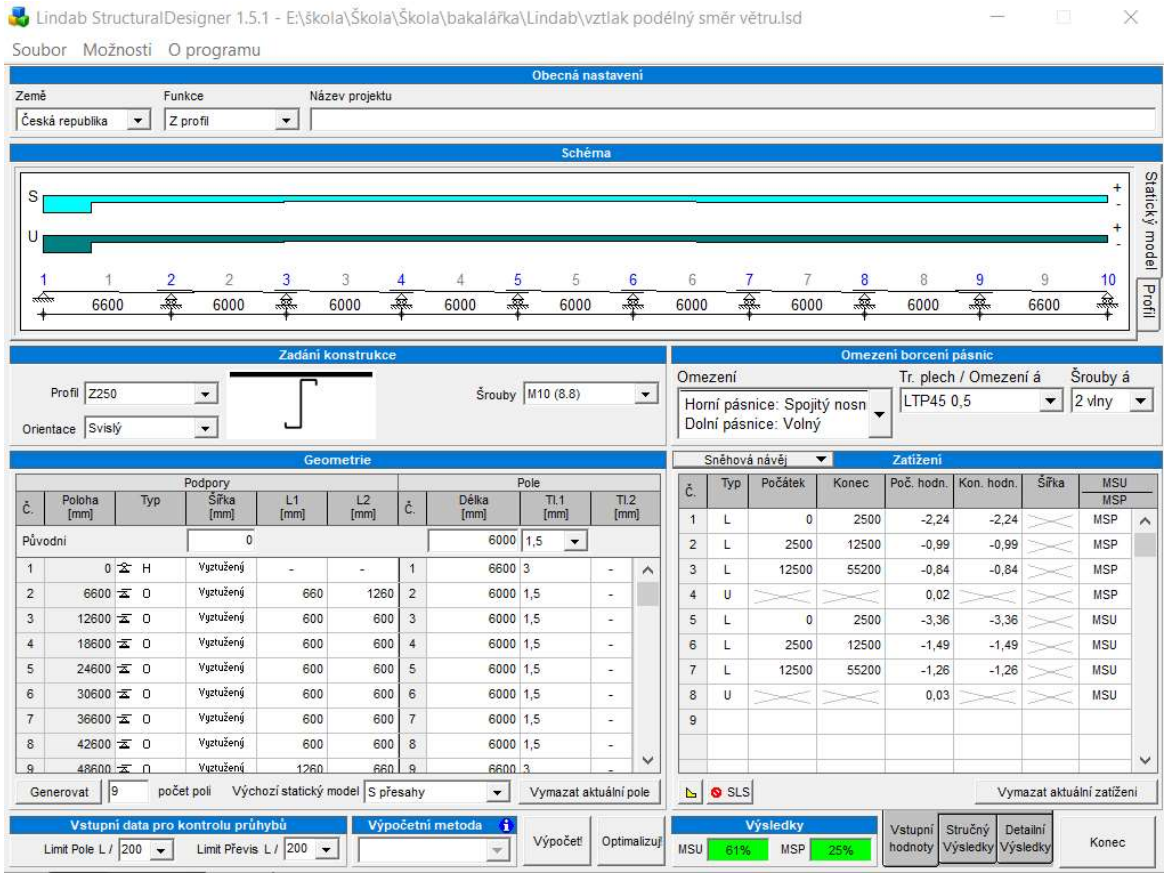
sněhem

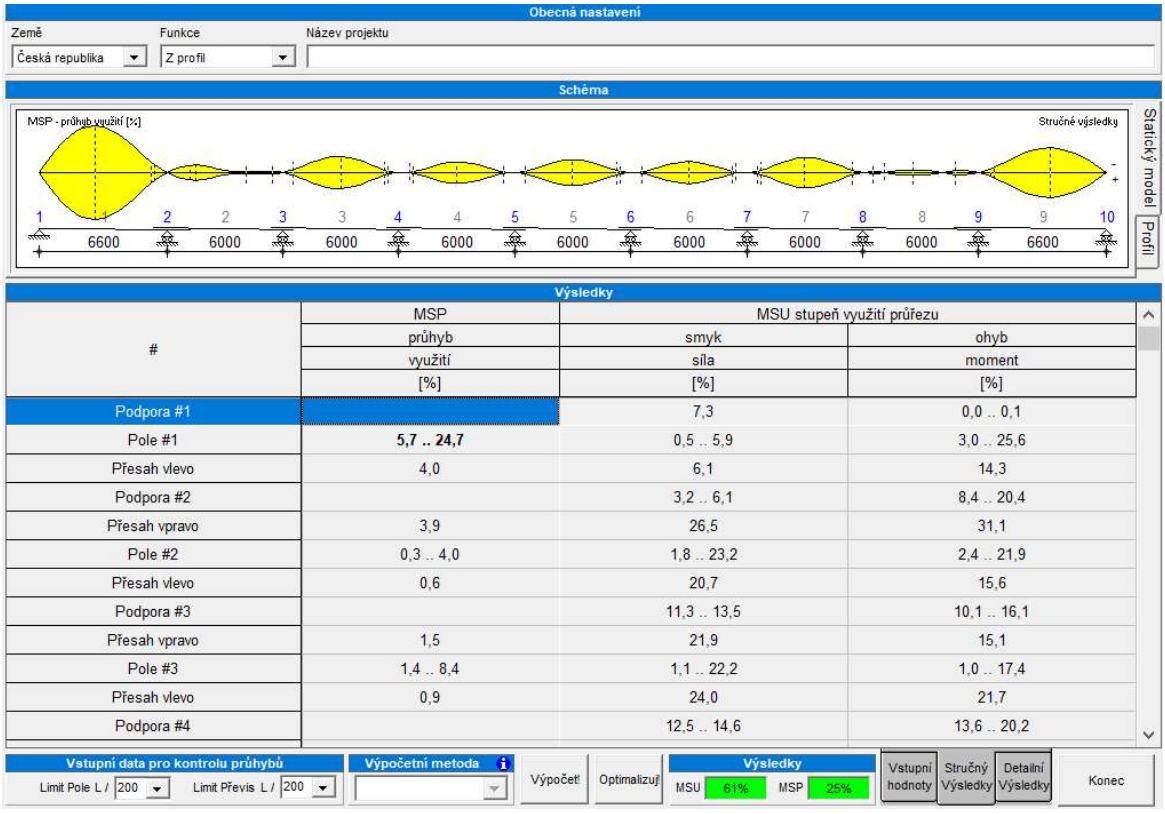


Tento zatěžovací stav nejvíce namáhá vaznici a podle něho byla vaznice dimenzována.

3.3. Třetí zatěžovací stav vaznice

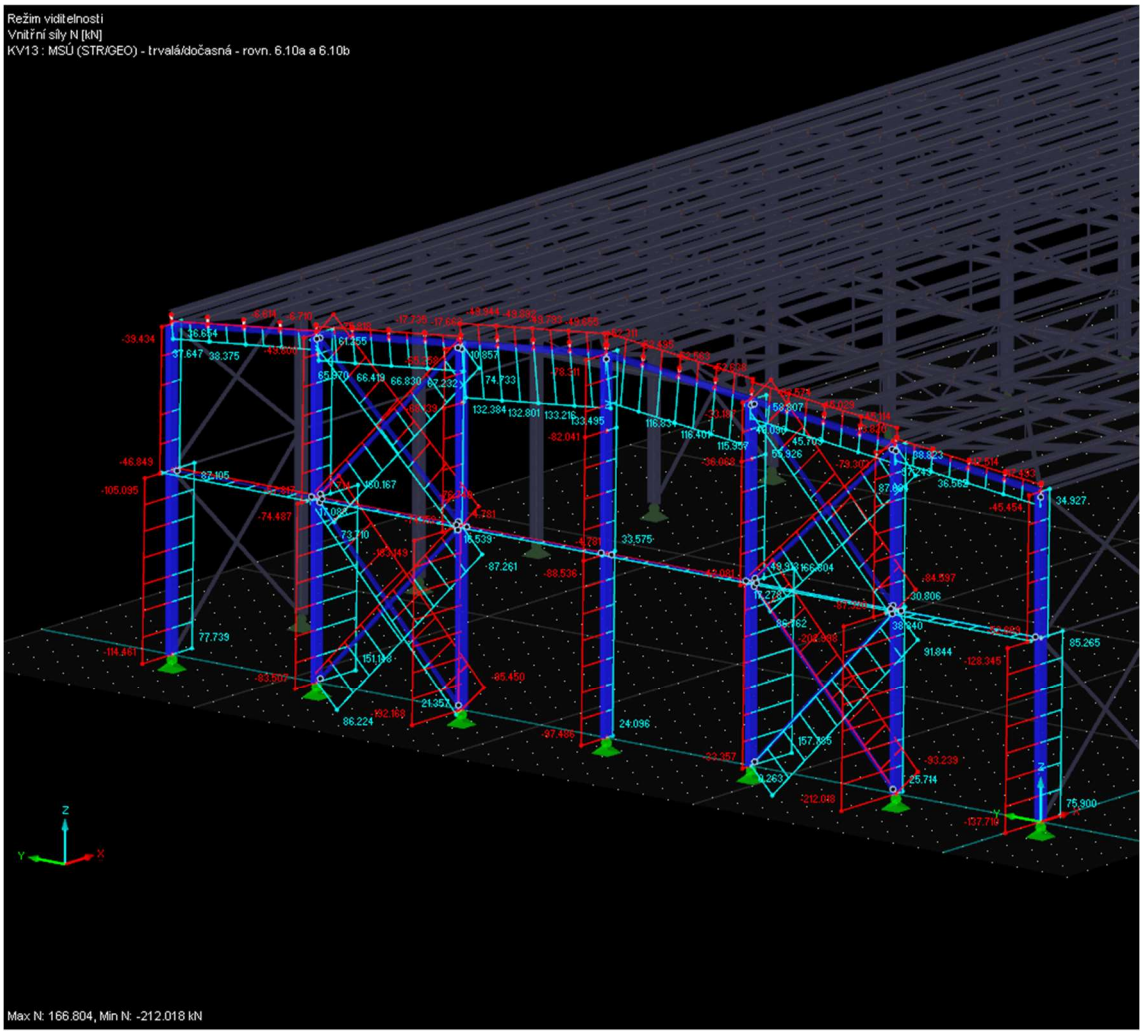
Třetí zatěžovací stav předpokládá maximální vztlak od podélného zatížení větrem.



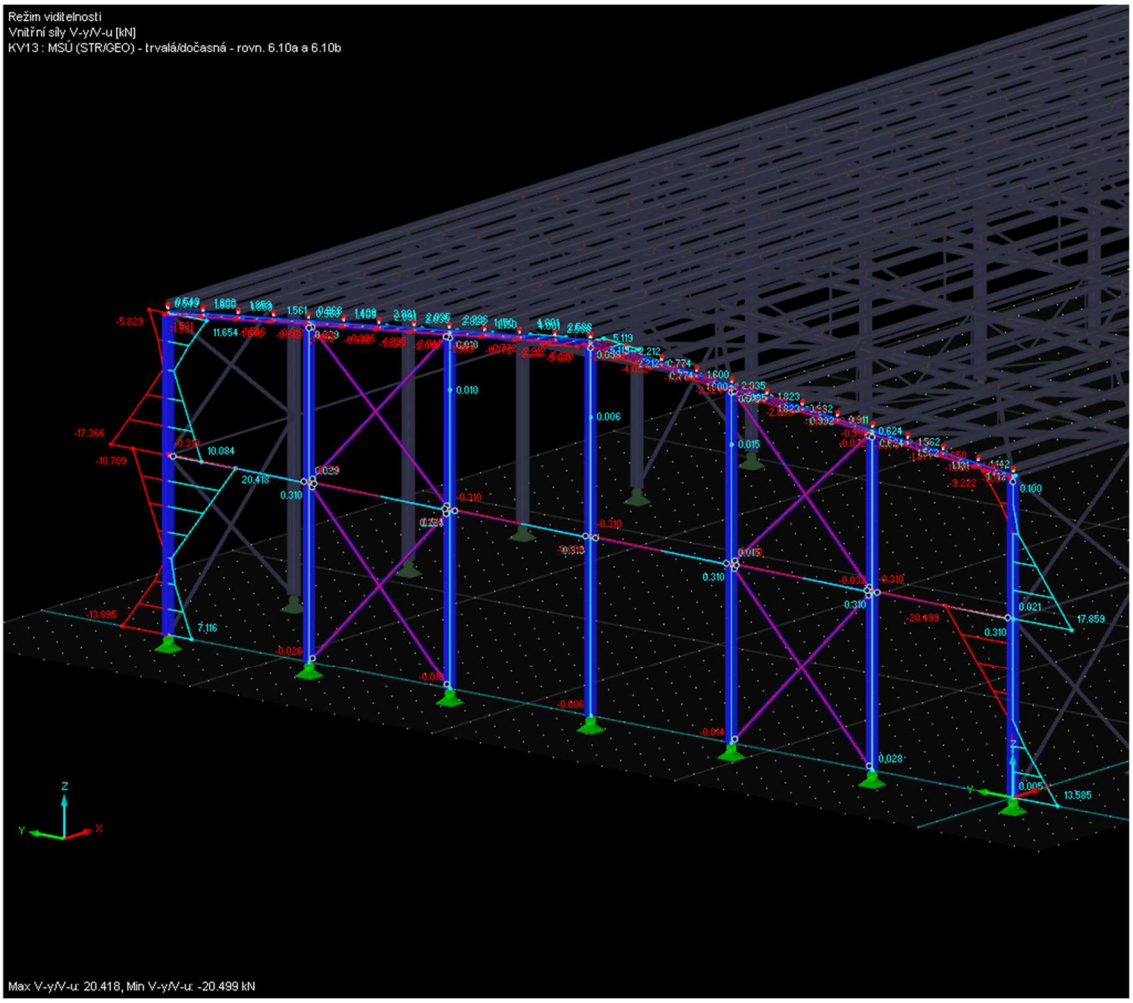


4. Zobrazení vnitřních sil na konstrukci

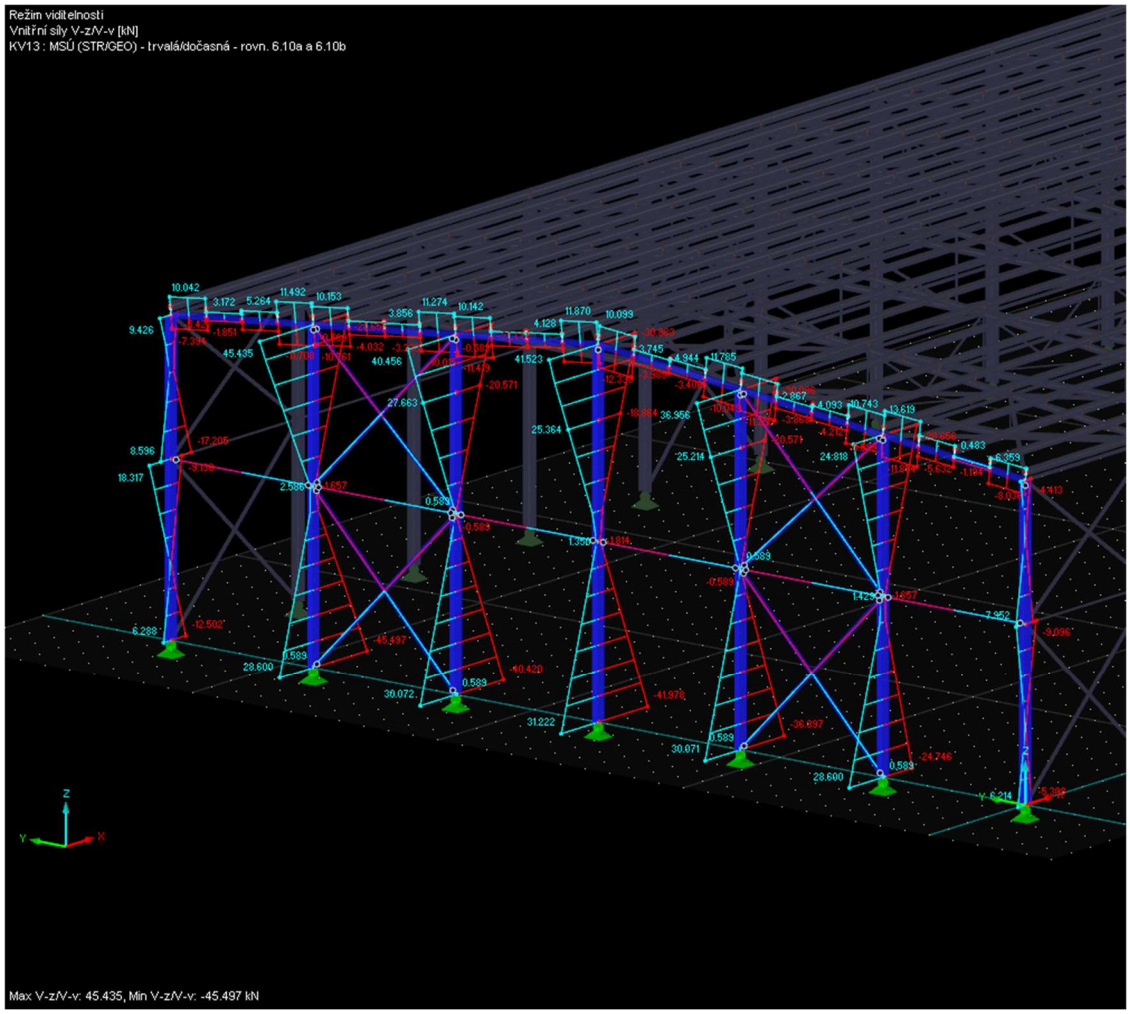
4.1. Obálky vnitřních sil na čelo haly



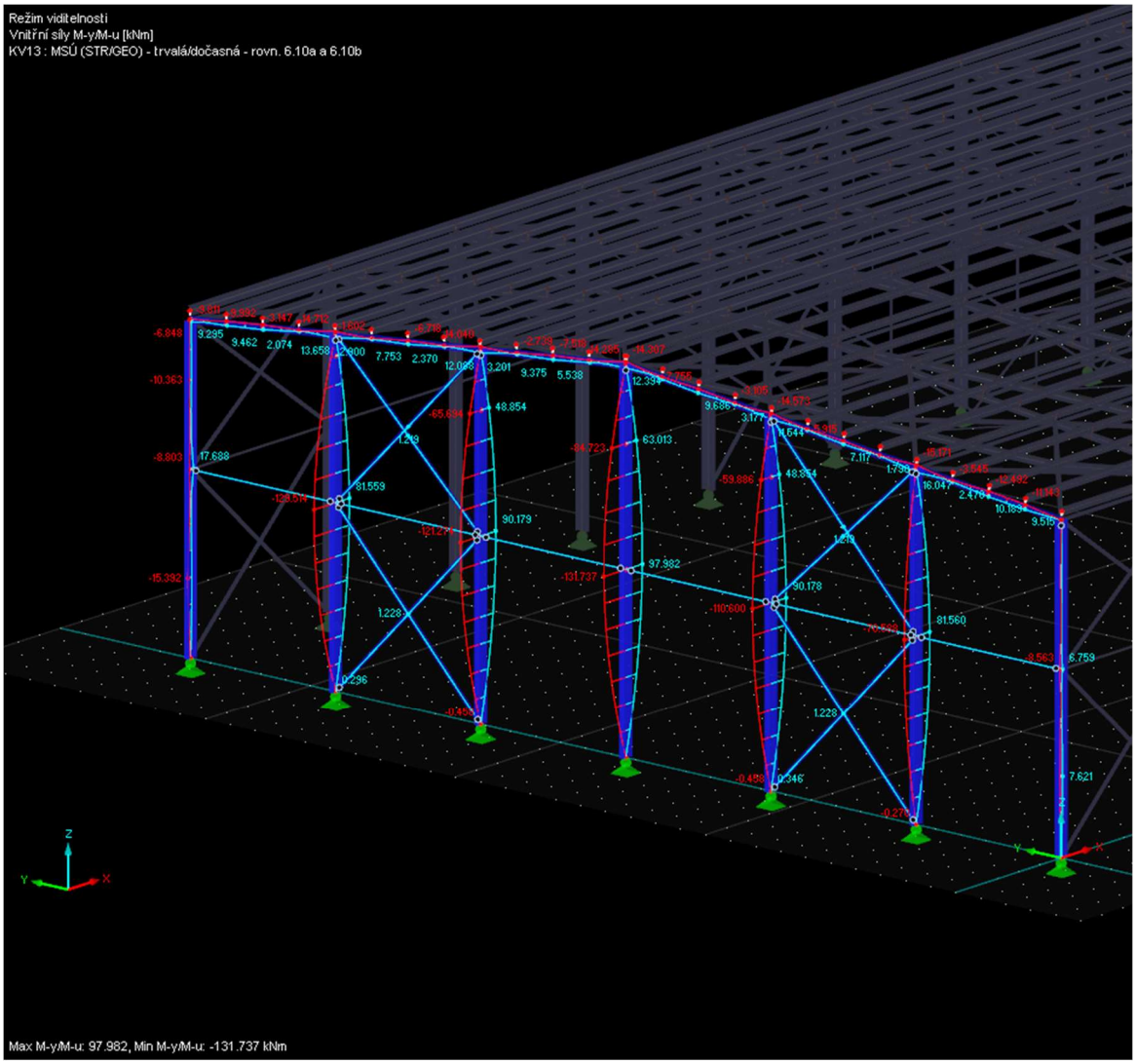
Obrázek 1: Obálka vnitřní normálové síly N



Obrázek 2: Obálka vnitřní posouvající síly Vy

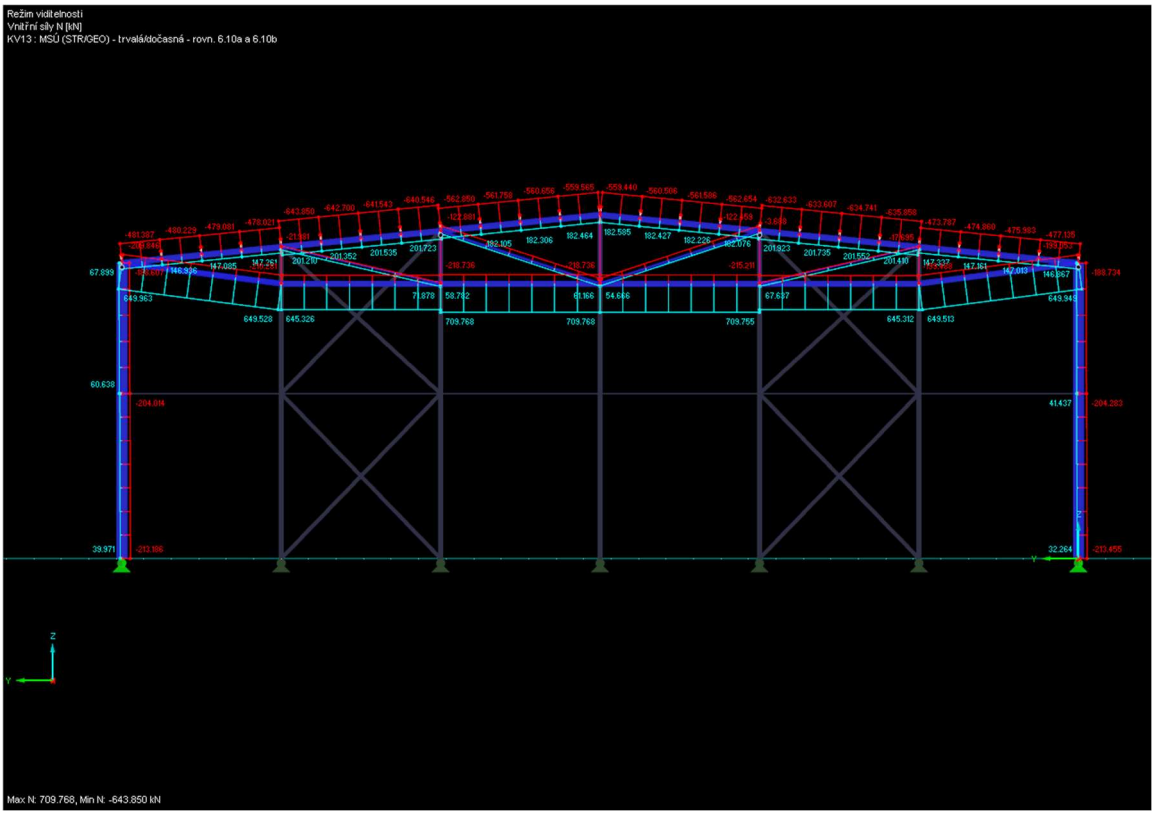


Obrázek 3: Obálka vnitřní posouvající síly Vz

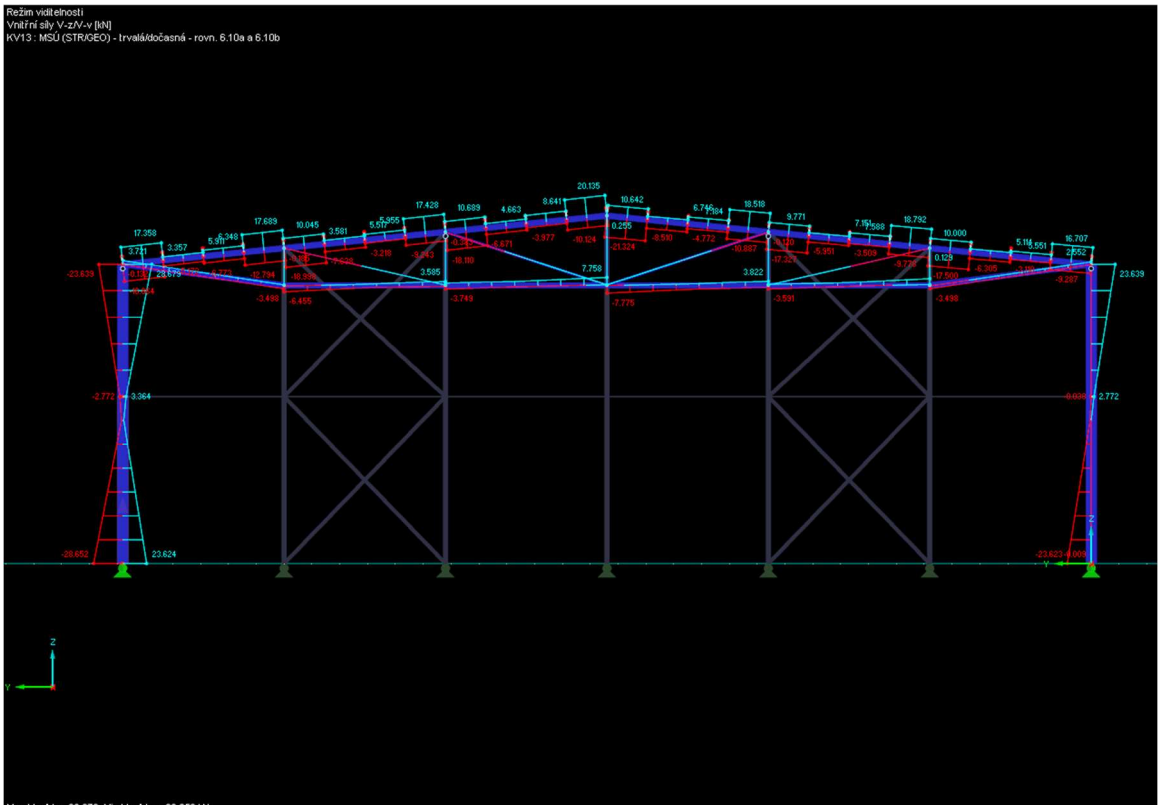


Obrázek 4: Obálka vnitřní síly My

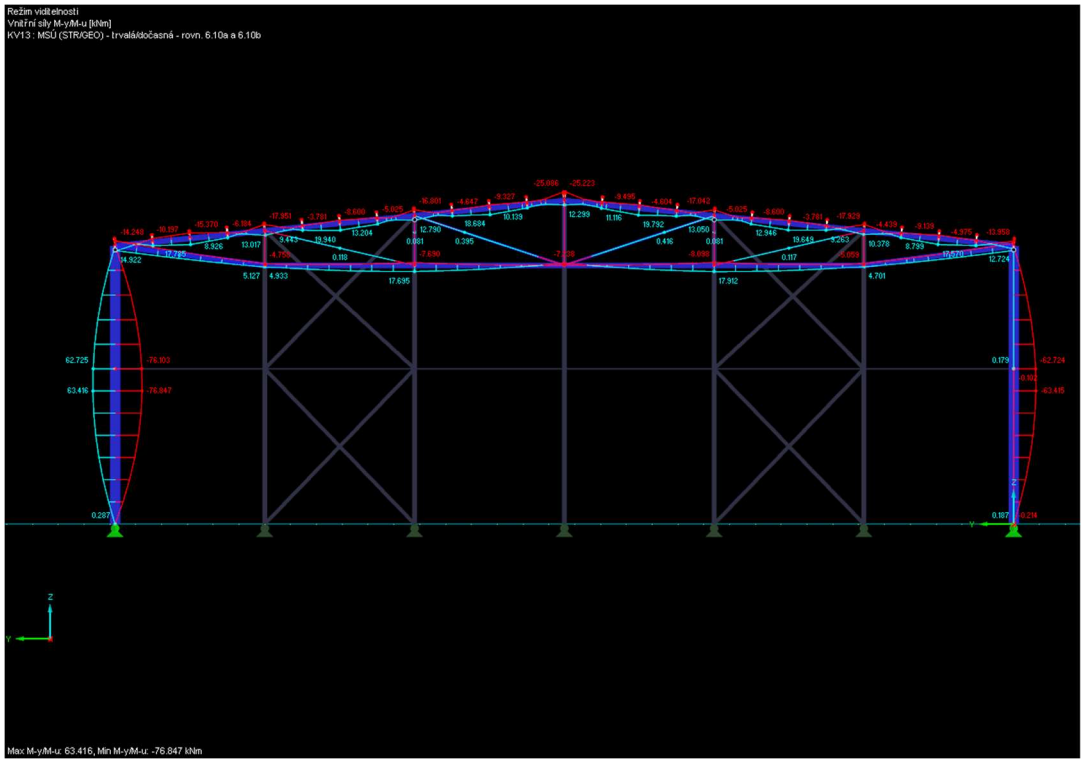
4.2. Obálky vnitřních sil na sloup s vazníkem



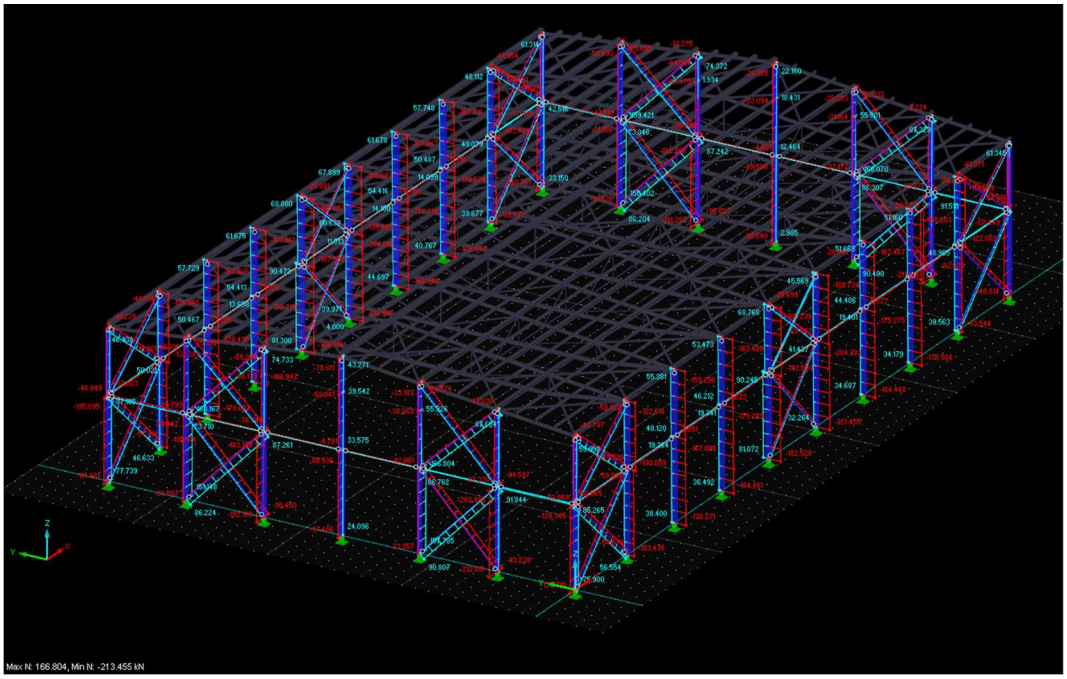
Obrázek 5: Obálka vnitří síly N



Obrázek 6: Obálka vnitřní síly Vz

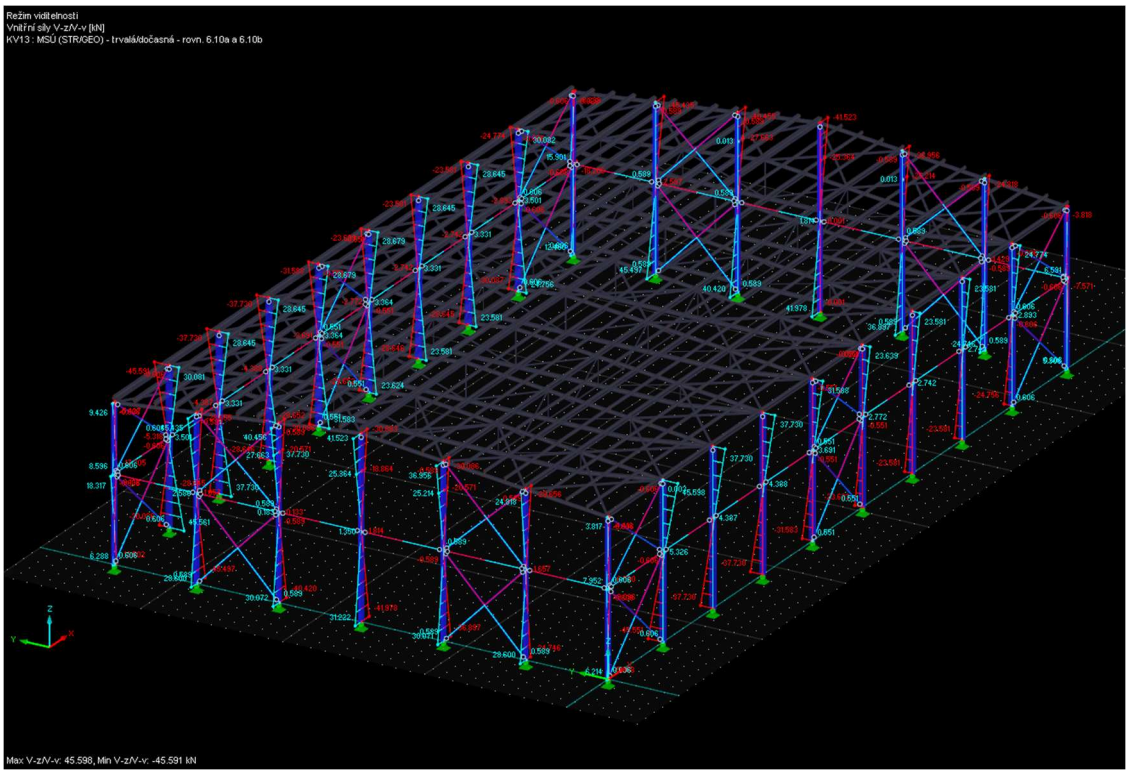


Obrázek 7: Obálka vnitřní síly My

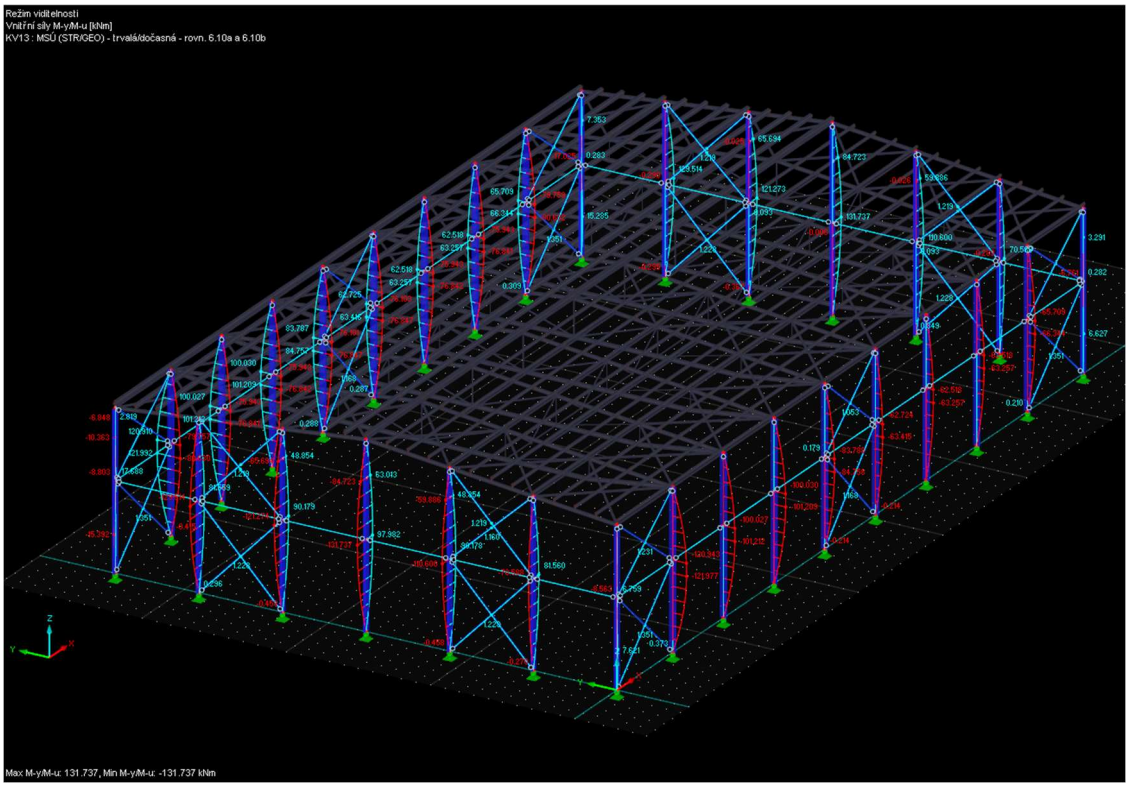


Obrázek 8: Obálka vnitřní síly N

4.3. Obálky vnitřních sil na sloupy a jejich ztužení

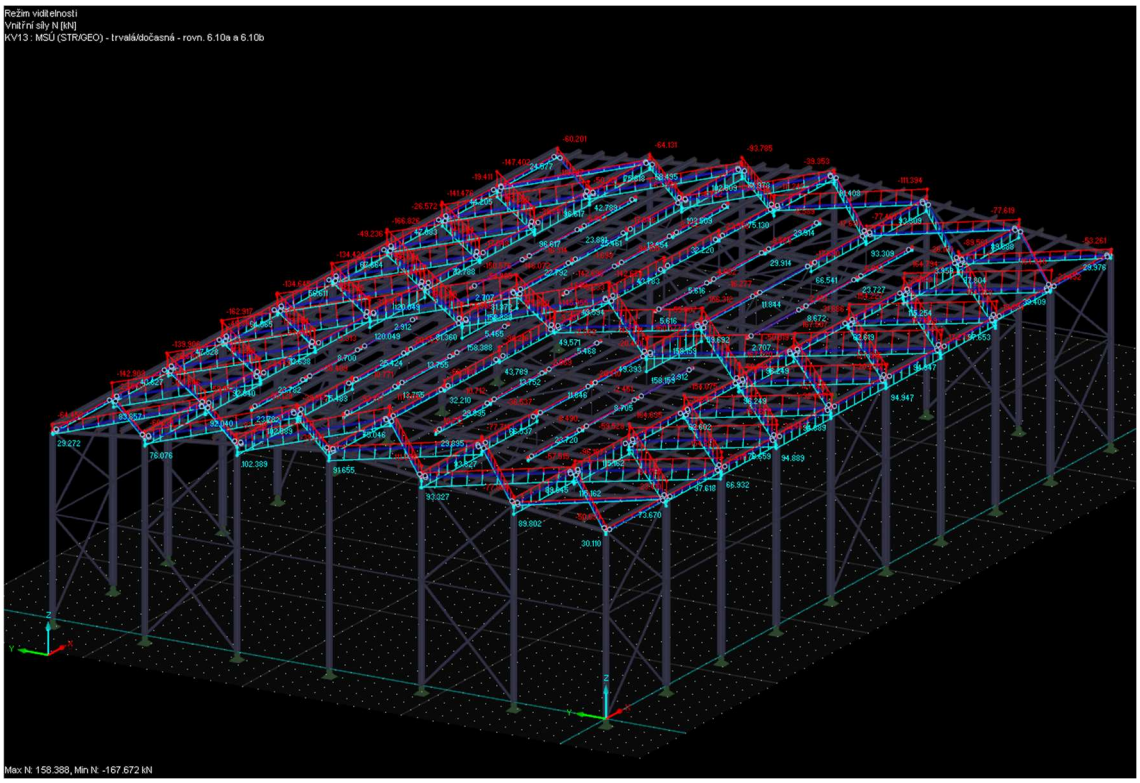


Obrázek 9: Obálka vnitřní síly Vz

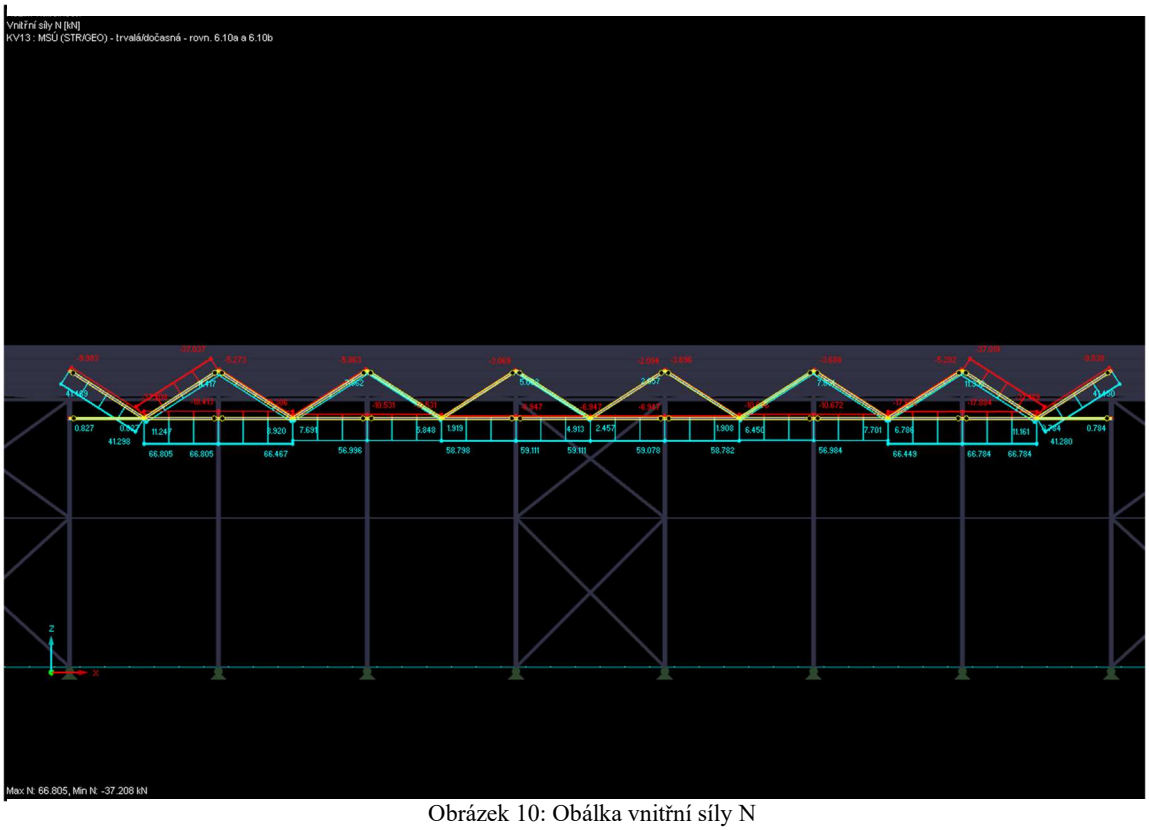


Obrázek 10: Obálka vnitřní síly My

4.4. Obálky vnitřních sil na zavětrování a vodorovné ztužení haly a vodorovné ztužení vazníků



Obrázek 9: Obálka vnitřní síly N



Obrázek 10: Obálka vnitřní síly N

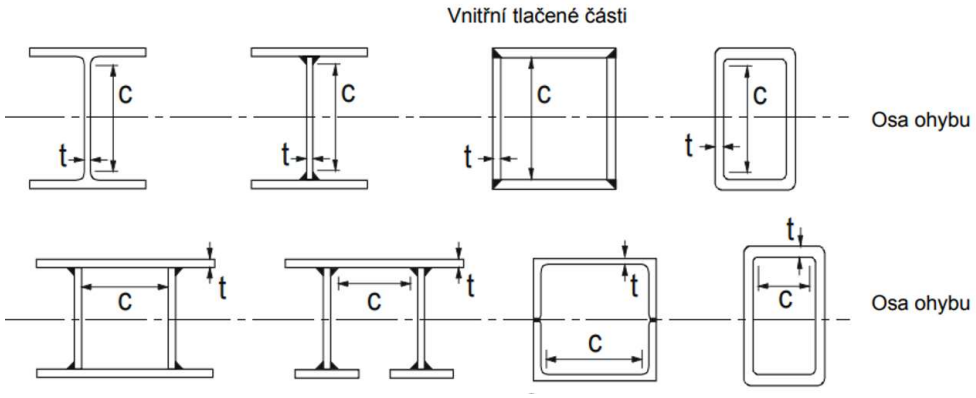
Interakce tlaku s ohybem

Ocel S355

f_y = 335 MPa

E = 210000 MPa

Část tabulky 5.2 - Největší poměry šířky a tloušťky tlačených částí normy ČSN EN 1993-1-1



C = 177,6 mm

t = 5,9 mm

$\frac{C}{t}$ = 30,102 [-]

5.5 Klasifikace průřezů

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}}$ = 0,838 [-]

Střední stojina - Tlačená část

Třída průřezu : 2

$\frac{C}{t}$ < 38ε = 31,827 [-]

Tabulka 6.7 - Hodnoty pro výpočet podle třídy průřezu

Třída průřezu	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y}\ N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z}\ N_{Ed}$

$A_i = A$
$W_y = Wpl,y$
$W_z = Wpl,z$
$\Delta M_{y,Ed} = 0$
$\Delta M_{z,Ed} = 0$

$N_{Rk} = f_y * A_i = 335 * 3340 = 1118900$ N
$M_{Rk} = f_y * W_i + \Delta M_{i,Ed} = 335 * 286000 + 0 = 95810000$ Nmm

Hodnoty pro vyšetřovaný prut :
IPE 220

$A = 3340$ mm^2
$Wpl,y = 286000$ mm^3
$Wpl,z = 58110,4$ mm^3

$I_y = 27700000$ mm^4
$I_z = 2050000$ mm^4
$EI_y = 5817$ kNm^2
$EI_z = 430,5$ kNm^2
$L = 5,8$ m

Výpočet eulerova kritického břemene pro prut :

Základní hodnoty pro n = 1

$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2} = \frac{\pi^2 * 5817}{5{,}8^2} =$ 1706,644 kN

$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 430{,}5}{5{,}8^2} =$ 126,304 kN

Vlastní tvary podle osy vzpěrného vybočení :

$n_y = 1$

$n_z = 4$

Doporučené přiřazení křivek klopení k průřezům

Válcovaný I průřez, h/b=2 - a

Doporučená hodnota součinitele imperfekce pro křivku klopení

$\alpha_{LT} =$ 0,21 [-]

Doporučená hodnota národní přílohou :

$\overline{\lambda_{LT}} =$ 0,4 [-]

Výpočet součinitelů klopení

$$\phi_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_{LT}} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}4 - 0{,}2) + 0{,}4^2] = \quad 0{,}503 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}503 + \sqrt{0{,}503^2 - 0{,}4^2}} = \quad 1{,}236 \leq 1{,}0$$

$$\chi_{LT} = \quad 1 \text{ [-]}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,y} n_y^2}} = \sqrt{\frac{335 * 103 * 3340 * 10^{-6}}{1706{,}644 * 1^2}} = \quad 0{,}810 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,z} n_z^2}} = \sqrt{\frac{335 * 103 * 3340 * 10^{-6}}{126{,}304 * 4^2}} = \quad 0{,}744 \text{ [-]}$$

$$\phi_y = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_y} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_y^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}810 - 0{,}2) + 0{,}810^2] = \quad 0{,}892 \text{ [-]}$$

$$\phi_z = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_z} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_z^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}744 - 0{,}2) + 0{,}744^2] = \quad 0{,}834 \text{ [-]}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}892 + \sqrt{0{,}892^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}790 \text{ [-]}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}834 + \sqrt{0{,}834^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}826 \text{ [-]}$$

Součinitele C_m ekvivalentního konstantního momentu z tabulky B.3 normy ČSN EN 1993-1-1

Zatížení na daném prutu

N = -672,883 kN
M_h = -18,521 kNm
M_s = 20,199 kNm
ψM_h = -16,461 kNm

$$\psi = \frac{yM_h}{M_h} = \frac{-16{,}461}{-18{,}521} = \quad 0{,}889 \text{ [-]}$$

$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = \frac{-18{,}521}{20{,}199} = \quad -0{,}917 \text{ [-]}$$

Zatřídění $\alpha_h < 0$, $0 \leq \psi \leq 1$

$C_{my} = 0{,}7+0{,}1\alpha_h \geq 0{,}4 = 0{,}7+0{,}1*-0{,}917 \geq 0{,}4 =$ 0,608

Určení interakřních součinitelů k_{ij}

$$k_{yy} = min\begin{cases} C_{my}\left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0{,}2)\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \\ \leq C_{my}\left(1 + 0{,}8\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \end{cases} = min\begin{cases} 0{,}608\left(1 + (0{,}810 - 0{,}2)\frac{672{,}883 * 10^3}{0{,}790 * 1118900/1{,}0}\right) \\ \leq 0{,}608\left(1 + 0{,}8\frac{672{,}883 * 10^3}{0{,}790 * 1118900/1{,}0}\right) \end{cases} = 0{,}891 \text{ [-]}$$

$k_{zy} = 0{,}6k_{yy} = 0{,}6*0{,}744 =$ 0,534 [-]

Podmínky prutů namáhaných na kombinaci ohybu a osového tlaku :

(6.61) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{672{,}883}{0{,}790 * 1118{,}900} + 0{,}891 * \frac{20{,}199}{1{,}000 * 95{,}810} = \quad 0{,}949 \text{ [-]}$$

(6.62) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{672{,}883}{0{,}826 * 1118{,}900} + 0{,}534 * \frac{20{,}199}{1{,}000 * 95{,}810} = \quad 0{,}841 \text{ [-]}$$

Vaznice IPE 220 Vyhovuje

Posouzení interakce tlaku s ohybem

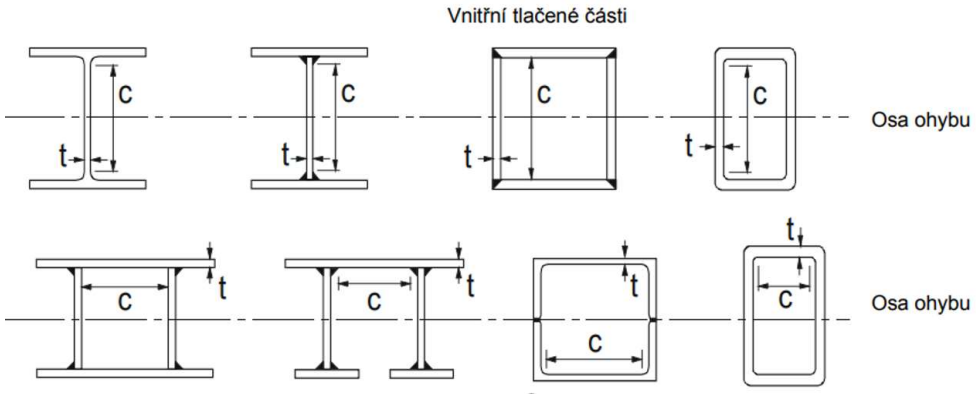
Navržený profil horní pásnice IPE 220

Ocel S355

f_y = 335 MPa

E = 210000 MPa

Část tabulky 5.2 - Největší poměry šířky a tloušťky tlačených částí normy ČSN EN 1993-1-1



C = 177,6 mm

t = 5,9 mm

$\frac{C}{t}$ = 30,102 [-]

5.5 Klasifikace průřezů

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}}$ = 0,838 [-]

Střední stojina - Tlačená část

Třída průřezu : 2

$\frac{C}{t}$ < 38ε = 31,827 [-]

Tabulka 6.7 - Hodnoty pro výpočet podle třídy průřezu

Třída průřezu	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y}\ N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z}\ N_{Ed}$

$A_i = A$
$W_y = Wpl,y$
$W_z = Wpl,z$
$\Delta M_{y,Ed} = 0$
$\Delta M_{z,Ed} = 0$

$N_{Rk} = f_y * A_i = 335 * 3340 = 1118900$ N
$M_{Rk} = f_y * W_i + \Delta M_{i,Ed} = 335 * 286000 + 0 = 95810000$ Nmm

Hodnoty pro vyšetřovaný prut :
IPE 220

$A = 3340$ mm^2
$Wpl,y = 286000$ mm^3
$Wpl,z = 58110,4$ mm^3

$I_y = 27700000$ mm^4
$I_z = 2050000$ mm^4
$EI_y = 5817$ kNm^2
$EI_z = 430,5$ kNm^2
$L = 5,8$ m

Výpočet eulerova kritického břemene pro prut :

Základní hodnoty pro n = 1

$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2} = \frac{\pi^2 * 5817}{5{,}8^2} =$ 1706,644 kN

$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 430{,}5}{5{,}8^2} =$ 126,304 kN

Vlastní tvary podle osy vzpěrného vybočení :

$n_y = 1$

$n_z = 4$

Doporučené přiřazení křivek klopení k průřezům

Válcovaný I průřez, h/b=2 - a

Doporučená hodnota součinitele imperfekce pro křivku klopení

$\alpha_{LT} =$ 0,21 [-]

Doporučená hodnota národní přílohou :

$\overline{\lambda_{LT}} =$ 0,4 [-]

Výpočet součinitelů klopení

$$\phi_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_{LT}} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}4 - 0{,}2) + 0{,}4^2] = \quad 0{,}503 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}503 + \sqrt{0{,}503^2 - 0{,}4^2}} = \quad 1{,}236 \leq 1{,}0$$

$$\chi_{LT} = \quad 1 \text{ [-]}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,y} n_y^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 3340 * 10^{-6}}{1706{,}644 * 1^2}} = \quad 0{,}810 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,z} n_z^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 3340 * 10^{-6}}{126{,}304 * 4^2}} = \quad 0{,}744 \text{ [-]}$$

$$\phi_y = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_y} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_y^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}810 - 0{,}2) + 0{,}810^2] = \quad 0{,}892 \text{ [-]}$$

$$\phi_z = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_z} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_z^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}744 - 0{,}2) + 0{,}744^2] = \quad 0{,}834 \text{ [-]}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}892 + \sqrt{0{,}892^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}790 \text{ [-]}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}834 + \sqrt{0{,}834^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}826 \text{ [-]}$$

Součinitele C_m ekvivalentního konstantního momentu z tabulky B.3 normy ČSN EN 1993-1-1

Zatížení na daném prutu

N = -595,801 kN
M_h = -25,813 kNm
M_s = 20,828 kNm
ψM_h = -20,846 kNm

$$\psi = \frac{yM_h}{M_h} = \frac{-20{,}874}{-26{,}405} = \quad 0{,}808 \text{ [-]}$$

$$\alpha_s = \frac{M_s}{M_h} = \frac{20{,}929}{-26{,}405} = \quad -0{,}807 \text{ [-]}$$

Zatřídění : $\alpha_s < 0$, $0 \leq \psi \leq 1$

C_{my} = $-0{,}8\alpha_s \geq 0{,}4 = -0{,}8 * -0{,}793 \geq 0{,}4 =$ 0,646

Určení interakřních součinitelů k_{ij}

$$k_{yy} = min\begin{cases} C_{my}\left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0{,}2)\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \\ \leq C_{my}\left(1 + 0{,}8\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \end{cases} = min\begin{cases} 0{,}646\left(1 + (0{,}810 - 0{,}2)\frac{595{,}801 * 10^3}{0{,}790 * 1118900/1{,}0}\right) \\ \leq 0{,}646\left(1 + 0{,}8\frac{595{,}801 * 10^3}{0{,}790 * 1118900/1{,}0}\right) \end{cases} = \quad 0{,}911 \text{ [-]}$$

k_{zy} = $0{,}6k_{yy} = 0{,}6 * 0{,}911 =$ 0,546 [-]

Podmínky prutů namáhaných na kombinaci ohybu a osového tlaku :

(6.61) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{595{,}801}{0{,}790 * 1118{,}900} + 0{,}911 * \frac{25{,}813}{1{,}000 * 95{,}810} = \quad 0{,}919 \text{ [-]}$$

(6.62) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{595{,}801}{0{,}826 * 1118{,}900} + 0{,}546 * \frac{25{,}813}{1{,}000 * 95{,}810} = \quad 0{,}792 \text{ [-]}$$

Vaznice IPE 220 Vyhovuje

Posouzení interakce tlaku s ohybem

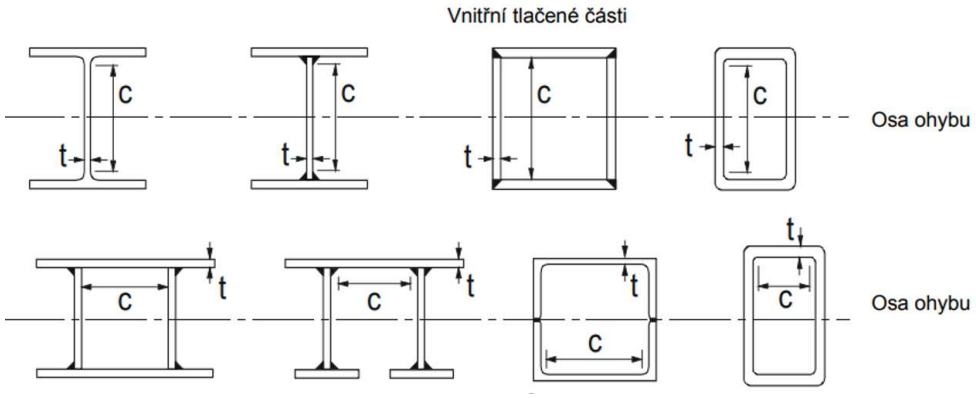
Navržený profil spodní pásnice vazníku HEA 220

Ocel S355

f_y = 335 MPa

E = 210000 MPa

Část tabulky 5.2 - Největší poměry šířky a tloušťky tlačených částí normy ČSN EN 1993-1-1



C = 152 mm

t = 11 mm

$\frac{C}{t}$ = 13,818 [-]

5.5 Klasifikace průřezů

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}}$ = 0,838 [-]

Střední stojina - Tlačená část

Třída průřezu : 2

$\frac{C}{t}$ < 38ε = 31,827 [-]

Tabulka 6.7 - Hodnoty pro výpočet podle třídy průřezu

Třída průřezu	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y}\ N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z}\ N_{Ed}$

$A_i = A$
$W_y = Wpl,y$
$W_z = Wpl,z$
$\Delta M_{y,Ed} = 0$
$\Delta M_{z,Ed} = 0$

$N_{Rk} = f_y * A_i = 335 * 6430 = 2154050$ N
$M_{Rk} = f_y * W_i + \Delta M_{i,Ed} = 335 * 568000 + 0 = 190280000$ Nmm

Hodnoty pro vyšetřovaný prut :
HEA 220

$A = 6430$ mm^2
$Wpl,y = 568000$ mm^3
$Wpl,z = 270595$ mm^3

$I_y = 54100000$ mm^4
$I_z = 19500000$ mm^4
$EI_y = 11361$ kNm^2
$EI_z = 4095$ kNm^2
$L = 5,8$ m

Výpočet eulerova kritického břemene pro prut :

Základní hodnoty pro n = 1

$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2} = \frac{\pi^2 * 11361}{5{,}8^2} =$ 3333,192 kN

$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 4095}{5{,}8^2} =$ 1201,428 kN

Vlastní tvary podle osy vzpěrného vybočení :

$n_y = 1$

$n_z = 0{,}5$

Doporučené přiřazení křivek klopení k průřezům

Válcovaný I průřez, h/b=2 - a

Doporučená hodnota součinitele imperfekce pro křivku klopení

$\alpha_{LT} =$ 0,21 [-]

Doporučená hodnota národní přílohou :

$\overline{\lambda_{LT}} =$ 0,4 [-]

Výpočet součinitelů klopení

$$\phi_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_{LT}} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}4 - 0{,}2) + 0{,}4^2] = \quad 0{,}503 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}503 + \sqrt{0{,}503^2 - 0{,}4^2}} = \quad 1{,}236 \leq 1{,}0$$

$$\chi_{LT} = \quad 1 \text{ [-]}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,y} n_y^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 6430 * 10^{-6}}{3333{,}192 * 1^2}} = \quad 0{,}804 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,z} n_z^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 3340 * 10^{-6}}{1201{,}428 * 0{,}5^2}} = \quad 2{,}678 \text{ [-]}$$

$$\phi_y = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_y} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_y^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}804 - 0{,}2) + 0{,}804^2] = \quad 0{,}887 \text{ [-]}$$

$$\phi_z = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_z} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_z^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(2{,}678 - 0{,}2) + 2{,}678^2] = \quad 4{,}346 \text{ [-]}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}887 + \sqrt{0{,}887^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}793 \text{ [-]}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{4{,}346 + \sqrt{4{,}346^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}129 \text{ [-]}$$

Součinitele C_m ekvivalentního konstantního momentu z tabulky B.3 normy ČSN EN 1993-1-1

Zatížení na daném prutu

N =	-218,736	kN
M_h =	17,528	kNm
M_s =	12,109	kNm
ψM_h =	-7,238	kNm

$$\psi = \frac{yM_h}{M_h} = \frac{-7{,}238}{17{,}528} = \quad -0{,}413 \text{ [-]}$$

$$\alpha_s = \frac{M_s}{M_h} = \frac{12{,}109}{17{,}528} = \quad 0{,}691 \text{ [-]}$$

Zatřídění : $\alpha_s \leq 1$, $-1 \leq \psi \leq 1$

$C_{my} = 0{,}2+0{,}8\alpha_s \geq 0{,}4 = 0{,}2+0{,}8*0{,}691 \geq 0{,}4 = 0{,}753$

Určení interakřních součinitelů k_{ij}

$$k_{yy} = min\begin{Bmatrix} C_{my}\left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0{,}2)\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \\ \leq C_{my}\left(1 + 0{,}8\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \end{Bmatrix} = min\begin{Bmatrix} 0{,}753\left(1 + (0{,}887 - 0{,}2)\frac{218{,}736 * 10^3}{0{,}793 * 2154050/1{,}0}\right) \\ \leq 0{,}753\left(1 + 0{,}8\frac{218{,}736 * 10^3}{0{,}793 * 2154050/1{,}0}\right) \end{Bmatrix} = \quad 0{,}811 \text{ [-]}$$

$$k_{zy} = 0{,}6k_{yy} = 0{,}6*0{,}811 = \quad 0{,}487 \text{ [-]}$$

Podmínky prutů namáhaných na kombinaci ohybu a osového tlaku :

(6.61) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{218{,}736}{0{,}793 * 2154{,}050} + 0{,}811 * \frac{17{,}528}{1{,}000 * 190{,}280} =$$ 0,097

(6.62) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{218{,}736}{0{,}129 * 2154{,}050} + 0{,}487 * \frac{17{,}528}{1{,}000 * 190{,}280} =$$ 0,807

Vaznice HEA 220 Vyhovuje

Posouzení interakce tlaku s ohybem

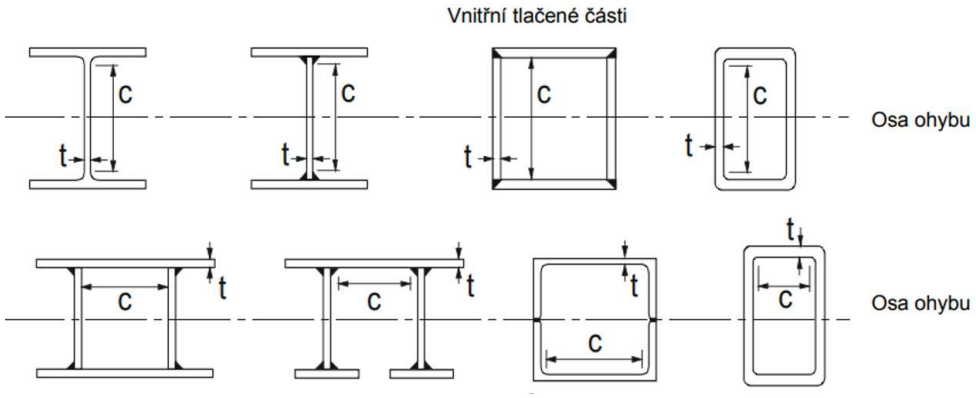
Navržený profil spodní pásnice vazníku HEA 220

Ocel S355

f_y = 335 MPa

E = 210000 MPa

Část tabulky 5.2 - Největší poměry šířky a tloušťky tlačených částí normy ČSN EN 1993-1-1



C = 152 mm

t = 11 mm

$\frac{C}{t}$ = 13,818 [-]

5.5 Klasifikace průřezů

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}}$ = 0,838 [-]

Střední stojina - Tlačená část

Třída průřezu : 2

$\frac{C}{t}$ < 38ε = 31,827 [-]

Tabulka 6.7 - Hodnoty pro výpočet podle třídy průřezu

Třída průřezu	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y}\ N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z}\ N_{Ed}$

$A_i = A$
$W_y = Wpl,y$
$W_z = Wpl,z$
$\Delta M_{y,Ed} = 0$
$\Delta M_{z,Ed} = 0$

$N_{Rk} = f_y * A_i = 335 * 6430 = 2154050$ N
$M_{Rk} = f_y * W_i + \Delta M_{i,Ed} = 335 * 568000 + 0 = 190280000$ Nmm

Hodnoty pro vyšetřovaný prut :
HEA 220

$A = 6430$ mm^2
$Wpl,y = 568000$ mm^3
$Wpl,z = 270595$ mm^3

$I_y = 54100000$ mm^4
$I_z = 19500000$ mm^4
$EI_y = 11361$ kNm^2
$EI_z = 4095$ kNm^2
$L = 5,8$ m

Výpočet eulerova kritického břemene pro prut :

Základní hodnoty pro n = 1

$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2} = \frac{\pi^2 * 11361}{5{,}8^2} =$ 3333,192 kN

$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 4095}{5{,}8^2} =$ 1201,428 kN

Vlastní tvary podle osy vzpěrného vybočení :

$n_y = 1$

$n_z = 0{,}5$

Doporučené přiřazení křivek klopení k průřezům

Válcovaný I průřez, h/b=2 - a

Doporučená hodnota součinitele imperfekce pro křivku klopení

$\alpha_{LT} =$ 0,21 [-]

Doporučená hodnota národní přílohou :

$\overline{\lambda_{LT}} =$ 0,4 [-]

Výpočet součinitelů klopení

$$\phi_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_{LT}} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}4 - 0{,}2) + 0{,}4^2] = \quad 0{,}503 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}503 + \sqrt{0{,}503^2 - 0{,}4^2}} = \quad 1{,}236 \leq 1{,}0$$

$$\chi_{LT} = \quad 1 \text{ [-]}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,y} n_y^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 6430 * 10^{-6}}{3333{,}192 * 1^2}} = \quad 0{,}804 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,z} n_z^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 3340 * 10^{-6}}{1201{,}428 * 0{,}5^2}} = \quad 2{,}678 \text{ [-]}$$

$$\phi_y = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_y} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_y^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}804 - 0{,}2) + 0{,}804^2] = \quad 0{,}887 \text{ [-]}$$

$$\phi_z = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_z} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_z^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(2{,}678 - 0{,}2) + 2{,}678^2] = \quad 4{,}346 \text{ [-]}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}887 + \sqrt{0{,}887^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}793 \text{ [-]}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{4{,}346 + \sqrt{4{,}346^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}129 \text{ [-]}$$

Součinitele C_m ekvivalentního konstantního momentu z tabulky B.3 normy ČSN EN 1993-1-1

Zatížení na daném prutu

N =	-199,488	kN
M_h =	17,912	kNm
M_s =	15,92	kNm
ψM_h =	4,768	kNm

$$\psi = \frac{yM_h}{M_h} = \frac{4{,}768}{17{,}912} = \quad 0{,}266 \text{ [-]}$$

$$\alpha_s = \frac{M_s}{M_h} = \frac{15{,}920}{17{,}912} = \quad 0{,}889 \text{ [-]}$$

Zatřídění : $\alpha_s \leq 1$, $0 \leq \psi \leq 1$

$C_{my} = 0{,}2+0{,}8\alpha_s \geq 0{,}4 = 0{,}2+0{,}8*0{,}889 \geq 0{,}4 = 0{,}911$

Určení interakřních součinitelů k_{ij}

$$k_{yy} = min\begin{cases} C_{my}\left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0{,}2)\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \\ \leq C_{my}\left(1 + 0{,}8\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \end{cases} = min\begin{cases} 0{,}911\left(1 + (0{,}887 - 0{,}2)\frac{218{,}736 * 10^3}{0{,}793 * 2154050/1{,}0}\right) \\ \leq 0{,}911\left(1 + 0{,}8\frac{218{,}736 * 10^3}{0{,}793 * 2154050/1{,}0}\right) \end{cases} = \quad 0{,}975 \text{ [-]}$$

$$k_{zy} = 0{,}6k_{yy} = 0{,}6*0{,}352 = \quad 0{,}585 \text{ [-]}$$

Podmínky prutů namáhaných na kombinaci ohybu a osového tlaku :

(6.61) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{199{,}488}{0{,}793 * 2154{,}050} + 0{,}975 * \frac{17{,}912}{1{,}000 * 190{,}280} =$$ 0,141

(6.62) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{199{,}488}{0{,}129 * 2154{,}050} + 0{,}585 * \frac{17{,}912}{1{,}000 * 190{,}280} =$$ 0,734

Vaznice HEA 220 Vyhovuje

Posouzení interakce tlaku s ohybem

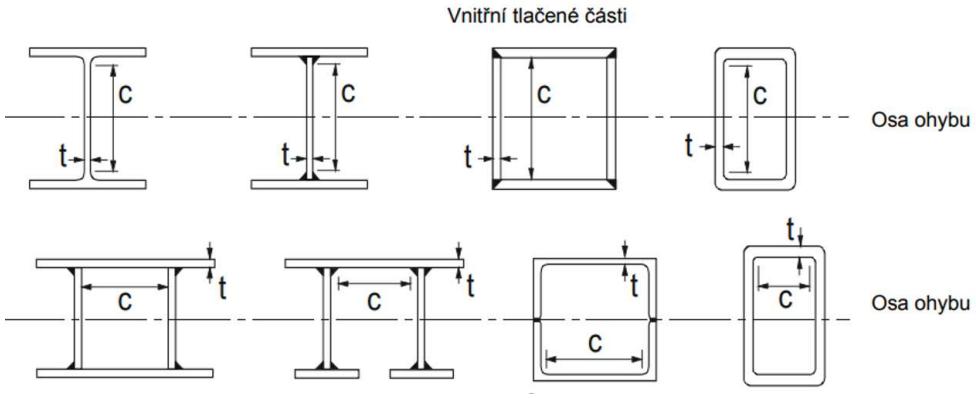
Navržený profil sloupu IPE 400

Ocel S355

f_y = 335 MPa P

E = 210000 MPa

Část tabulky 5.2 - Největší poměry šířky a tloušťky tlačených částí normy ČSN EN 1993-1-1



C = 331 mm

t = 13,5 mm

$\frac{C}{t}$ = 24,519 [-]

5.5 Klasifikace průřezů

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}}$ = 0,838 [-]

Střední stojina - Ohýbaná část

Třída průřezu : 2

$\frac{C}{t}$ < 38ε = 31,827 [-]

Tabulka 6.7 - Hodnoty pro výpočet podle třídy průřezu dle ČSN 1993-1-1

Třída průřezu	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y}\ N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z}\ N_{Ed}$

$A_i = A$
$W_y = Wpl,y$
$W_z = Wpl,z$
$\Delta M_{y,Ed} = 0$
$\Delta M_{z,Ed} = 0$

$N_{Rk} = f_y * A_i = 335 * 8450 = 2830750$ N
$M_{Rk} = f_y * W_i + \Delta M_{i,Ed} = 335 * 1308000 + 0 = 438180000$ Nmm

Hodnoty pro vyšetřovaný prut :
IPE 400

A = 8450 mm^2
Wpl,y = 1308000 mm^3
Wpl,z = 229000 mm^3

I_y = 2,31E+08 mm^4
I_z = 13200000 mm^4
EI_y = 48573 kNm^2
EI_z = 2772 kNm^2
L = 10,75 m

Výpočet eulerova kritického břemene pro prut :

Základní hodnoty pro n = 1

$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2} = \frac{\pi^2 * 48573}{10{,}75^2} =$ 4148,372 kN

$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 2772}{10{,}75^2} =$ 236,742 kN

Vlastní tvary podle osy vzpěrného vybočení :

$n_y = 1$

$n_z = 2$

Doporučené přiřazení křivek klopení k průřezům

Válcovaný I průřez, h/b=2 - a

Doporučená hodnota součinitele imperfekce pro křivku klopení

$\alpha_{LT} =$ 0,21 [-]

Doporučená hodnota národní přílohou :

$\overline{\lambda_{LT}} =$ 0,4 [-]

Výpočet součinitelů klopení

$$\phi_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_{LT}} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}4 - 0{,}2) + 0{,}4^2] = \quad 0{,}503 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}503 + \sqrt{0{,}503^2 - 0{,}4^2}} = \quad 1{,}236 \leq 1{,}0$$

$$\chi_{LT} = \quad 1 \text{ [-]}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,y} n_y^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 8450 * 10^{-6}}{4148{,}372 * 1^2}} = \quad 0{,}826 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,z} n_z^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 8450 * 10^{-6}}{236{,}742 * 2^2}} = \quad 1{,}729 \text{ [-]}$$

$$\phi_y = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_y} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_y^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}826 - 0{,}2) + 0{,}826^2] = \quad 0{,}907 \text{ [-]}$$

$$\phi_z = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_z} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_z^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(1{,}729 - 0{,}2) + 1{,}729^2] = \quad 2{,}155 \text{ [-]}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}907 + \sqrt{0{,}907^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}780 \text{ [-]}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{2{,}155 + \sqrt{2{,}155^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}291 \text{ [-]}$$

Součinitele C_m ekvivalentního konstantního momentu z tabulky B.3 normy ČSN EN 1993-1-1

Zatížení na daném prutu

N =	-213,187	kN
M_h =	0,1	kNm
M_s =	76,847	kNm
ψM_h =	0,1	kNm

$$\psi = \frac{yM_h}{M_h} = \frac{0{,}1}{0{,}1} = \quad 1 \text{ [-]}$$

$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = \frac{0{,}1}{76{,}847} = \quad 0{,}001 \text{ [-]}$$

Zatřídění $0 \leq \alpha_h \leq 1$, $-1 \leq \psi \leq 1$

$C_{my} = 0{,}90 + 0{,}10\alpha_h = 0{,}9 + 0{,}10 * 0{,}01 = \quad 0{,}900$

Určení interakřních součinitelů k_{ij}

$$k_{yy} = min\begin{cases} C_{my}\left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0{,}2)\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \\ \leq C_{my}\left(1 + 0{,}8\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \end{cases} = min\begin{cases} 0{,}900\left(1 + (0{,}900 - 0{,}2)\frac{213{,}187 * 10^3}{0{,}780 * 2830750/1{,}0}\right) \\ \leq 0{,}900\left(1 + 0{,}8\frac{213{,}187 * 10^3}{0{,}780 * 2830750/1{,}0}\right) \end{cases} = \quad 0{,}955 \text{ [-]}$$

$k_{zy} = 0{,}6k_{yy} = 0{,}6 * 0{,}955 = \quad 0{,}573 \text{ [-]}$

Podmínky prutů namáhaných na kombinaci ohybu a osového tlaku :

(6.61) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{213{,}187}{0{,}780 * 2830{,}750} + 0{,}955 * \frac{76{,}847}{1{,}000 * 438{,}180} =$$ 0,264

(6.62) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{213{,}187}{0{,}291 * 2830{,}750} + 0{,}573 * \frac{76{,}847}{1{,}000 * 438{,}180} =$$ 0,360

Vaznice IPE 400 Vyhovuje

Posouzení interakce tlaku s ohybem

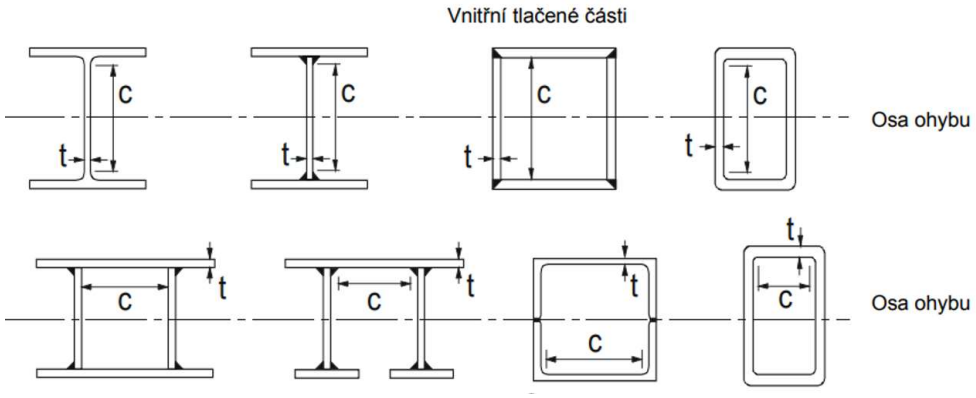
Navržený profil sloupu IPE 400

Ocel S355

f_y = 335 MPa

E = 210000 MPa

Část tabulky 5.2 - Největší poměry šířky a tloušťky tlačených částí normy ČSN EN 1993-1-1



C = 331 mm

t = 13,5 mm

$\frac{C}{t}$ = 24,519 [-]

5.5 Klasifikace průřezů

$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{f_y}} = \sqrt{\frac{235}{355}}$ = 0,838 [-]

Střední stojina - Ohýbaná část

Třída průřezu : 2

$\frac{C}{t}$ < 38ε = 31,827 [-]

Tabulka 6.7 - Hodnoty pro výpočet podle třídy průřezu

Třída průřezu	1	2	3	4
A_i	A	A	A	A_{eff}
W_y	$W_{pl,y}$	$W_{pl,y}$	$W_{el,y}$	$W_{eff,y}$
W_z	$W_{pl,z}$	$W_{pl,z}$	$W_{el,z}$	$W_{eff,z}$
$\Delta M_{y,Ed}$	0	0	0	$e_{N,y}\ N_{Ed}$
$\Delta M_{z,Ed}$	0	0	0	$e_{N,z}\ N_{Ed}$

$A_i = A$
$W_y = Wpl,y$
$W_z = Wpl,z$
$\Delta M_{y,Ed} = 0$
$\Delta M_{z,Ed} = 0$

$N_{Rk} = f_y * A_i = 335 * 8450 = 2830750$ N
$M_{Rk} = f_y * W_i + \Delta M_{i,Ed} = 335 * 1308000 + 0 = 438180000$ Nmm

Hodnoty pro vyšetřovaný prut :
IPE 220

A = 8450 mm^2
Wpl,y = 1308000 mm^3
Wpl,z = 229000 mm^3

I_y = 2,31E+08 mm^4
I_z = 13200000 mm^4
EI_y = 48573 kNm^2
EI_z = 2772 kNm^2
L = 12,5 m

Výpočet eulerova kritického břemene pro prut :

Základní hodnoty pro n = 1

$N_{cr,y} = \frac{\pi^2 EI_y}{L^2} = \frac{\pi^2 * 48573}{12{,}5^2} =$ 3068,136 kN

$N_{cr,z} = \frac{\pi^2 EI_z}{L^2} = \frac{\pi^2 * 2772}{12{,}5^2} =$ 175,095 kN

Vlastní tvary podle osy vzpěrného vybočení :

$n_y = 1$

$n_z = 2$

Doporučené přiřazení křivek klopení k průřezům

Válcovaný I průřez, h/b=2 - a

Doporučená hodnota součinitele imperfekce pro křivku klopení

$\alpha_{LT} =$ 0,21 [-]

Doporučená hodnota národní přílohou :

$\overline{\lambda_{LT}} =$ 0,4 [-]

Výpočet součinitelů klopení

$$\phi_{LT} = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_{LT}} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_{LT}^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}4 - 0{,}2) + 0{,}4^2] = \quad 0{,}503 \text{ [-]}$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{0{,}503 + \sqrt{0{,}503^2 - 0{,}4^2}} = \quad 1{,}236 \leq 1{,}0$$

$$\chi_{LT} = \quad 1 \text{ [-]}$$

$$\lambda_y = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,y} n_y^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 8450 * 10^{-6}}{3068{,}136 * 1^2}} = \quad 0{,}961 \text{ [-]}$$

$$\lambda_z = \sqrt{\frac{f_y A}{N_{cr,z} n_z^2}} = \sqrt{\frac{335 * 10^3 * 8450 * 10^{-6}}{175{,}095 * 2^2}} = \quad 2{,}010 \text{ [-]}$$

$$\phi_y = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_y} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_y^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(0{,}961 - 0{,}2) + 0{,}961^2] = \quad 1{,}041 \text{ [-]}$$

$$\phi_z = 0{,}5\left[1 + \alpha_{LT}\left(\overline{\lambda_z} - 0{,}2\right) + \bar{\lambda}_z^2\right] = 0{,}5[1 + 0{,}21(2{,}010 - 0{,}2) + 2{,}010^2] = \quad 2{,}711 \text{ [-]}$$

$$\chi_y = \frac{1}{\phi_y + \sqrt{\phi_y^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{1{,}041 + \sqrt{1{,}041^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}693 \text{ [-]}$$

$$\chi_z = \frac{1}{\phi_z + \sqrt{\phi_z^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} = \frac{1}{2{,}711 + \sqrt{2{,}711^2 - 0{,}4^2}} = \quad 0{,}221 \text{ [-]}$$

Součinitele C_m ekvivalentního konstantního momentu z tabulky B.3 normy ČSN EN 1993-1-1

Zatížení na daném prutu

N =	-97,486	kN
M_h =	0,1	kNm
M_s =	131,737	kNm
ψM_h =	0,1	kNm

$$\psi = \frac{yM_h}{M_h} = \frac{0{,}1}{0{,}1} = \quad 1 \text{ [-]}$$

$$\alpha_h = \frac{M_h}{M_s} = \frac{0{,}1}{131{,}737} = \quad 0{,}001 \text{ [-]}$$

Zatřídění $0 \leq \alpha_h \leq 1$, $-1 \leq \psi \leq 1$

$C_{my} = 0{,}90+0{,}10\alpha_h = 0{,}9 +0{,}10*0{,}01 = \quad 0{,}900$

Určení interakřních součinitelů k_{ij}

$$k_{yy} = min\begin{cases} C_{my}\left(1 + (\bar{\lambda}_y - 0{,}2)\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \\ \leq C_{my}\left(1 + 0{,}8\frac{N_{Ed}}{\chi_y N_{Rk}/\gamma_{M1}}\right) \end{cases} = min\begin{cases} 0{,}900\left(1 + (0{,}961 - 0{,}2)\frac{97{,}486 * 10^3}{0{,}693 * 2830750/1{,}0}\right) \\ \leq 0{,}900\left(1 + 0{,}8\frac{97{,}486 * 10^3}{0{,}693 * 2830750/1{,}0}\right) \end{cases} = \quad 0{,}934 \text{ [-]}$$

$k_{zy} = 0{,}6k_{yy} = 0{,}6*0{,}934 = \quad 0{,}560$ [-]

Podmínky prutů namáhaných na kombinaci ohybu a osového tlaku :

(6.61) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_y N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{yz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{97{,}486}{0{,}693 * 2830{,}750} + 0{,}934 * \frac{131{,}737}{1{,}000 * 438{,}180} =$$ 0,331

(6.62) $$\frac{N_{Ed}}{\frac{\chi_z N_{Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zy}\frac{M_{y,Ed}+\Delta M_{y,Ed}}{\frac{\chi_{LT} M_{y,Rk}}{\gamma_{M1}}} + k_{zz}\frac{M_{z,Ed}+\Delta M_{z,Ed}}{\frac{M_{z,Rk}}{\gamma_{M1}}} \leq 1 = \frac{97{,}486}{0{,}221 * 2830{,}750} + 0{,}560 * \frac{131{,}737}{1{,}000 * 438{,}180} =$$ 0,324

Vaznice IPE 400 Vyhovuje

Posouzení tažených a tlačených trubek

TAŽENÉ PRUTY												
Číslo prutu	Prut	$N_{ED(Tah)}$ [kN]	Profil	d [mm]	t [mm]	A [mm²]	I [mm⁴]	i [mm]	f_{yd} [Mpa]	$N_{t,Rd}$ [kN]	$N_{ed}/N_{t,Rd}$	Posouzení
68	Hlavní diagonála vazník	68,028	RO 101,6x4	101,6	4	1226,5	1,46E+06	34,54	355	435,40	0,156	Vyhovuje
65	Hlavní svislice vazník	84,323	RO 88,9x4	88,9	4	1066,9	9,63E+05	30,05	355	378,74	0,223	Vyhovuje
158	Vedlejší svislice vazník	10,664	RO 51x4	51	4	590,6	1,64E+05	16,68	355	209,67	0,051	Vyhovuje
139	Vedlejší diagonála vazník	71,953	RO 51x4	51	4	590,6	1,64E+05	16,68	355	209,67	0,343	Vyhovuje
163	Vedlejší svislice vazník nejmenší	27,508	RO 51x4	51	4	590,6	1,64E+05	16,68	355	209,67	0,131	Vyhovuje
383	Ztužení stěny delší strana spodní	59,11	RO 127x4,5	127	4,5	1731,8	3,25E+06	43,34	355	614,79	0,096	Vyhovuje
471	Ztužení stěny delší strana horní	61,346	RO 127x4,5	127	4,5	1731,8	3,25E+06	43,34	355	614,79	0,100	Vyhovuje
30	Ztužení stěny kratší strana spodní	91,884	RO 140x4,5	140	4,5	1915,6	4,40E+06	47,93	355	680,03	0,135	Vyhovuje
74	Ztužení stěny kratší strana horní	87,684	RO 140x4,5	140	4,5	1915,6	4,40E+06	47,93	355	680,03	0,13	Vyhovuje
299	Vodorovné ztužení stěny delší strana kraj	15,634	RRO 90x50x4	90	4	1010,0	1,03E+06	31,93	355	358,55	0,04	Vyhovuje
266	Vodorovné ztužení stěny delší strana střed	19,407	RRO 90x50x4	90	4	1010,0	1,03E+06	31,93	355	358,55	0,05	Vyhovuje
242	Vodorovné ztužení stěny kratší strana střed	25,878	RRO 90x50x4	90	4	1010,0	1,03E+06	31,93	355	358,55	0,07	Vyhovuje
14	Vodorovné ztužení stěny kratší strana kraj	38,34	RRO 90x50x4	90	4	1010,0	1,03E+06	31,93	355	358,55	0,11	Vyhovuje
359	Zavětrování krajní	91,655	RO 152x6,3	152	6,3	2883,7	7,67E+06	51,56	355	1023,71	0,09	Vyhovuje
457	Zavětrování v poli	87,804	RO 152x6,3	152	6,3	2883,7	7,67E+06	51,56	355	1023,71	0,09	Vyhovuje
297	Vodorovné ztužení horní pásnice vazníků krajní	102,509	RO 121x4,5	121	4,5	1647,0	2,80E+06	41,22	355	584,68	0,18	Vyhovuje
326	Vodorovné ztužení horní pásnice vazníků pole	158,338	RO 121x4,5	121	4,5	1647,0	2,80E+06	41,22	355	584,68	0,27	Vyhovuje
521	Vodorovné ztužení příhrada diagonála	41,469	RO 82,5x4	82,5	4	986,5	7,62E+05	27,79	355	350,19	0,12	Vyhovuje
520	Vodorovné ztužení příhrada vodorovná část	66,805	RO 82,5x4	82,5	4	986,5	7,62E+05	27,79	355	350,19	0,19	Vyhovuje

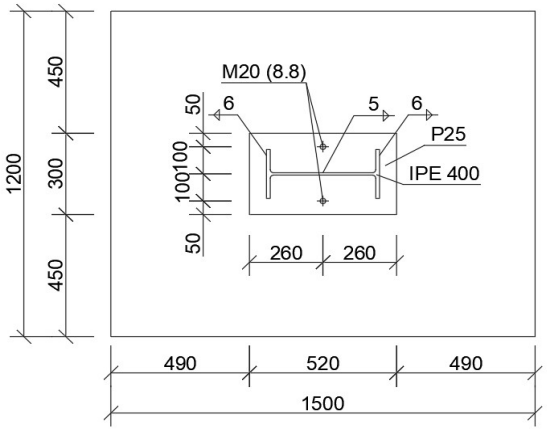
TLAČENÉ PRUTY																				
Číslo prutu	Prut	$N_{ED(Tlak)}$ [kN]	Profil	d [mm]	t [mm]	A [mm²]	I [mm⁴]	i [mm]	L_{teor} [mm]	L_{cr}/L [mm]	L_{cr} [mm]	f_{yd} [MPa]	λ_1	λ	$\overline{\lambda}$	φ	χ	$N_{b,Rd}$ [kN]	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	Posouzení
68	Hlavní diagonála vazník	145,324	RO 101,6x4	101,6	4	1226,5	1,46E+06	34,54	6108	0,5	3054	355	76,4	88,4	1,16	1,40	0,455	197,95	0,73	Vyhovuje
65	Hlavní svislice vazník	34,99	RO 88,9x4	88,9	4	1066,9	9,63E+05	30,05	2500	0,5	1250	355	76,4	41,6	0,54	0,73	0,818	309,75	0,11	Vyhovuje
161	Vedlejší svislice vazník	16,114	RO 51x4	51	4	590,6	1,64E+05	16,68	1917	0,5	958,5	235	93,9	57,5	0,61	0,79	0,778	108,02	0,15	Vyhovuje
162	Vedlejší diagonála vazník	22,052	RO 51x4	51	4	590,6	1,64E+05	16,68	5951	0,5	2975,5	355	76,4	178,4	2,34	3,75	0,150	31,38	0,70	Vyhovuje
163	Vedlejší svislice vazník nejmenší	74,701	RO 51x4	51	4	590,6	1,64E+05	16,68	1333	0,5	666,5	355	76,4	40,0	0,52	0,72	0,830	174,03	0,43	Vyhovuje
417	Ztužení stěny delší strana spodní	64,811	RO 127x4,5	127	4,5	1731,8	3,25E+06	43,34	8485	1	8485	355	76,4	195,8	2,56	4,36	0,127	77,91	0,83	Vyhovuje
470	Ztužení stěny delší strana horní	62,714	RO 127x4,5	127	4,5	1731,8	3,25E+06	43,34	8485	1	8485	355	76,4	195,8	2,56	4,36	0,127	77,91	0,80	Vyhovuje
31	Ztužení stěny kratší strana spodní	95,627	RO 140x4,5	140	4,5	1915,6	4,40E+06	47,93	8345	1	8345	355	76,4	174,1	2,28	3,60	0,156	106,28	0,90	Vyhovuje
75	Ztužení stěny kratší strana horní	84,597	RO 140x4,5	140	4,5	1915,6	4,40E+06	47,93	8285	1	8285	355	76,4	172,8	2,26	3,56	0,158	107,64	0,79	Vyhovuje
277	Vodorovné ztužení stěny delší strana kraj	9,856	RRO 90x50x4	90	4	1010,0	1,03E+06	31,93	6600	1	6600	355	76,4	206,7	2,70	4,77	0,115	41,20	0,24	Vyhovuje
265	Vodorovné ztužení stěny delší strana střed	7,223	RRO 90x50x4	90	4	1010,0	1,03E+06	31,93	6000	1	6000	355	76,4	187,9	2,46	4,08	0,136	48,93	0,15	Vyhovuje
23	Vodorovné ztužení stěny kratší strana střed	7,714	RRO 90x50x4	90	4	1010,0	1,03E+06	31,93	5800	1	5800	355	76,4	181,6	2,38	3,86	0,145	51,98	0,15	Vyhovuje
25	Vodorovné ztužení stěny kratší strana kraj	20,793	RRO 90x50x4	90	4	1010,0	1,03E+06	31,93	5800	1	5800	355	76,4	181,6	2,38	3,86	0,145	51,98	0,40	Vyhovuje
395	Zavětrování krajní	111,656	RO 152x6,3	152	6,3	2883,7	7,67E+06	51,56	8806	1	8806	355	76,4	170,8	2,24	3,50	0,162	165,50	0,67	Vyhovuje
483	Zavětrování v poli	167,672	RO 152x6,3	152	6,3	2883,7	7,67E+06	51,56	8365	1	8365	355	76,4	162,2	2,12	3,23	0,177	181,09	0,93	Vyhovuje
81	Vodorovné ztužení horní pásnice vazníků krajní	58,042	RO 121x4,5	121	4,5	1647,0	2,80E+06	41,22	6600	1	6600	355	76,4	160,1	2,10	3,16	0,181	105,82	0,55	Vyhovuje
318	Vodorovné ztužení horní pásnice vazníků pole	98,216	RO 121x4,5	121	4,5	1647,0	2,80E+06	41,22	6000	1	6000	355	76,4	145,6	1,91	2,73	0,213	124,64	0,79	Vyhovuje
522	Vodorovné ztužení příhrada diagonála	37,208	RO 82,5x4	82,5	4	986,5	7,62E+05	27,79	3560	0,707	2517,3001	355	76,4	90,6	1,19	1,44	0,441	154,35	0,24	Vyhovuje
520	Vodorovné ztužení příhrada vodorovná část	18,413	RO 82,5x4	82,5	4	986,5	7,62E+05	27,79	6000	0,707	4242,6407	355	76,4	152,7	2,00	2,94	0,197	68,82	0,27	Vyhovuje

Ověření ukotvení v patě sloupu

IPE 400

Průřezové hodnoty

h =	400,00	mm
b =	180,00	mm
t_w =	8,60	mm
t_f =	13,50	mm
A =	8 450,00	mm^2
I_y =	231 300 000,00	mm^4
I_z =	13 200 000,00	mm^4
i_y =	165,00	mm
i_z =	39,50	mm



Zatížení MSU

Sloup 12,5m

N_{tlak} =	-97,49	kN
N_{Tah} =	24,10	kN
V_{Ed} =	41,98	kN

Sloup 10,75m

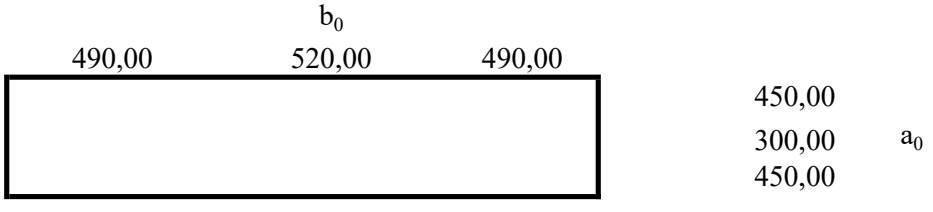
N_{Tlak} =	-213,19	kN
N_{Tah} =	39,97	kN
V_{Ed} =	28,65	kN

lávrh patky

Beton C16/20

Rozměry patky

a_c =	1 200,00	mm
b_c =	1 500,00	mm
h =	800,00	mm



Návrh kotvení
Návrh šroubů 2xM20 8.8

d = 20,00 mm
f_u = 490,00 MPa
f_{yd} = 640,00 MPa
A = 245,00 mm^2
A_s = 245,00 mm^2

Návrh kotevního plechu : P25-520X300

t_p = 25,00 mm
f_{yd} = 355,00 Mpa

Podbetonování kotevního plechu

h_p = 30,00 mm

Minimální hloubka zabetonování kotev

$F = N_{tah,max} * 0,5 = 39,971 * 0,5 =$ 19,99 kN

f_{td} = 0,79 Mpa

$$h \geq \frac{0,2F}{\pi D f_{td}} = \frac{0,2 * 19,986}{3,142 * 20 * 0,79} =$$ 80,53 mm

Navržená hloubka zabetonování kotev

h = 150,00 mm

Započitatelné rozměry betonové patky

$a_1 = \min(3*a_0 , a_0 + h, a_c) = \min(3*300, 300+800, 1200) =$ 900,00 mm
$b_1 = \min(3*b_0 , b_0 + h, b_c) = \min(3*520, 520+800, 1500) =$ 1 320,00 mm

součinitel koncentrace napětí

$$k_j = \sqrt{\frac{a_1 * b_1}{a_0 * b_0}} = \sqrt{\frac{900 * 1320}{300 * 520}} =$$ 2,76

návrhová pevnost betonu

$$f_{jd} = \frac{\beta_j * k_j * f_{ck}}{\gamma_c} = \frac{2}{3} * \frac{2,760 * 16}{1,5} =$$ 19,62 Mpa

Účinná šířka patní desky

$$c = t_p * \sqrt{\frac{f_{yd}}{3f_{jd}}} = 25 * \sqrt{\frac{355}{3 * 19{,}624}} = \quad 61{,}39 \text{ mm}$$

Efektivní plocha

A_{eff} = (400+2*58,88)(180+2*58,88)-(180-8,6)(400-2*13,5-2*58,88)= ######## mm^2

$N_{Rd} = A_{eff} * f_{jd}$ = 115 400,8 * 19,624*10^{-3} = 2 264,60 kN

N_{Rd} > N_{Ed} = -213,19 kN

Posouzení únosnosti ve smyku, nejnepříznivější kombinace zatížení

N_{Ed} = -97,49 kN
V_{Ed} = 41,98 kN

Součinitel tření mezi ocelí a cemento-pískovou maltou

C_{fd} = 0,20

Přebytek síly po odečtení účinku tření

$F_{v,Ed} = V_{Ed} - |N_{Ed}| * C_{fd}$ = 22,48 kN

Hodnoty šroubovaného spoje pro šrouby M20 8.8

d_0 =	20,00 mm	d =	20,00 mm
e_1 =	50,00 mm	f_u =	490,00 MPa
p_1 =	70,00 mm	f_{yd} =	640,00 Mpa
e_2 =	50,00 mm	A =	245,00 mm^2
p_2 =	70,00 mm	A_s =	245,00 mm^2

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{50}{3 * 20} = \quad 0{,}83 \text{ mm}$$

Posouzení šroubovaného spoje na jednostřižný smyk

α_v = 0,60
f_{ub} = 800,00 Mpa
A = 245,00 mm^2
γ_{m2} = 1,25

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0{,}6 * 800 * 245 * 10^{-3}}{1{,}25} = \quad 94{,}08 \text{ kN}$$

Posouzení šroubovaného spoje na otlačení

k_1 = min (2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5) = min (2,8*50/22 - 1,7 ; 2,5) = 2,50

α_b = min (α_d ; f_{ub}/f_u ; 1,0) = min (0,833 ; 490/640 ; 1,0) = 0,83

f_u = 490,00 MPa

d = 20,00 mm

t_p = 25,00 mm

γ_{m2} = 1,25

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2,5 * 0,833 * 490 * 20 * 25}{1,25} = 408,33 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 408,33 \text{ kN} \leq 1,5 * \frac{f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = 1,5 * \frac{490 * 20 * 25}{1,25} = 294,00 \text{ kN}$$

$F_{b,Rd}$ = 294,00 kN > V_{Ed} = 41,98 kN

Přípoj vyhovuje na otlačení

Posouzení šroubovaného spoje na porušení v tahu

k_2 = 0,90

f_{ub} = 800,00 MPa

A_s = 245,00 mm^2

γ_{m2} = 1,25

$$F_{t,Rd} = \frac{k_2 * f_{ub} * A_S}{\gamma_{M2}} = \frac{0,9 * 800 * 245 * 10^{-3}}{1,25} = 141,12 \text{ kN}$$

$F_{t,Rd}$ = 141,12 kN > $N_{Ed(TAH)}$ = 39,97 kN

Spoj vyhovuje

Návrh smykové zarážky IPE 100

$A_{v,z}$ = 1 030,00 mm^2

$W_{pl,y}$ = 39 400,00 mm^3

$$h > \frac{F_{v,Ed}}{b * \frac{f_{ck}}{\gamma_c}} = \frac{22{,}481 * 10^3}{100 * \frac{16}{1{,}5}} =$$ 21,08 mm

h = 50,00 mm

Posouzení zarážky na smyk

$$V_{Rd} = \frac{A_{vz} * f_y}{\sqrt{3} * \gamma_{M0}} = \frac{1030 * 355 * 10^3}{\sqrt{3} * 1{,}0} =$$ 211,11 kN > V_{Ed} = 41,98 kN

$0{,}5V_{Ed}$ = 0,5*211,108 = 105,55 kN > Ved = 41,98 kN (malý smyk)

Ohyb

$M_{pl,Rd}$ = $W_{pl,y}*f_y$ = 39400*355 = 13,99 kNm

$M_{pl,Rd} > M_{Ed} = F_{v,Ed}$ * e = 22,4804 * 10^3 * (30+50/2) = 1,24 kNm

Zarážka vyhoví

Nárh koutového svaru 2x a= 3mm délka L_{we} = 74 mm
Návrhová pevnost svaru namáhaného smykem, ohyb zanedbaný

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490}{\sqrt{3} * 0{,}9 * 1{,}25} =$$ 251,47 MPa

$F_{w,Rd}$ = 2 a L_{we} $f_{vw,d}$ = 2*3*74*251,468 = 111,65 kN > V_{Ed} = 41,98 kN

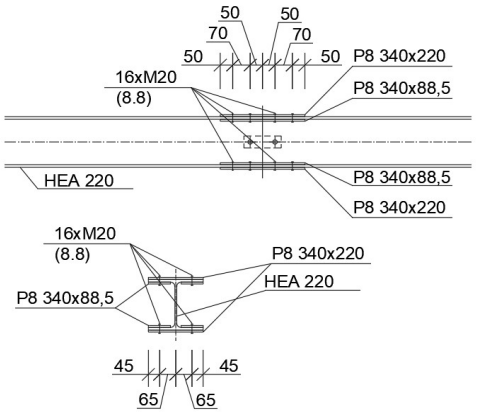
Svar zarážky vyhoví.

Název : Posouzení spoje na spodní pásnici HEA 220

Zatížení :

N_d = 709,768 kN

Hodnoty šroubovaného spoje pro šrouby M20 8.8



d_0 =	22,00 mm	d =	20,00 mm
e_1 =	50,00 mm	f_u =	490,00 MPa
p_1 =	70,00 mm	f_{yd} =	640,00 MPa
e_2 =	50,00 mm	A =	245,00 mm^2
p_2 =	70,00 mm	A_s =	245,00 mm2

1) Posouzení šroubovaného spoje na dvoustřižný smyk

α_v = 0,60
f_{ub} = 800,00 MPa
A = 245,00 mm^2
γ_{M2} = 1,25

$$F_{v,Rd} = \frac{2 * \alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{2 * 0{,}6 * 800 * 245 * 10^{-3}}{1{,}25} = \quad 188{,}16 \text{ kN}$$

Počet šroubů :

$$n = \frac{N_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{709{,}768}{188{,}16} = \quad 3{,}7721514$$

Z důvodů konstrukčních zásad n = 8

$F_{v,Rd}$ = 8*188,16 = 1505,28 kN > N_{Ed} = 709,768

2) Posouzení šroubovaného spoje na otlačení

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{50}{3 * 20} = \quad 0{,}76 \text{ mm}$$

k_1 = min (2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5) = min (2,8*50/22 - 1,7 ; 2,5) = 2,50
α_b = min (α_d ; f_{ub}/f_u ; 1,0) = min (0,833 ; 490/640 ; 1,0) = 0,76
f_u = 490,00 MPa
d = 20,00 mm
t_p = 11,00 mm
γ_{m2} = 1,25

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2{,}5 * 0{,}833 * 490 * 20 * 25}{1{,}25} = \quad 163{,}33 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = \quad 163{,}33 \text{ kN} \leq 1{,}5 * \frac{f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = 1{,}5 * \frac{490 * 20 * 25}{1{,}25} = \quad 129{,}36 \text{ kN}$$

$F_{b,Rd}$ = 1 034,88 kN > N_{Ed} = 709,77 kN

Přípoj vyhovuje na otlačení

3) Posouzení oslabeného průřezu

A_{nt} = 2*11*34 = 748 mm^2

A_{nv} = 2*(39+48)*11= 1914 mm^2

$V_{eff,Rd} = \left[490 * 858 * \frac{1}{1,25} + 355 * \frac{1}{\sqrt{3}} * 1914\right] * 10^{-3} =$ 728,628 kN > N_{Ed} = 709,77 kN

Oslabený průřez vyhovuje

4) Posouzení příložek

$$F_{b,Rd} = 2 * 0,9 * \left(A_{eff1} + A_{eff2}\right) * \frac{f_u}{\gamma_{M2}} = 0,9 * 2 * [(220 - 2 * 22) * 8 + (88,5 - 22) * 8] * \frac{490}{1,25} =$$

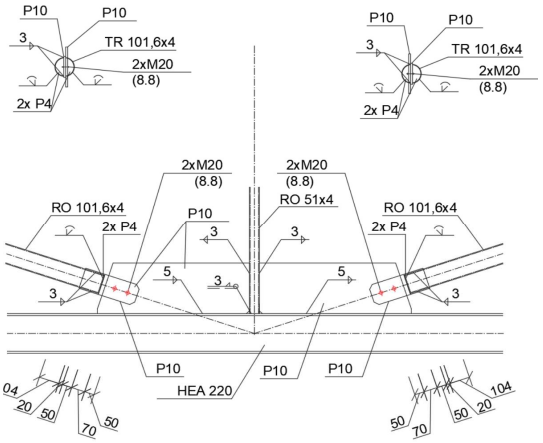
$F_{b,Rd}$ = 1368,864 kN > N_{Ed} = 709,77 kN

5) Styk stojiny -> KONSTRUKČNĚ

Název : Posouzení spoje příčného ztužení v napojení na horní pásnici RO84

Zatížení :

N_d = 167 kN



Hodnoty šroubovaného spoje pro šrouby M20 8.8

d_0 =	22,00 mm	d =	20,00 mm
e_1 =	50,00 mm	f_u =	490,00 MPa
p_1 =	70,00 mm	f_{yd} =	640,00 MPa
e_2 =	50,00 mm	A =	245,00 mm^2
p_2 =	70,00 mm	A_s =	245,00 mm^2

1) Posouzení šroubovaného spoje na jednostřižný smyk

α_v = 0,60
f_{ub} = 800,00 MPa
A = 245,00 mm^2
γ_{M2} = 1,25

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0{,}6 * 800 * 245 * 10^{-3}}{1{,}25} = 94{,}08 \text{ kN}$$

Počet šroubů :

$$n = \frac{N_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{167}{94{,}08} = 1{,}775085$$

Navržený počet šroubů 2

$F_{v,Rd}$ = 2*94,08 = 188,16 kN > N_{Ed} = 167

2) Posouzení šroubovaného spoje na otlačení

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{50}{3 * 22} = 0{,}758 \text{ mm}$$

k_1 = min (2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5) = min (2,8*50/22 - 1,7 ; 2,5) = 2,50
α_b = min (α_d ; f_{ub}/f_u ; 1,0) = min (0,758 ; 490/640 ; 1,0) = 0,8
f_u = 490,00 MPa
d = 20,00 mm
t_p = 10,00 mm
γ_{m2} = 1,25

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2{,}5 * 0{,}833 * 490 * 20 * 10}{1{,}25} = 148{,}48 \text{ kN}$$

$$F_{b,Rd} = 148{,}48 \text{ kN} \leq 1{,}5 * \frac{f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = 1{,}5 * \frac{490 * 20 * 10}{1{,}25} = 117{,}60 \text{ kN}$$

$F_{b,Rd}$ = 235,20 kN > N_{Ed} = 167,00 kN

Přípoj vyhovuje na otlačení

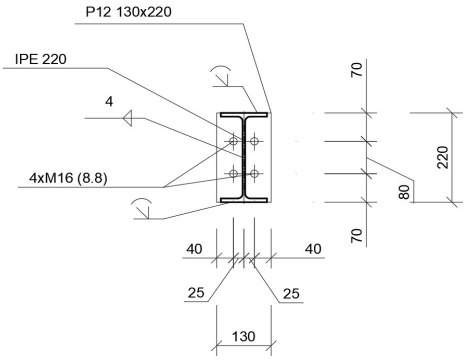
3) Nárh koutového svaru 2x a= 3mm délka L_{we} = 180 mm

$$f_{vw,d} = \frac{f_u}{\sqrt{3} * \beta_w * \gamma_{M2}} = \frac{490}{\sqrt{3} * 0{,}9 * 1{,}25} =$$ 251,47 MPa

$F_{w,Rd}$ = 2 a L_{we} $f_{vw,d}$ = 2*3*180*251,468 = 271,59 kN > V_{Ed} = 167,00 kN

Svar ztužení vyhoví.

Název : Posouzení spoje čelní desky IPE 220



Zatížení :

$N_{d(tlak)}$ = 596,037 kN
$N_{d(tah)}$ = 252,253 kN
M_{Ed} = 3,7 kNm
V_{Ed} = 20,908 kN

Hodnoty šroubovaného spoje pro šrouby M16 8.8

d_0 =	18,00 mm	d =	16,00 mm
e_1 =	40,00 mm	f_u =	490,00 MPa
p_1 =	50,00 mm	f_{yd} =	640,00 MPa
e_2 =	70,00 mm	A =	157,00 mm^2
p_2 =	80,00 mm	A_s =	157,00 mm^2

1) Tlak přenášen kontaktem čelních desek

ab) Posouzení šroubovaného spoje na porušení v tahu

k_2 = 0,90
f_{ub} = 800,00 MPa
A_s = 157,00 mm^2
γ_{m2} = 1,25
n = 4

$$F_{t,Rd} = \frac{n * k_2 * f_{ub} * A_S}{\gamma_{M2}} = \frac{4 * 0{,}9 * 800 * 157 * 10^{-3}}{1{,}25} = 361{,}73 \text{ kN}$$

$F_{t,Rd}$ = 361,73 kN > $N_{Ed(TAH)}$ = 252,25 kN

Spoj vyhovuje

2) Posouzení šroubovaného spoje na jednostřižný smyk

α_v = 0,60
f_{ub} = 800,00 MPa
A = 157,00 mm^2
γ_{M2} = 1,25

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0{,}6 * 800 * 157 * 10^{-3}}{1{,}25} = 60{,}29 \text{ kN}$$

Počet šroubů :

$$n = \frac{V_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{20{,}908}{60{,}29} = 0{,}346802$$

Navržený počet šroubů 4

$F_{v,Rd}$ = 2*60,29 = 241,152 kN > N_{Ed} = 20,908 kN

2) Posouzení šroubovaného spoje na otlačení

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{70}{3 * 18} = 1{,}296 \text{ mm}$$

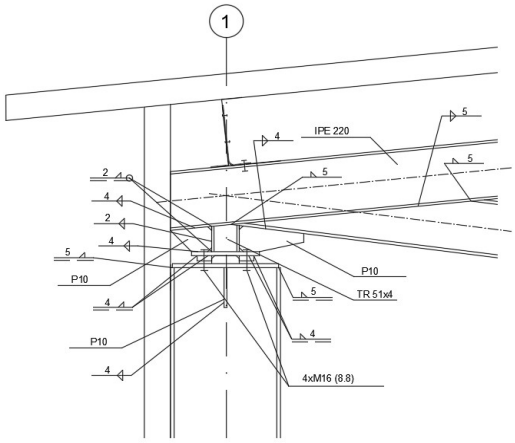
k_1 = min (2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5) = min (2,8*40/18 - 1,7 ; 2,5) = 2,50
α_b = min (α_d ; f_{ub}/f_u ; 1,0) = min (1,296 ; 800/490 ; 1,0) = 1,0
f_u = 490,00 MPa
d = 16,00 mm
t_p = 12,00 mm
γ_{m2} = 1,25

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2{,}5 * 1{,}0 * 490 * 16 * 12}{1{,}25} = 188{,}16 \text{ kN}$$

$F_{b,Rd}$ = 752,64 kN > N_{Ed} = 20,91 kN

Přípoj vyhovuje na otlačení

Název : Posouzení spoje vazníku a sloupu IPE 400



Zatížení :

$N_{d(tlak)}$ = 195,996 kN
$N_{d(tah)}$ = 68,88 kN
M_{Ed} = 0 kNm
V_{Ed} = 45,598 kN

Hodnoty šroubovaného spoje pro šrouby M16 8.8

d_0 =	18,00 mm	d =	16,00 mm
e_1 =	50,00 mm	f_u =	490,00 MPa
p_1 =	70,00 mm	f_{yd} =	640,00 MPa
e_2 =	50,00 mm	A =	157,00 mm^2
p_2 =	70,00 mm	A_s =	157,00 mm^2

1) Tlak přenášen kontaktem čelních desek

ab) Posouzení šroubovaného spoje na porušení v tahu

k_2 = 0,90
f_{ub} = 800,00 MPa
A_s = 157,00 mm^2
γ_{m2} = 1,25
n = 4

$$F_{t,Rd} = \frac{n * k_2 * f_{ub} * A_S}{\gamma_{M2}} = \frac{4 * 0{,}9 * 800 * 157 * 10^{-3}}{1{,}25} = 361{,}73 \text{ kN}$$

$F_{t,Rd}$ = 361,73 kN > $N_{Ed(TAH)}$ = 68,88 kN
Spoj vyhovuje

2) Posouzení šroubovaného spoje na jednostřižný smyk

α_v = 0,60
f_{ub} = 800,00 MPa
A = 157,00 mm^2
γ_{M2} = 1,25

$$F_{v,Rd} = \frac{\alpha_v * f_{ub} * A}{\gamma_{M2}} = \frac{0{,}6 * 800 * 157 * 10^{-3}}{1{,}25} = 60{,}29 \text{ kN}$$

Počet šroubů :

$$n = \frac{V_{Ed}}{F_{v,Rd}} = \frac{45{,}598}{60{,}29} = 0{,}7563363$$

Navržený počet šroubů 4

$F_{v,Rd}$ = 2*60,29 = 241,152 kN > N_{Ed} = 45,598 kN

2) Posouzení šroubovaného spoje na otlačení

$$\alpha_d = \frac{e_1}{3d_0} = \frac{50}{3 * 18} = 0{,}926 \text{ mm}$$

k_1 = min (2,8e_2/d_0-1,7 ; 2,5) = min (2,8*40/18 - 1,7 ; 2,5) = 2,50

α_b = min (α_d ; f_{ub}/f_u ; 1,0) = min (0,926 ; 800/490 ; 1,0) = 0,926

f_u = 490,00 MPa

d = 16,00 mm

t_p = 15,00 mm

γ_{m2} = 1,25

$$F_{b,Rd} = \frac{k_1 * \alpha_b * f_u * d * t}{\gamma_{M2}} = \frac{2{,}5 * 0{,}926 * 490 * 16 * 15}{1{,}25} = 217{,}78 \text{ kN}$$

$F_{b,Rd}$ = 871,11 kN > N_{Ed} = 45,60 kN

Přípoj vyhovuje na otlačení

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí

Bakalářská práce

Ocelová hala v Praze

Výkresy

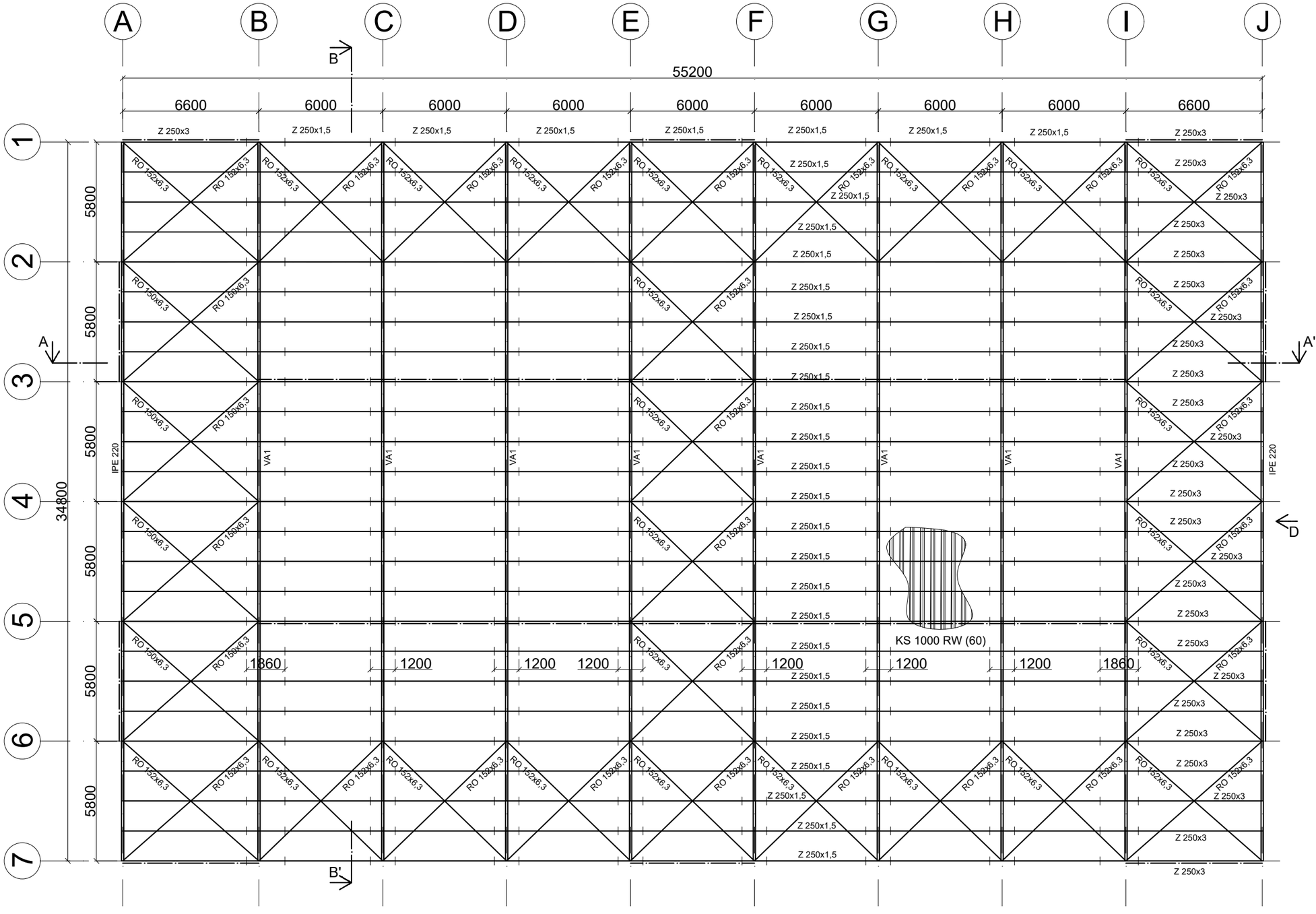
Vypracoval: Tadeáš Zeman

Studijní program: Stavební inženýrství

Studijní obor: Konstrukce a dopravní stavby

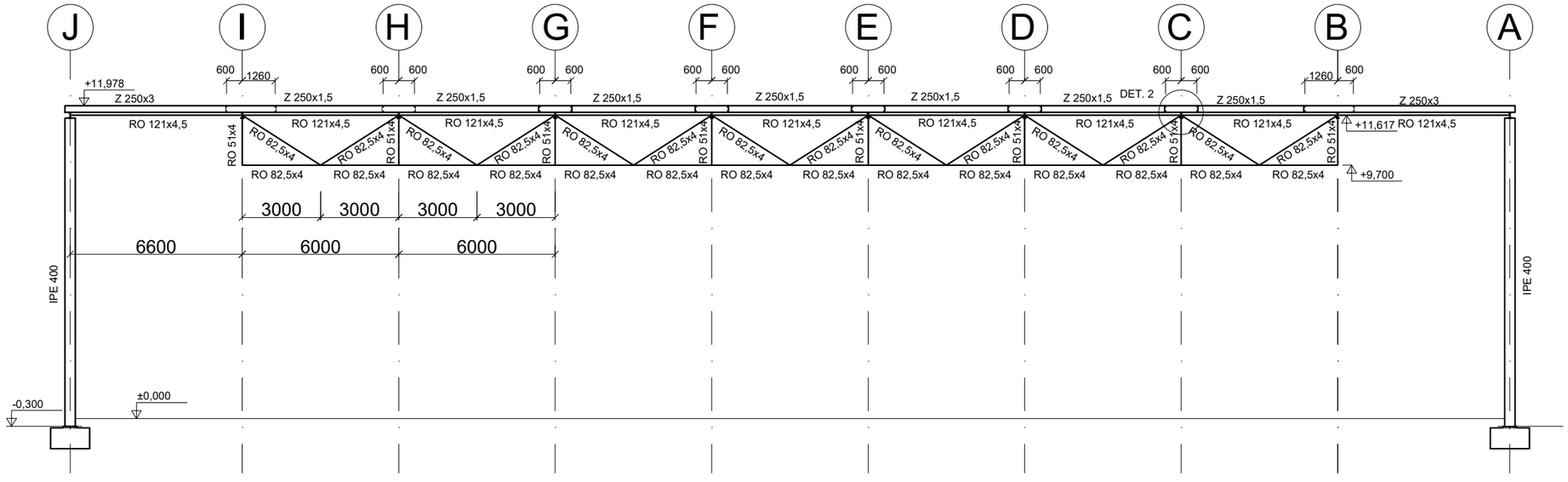
Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. Jakub Dolejš

Chomutov 2021

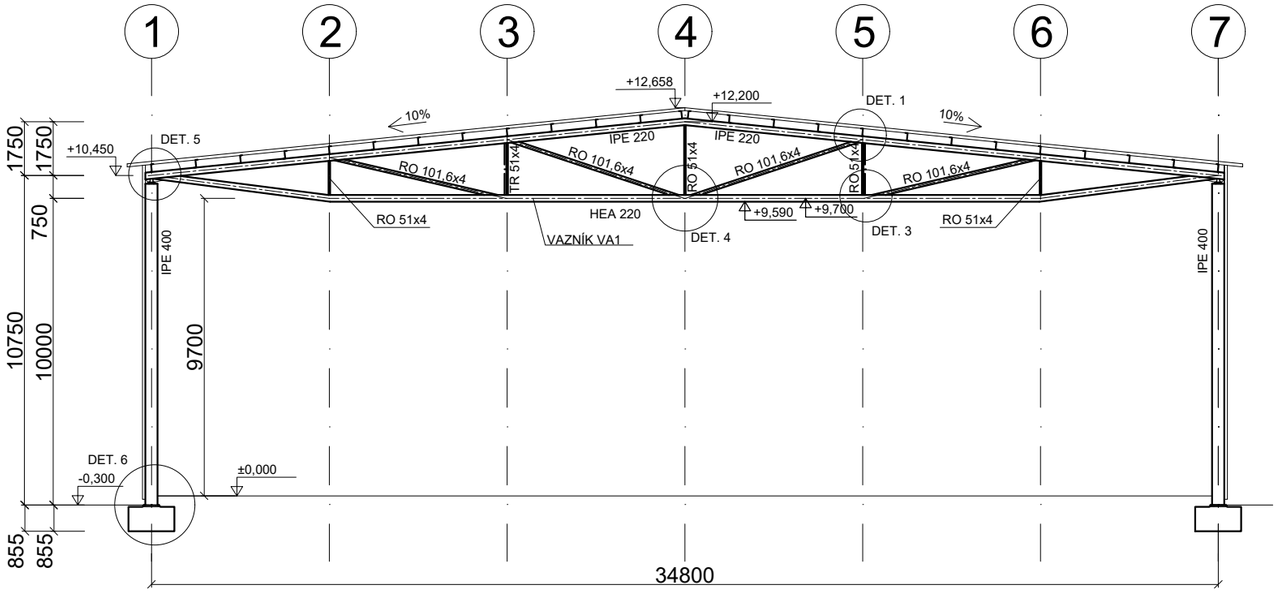


Zpracoval:	Vedoucí práce:	Školní rok:	Fakulta stavební ČVUT
Tadeáš Zeman	doc. Dr. Ing. J. Dolejš	2020/2021	
Katedra:	K134		
Název:	Bakalářská práce - výkresová část	Datum:	05/2021
		Měřítko:	1:200
		Číslo výkresu:	1
Název výkresu:	Půdorys		

ŘEZ A-A'

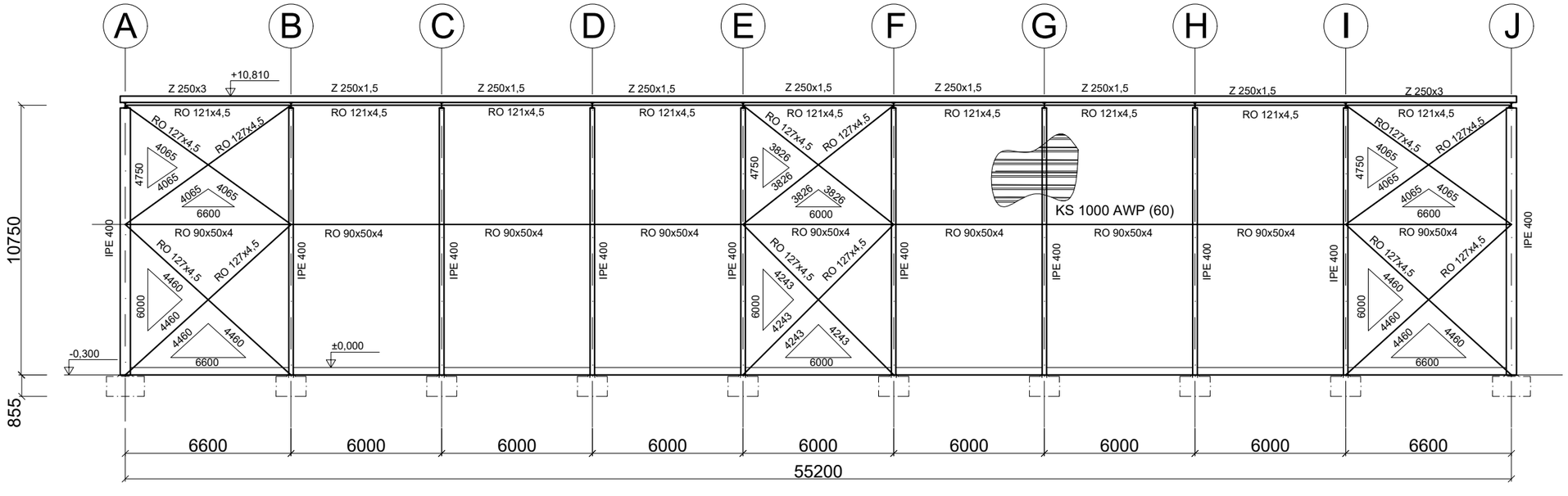


ŘEZ B-B'

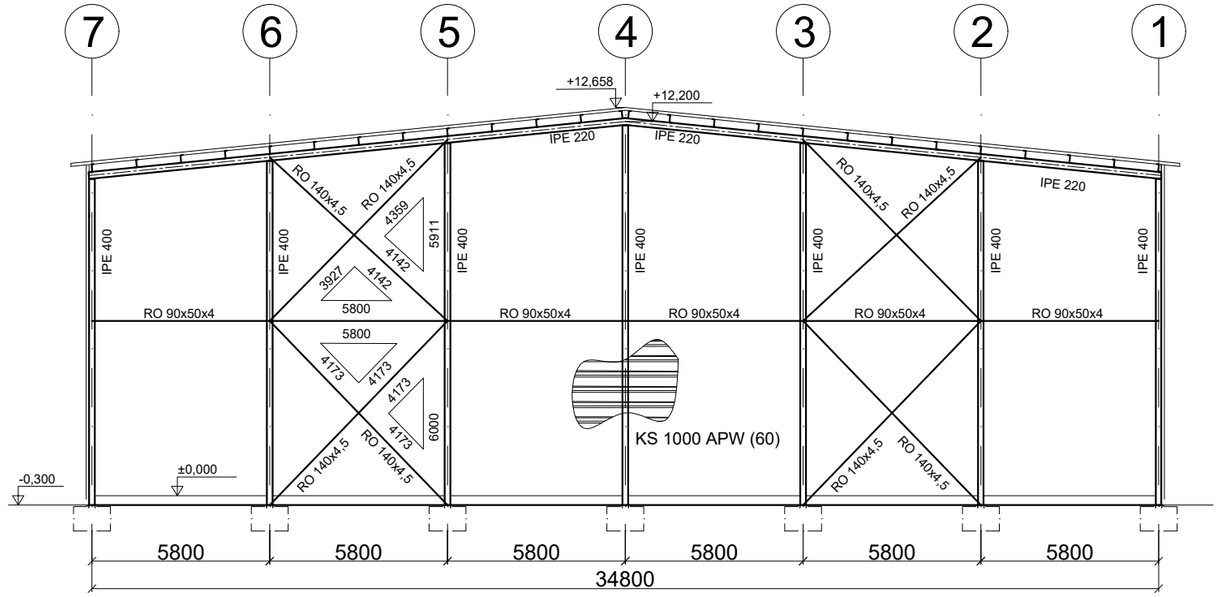


Zpracoval: Tadeáš Zeman	Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. J. Dolejš	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K134			
Název: Bakalářská práce - výkresová část		Datum:	05/2021
		Měřítko:	1:200
		Číslo výkresu:	2
Název výkresu: Řezy A-A' a B-B'			

POHLED C

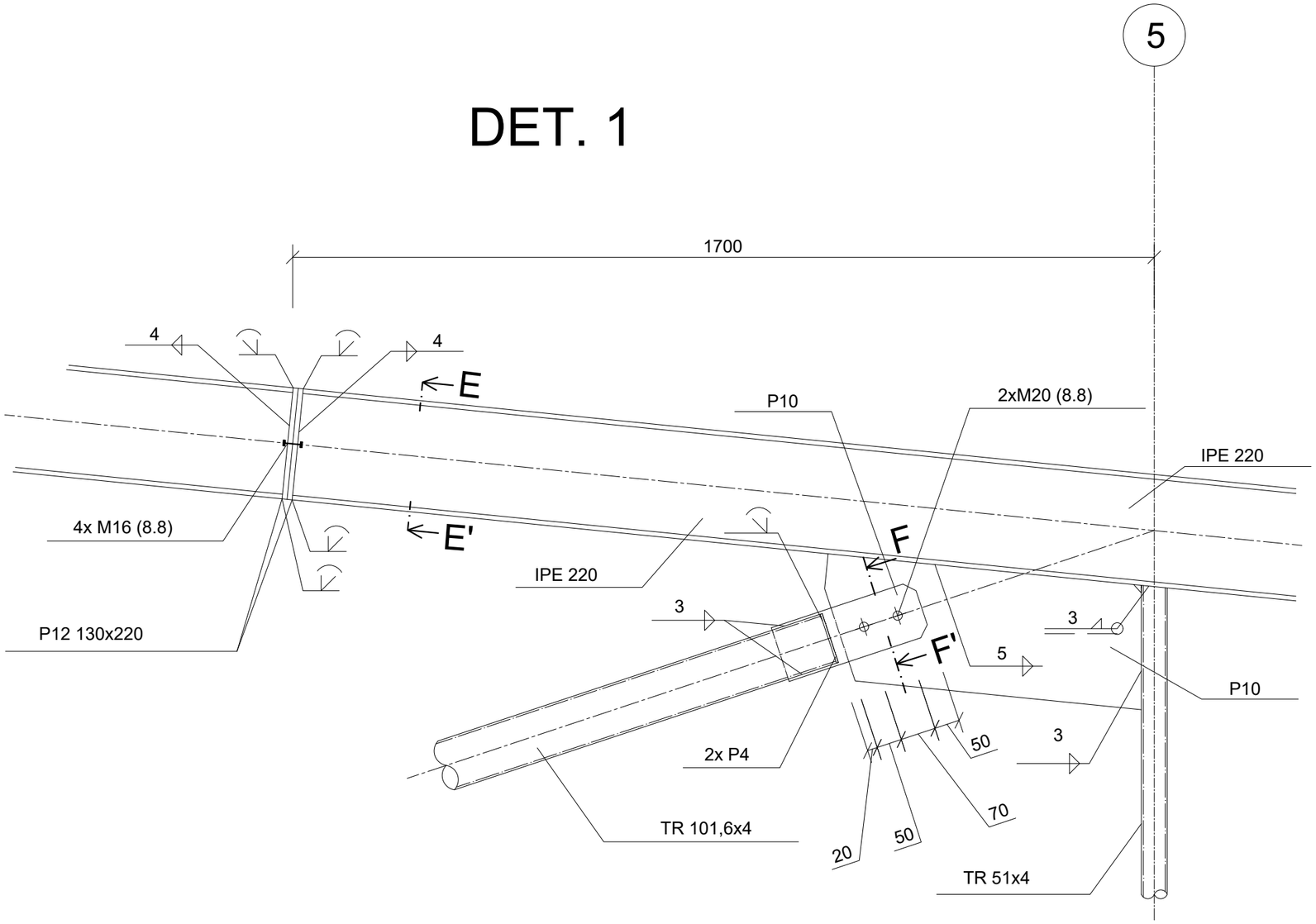


POHLED D

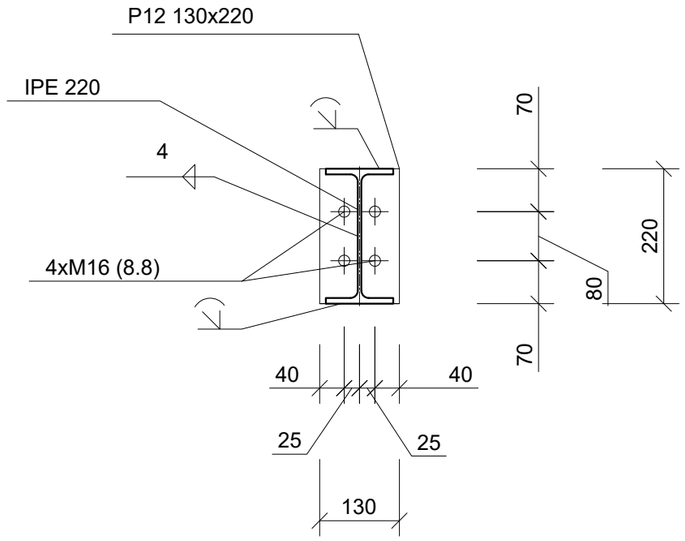


Zpracoval:	Vedoucí práce:	Školní rok:	Fakulta stavební ČVUT
Tadeáš Zeman	doc. Dr. Ing. J. Dolejš	2020/2021	
Katedra:	K134		
Název: Bakalářská práce - výkresová část		Datum:	05/2021
		Měřítko:	1:200
		Číslo výkresu:	3
Název výkresu: Pohledy C a D			

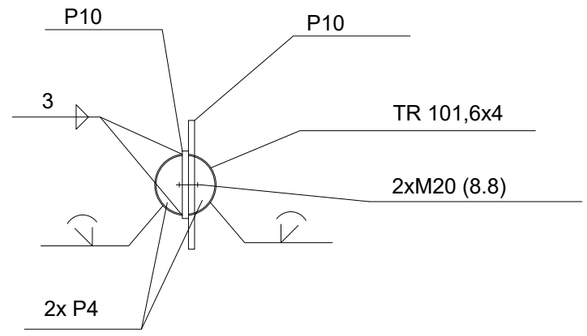
DET. 1



ŘEZ E-E'

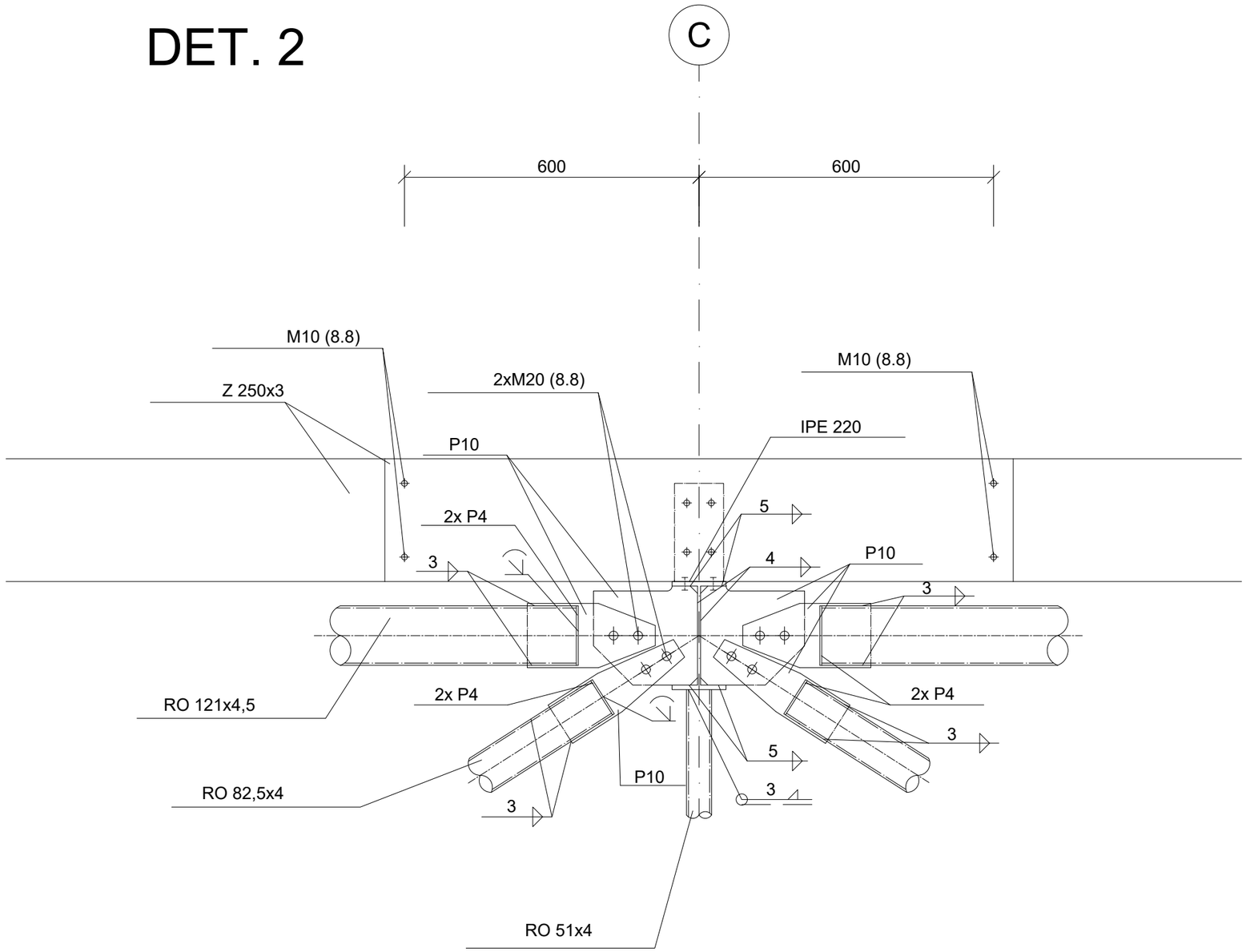


ŘEZ F-F'



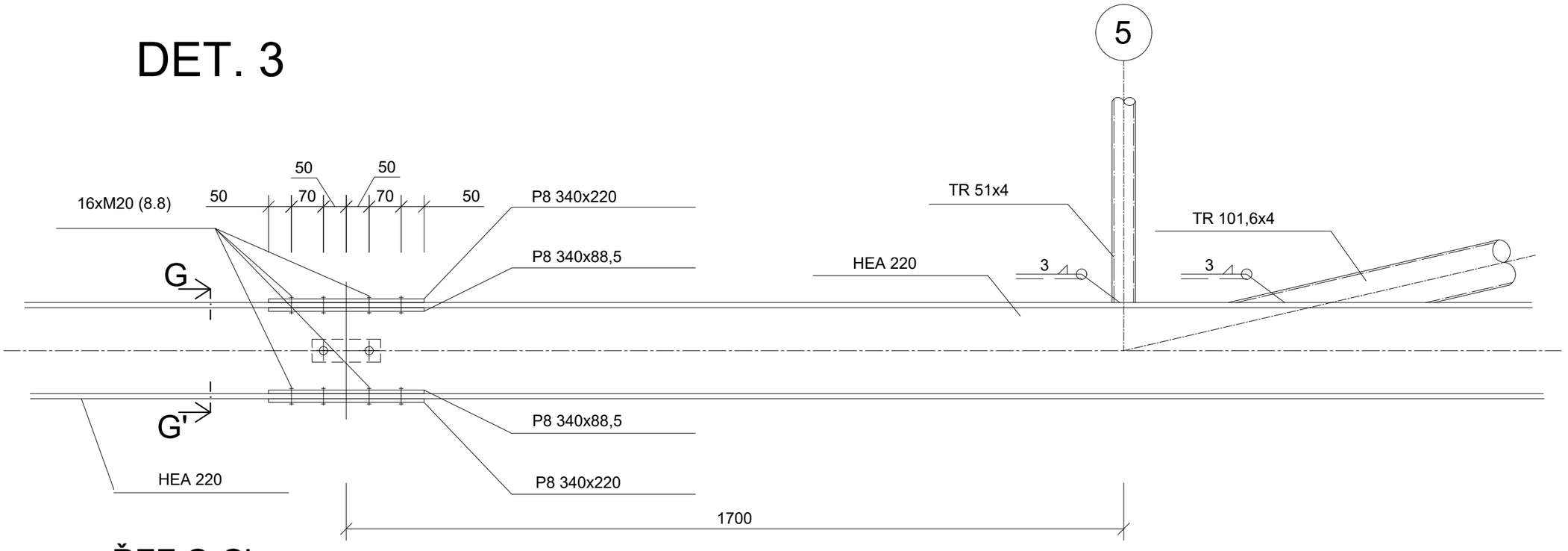
Zpracoval: Tadeáš Zeman	Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. J. Dolejš	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K134			
Název: Bakalářská práce - výkresová část		Datum:	05/2021
		Měřítko:	1:10
		Číslo výkresu:	4
Název výkresu: Detail 1			

DET. 2

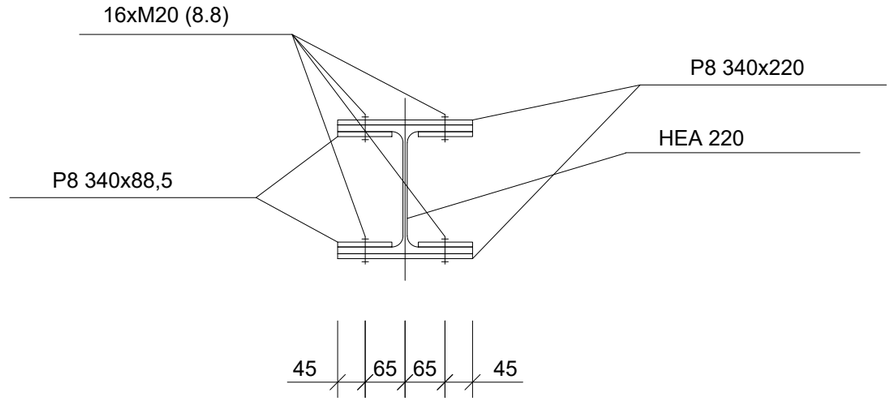


Zpracoval: Tadeáš Zeman	Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. J. Dolejš	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K134			
Název: Bakalářská práce - výkresová část		Datum:	05/2021
		Měřítko:	1:10
		Číslo výkresu:	5
Název výkresu: Detail 2			

DET. 3

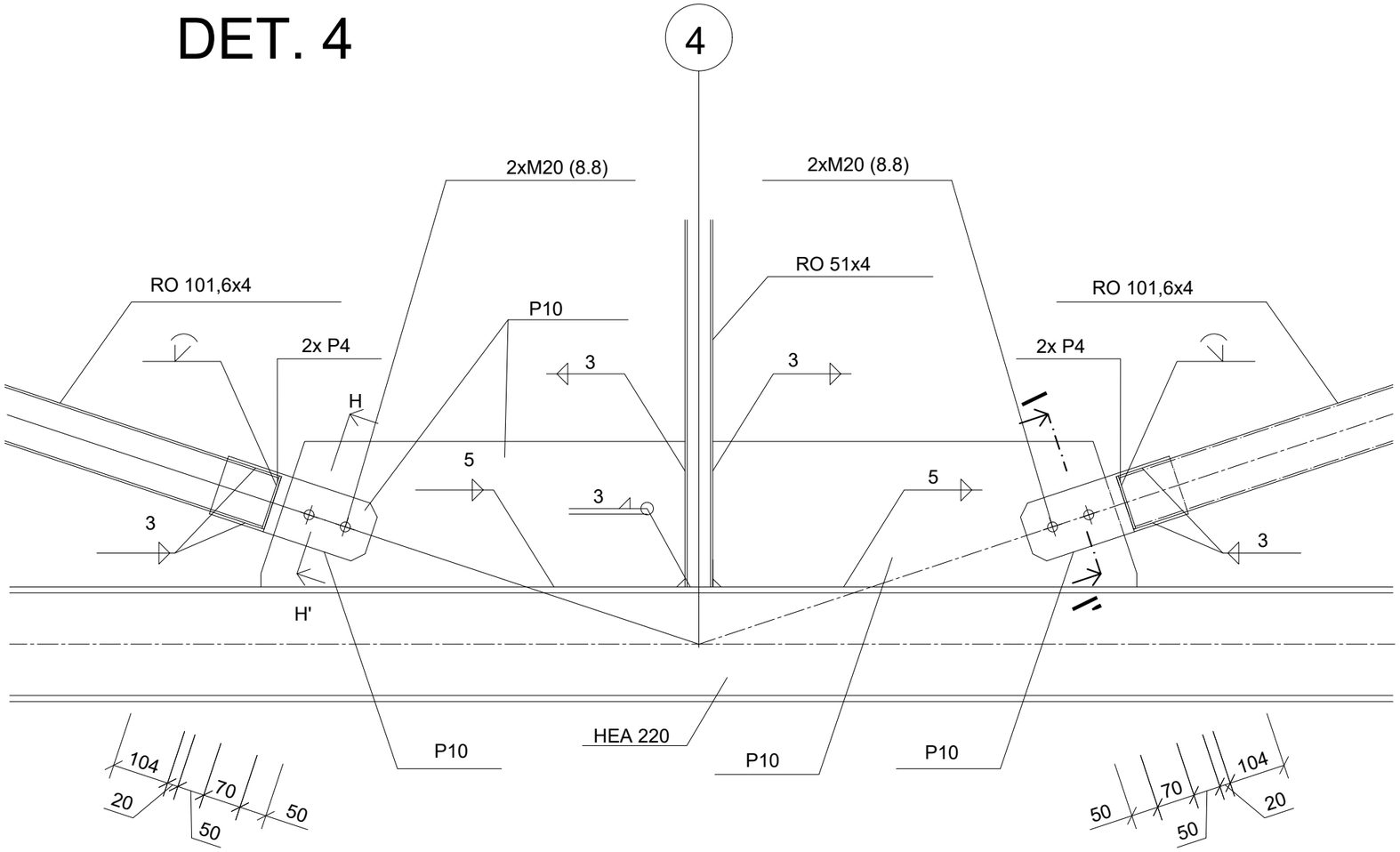


ŘEZ G-G'

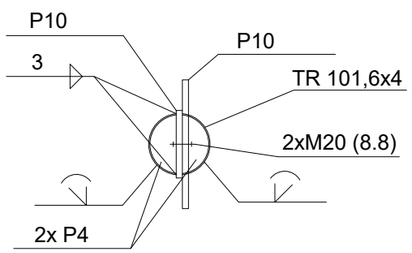


Zpracoval: Tadeáš Zeman	Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. J. Dolejš	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K134			
Název: Bakalářská práce - výkresová část		Datum:	05/2021
		Měřítko:	1:10
		Číslo výkresu:	6
Název výkresu: Detail 3			

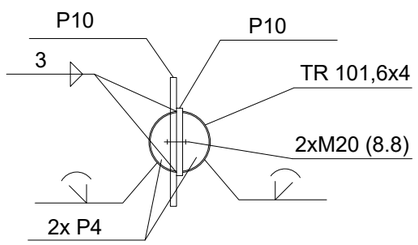
DET. 4



ŘEZ H-H'

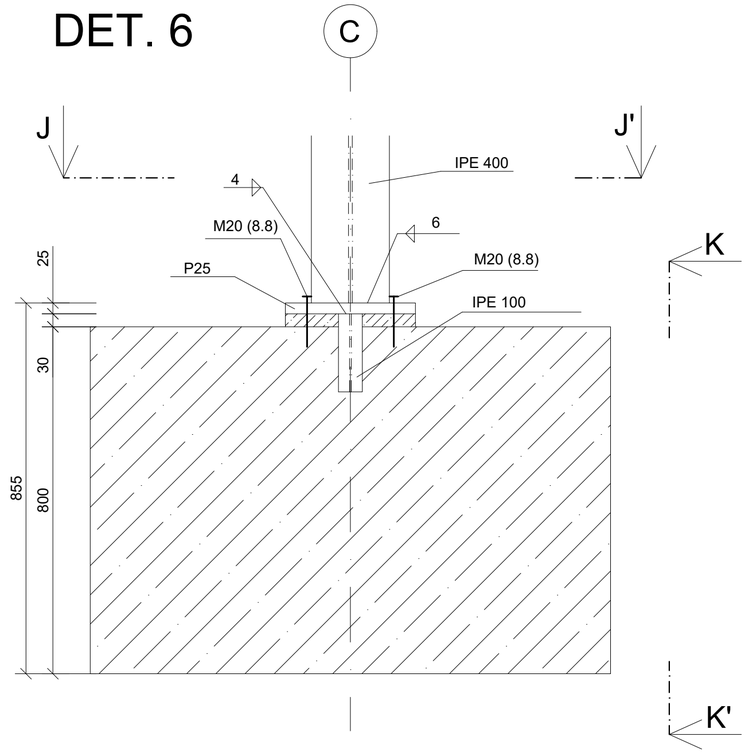


ŘEZ I-I'

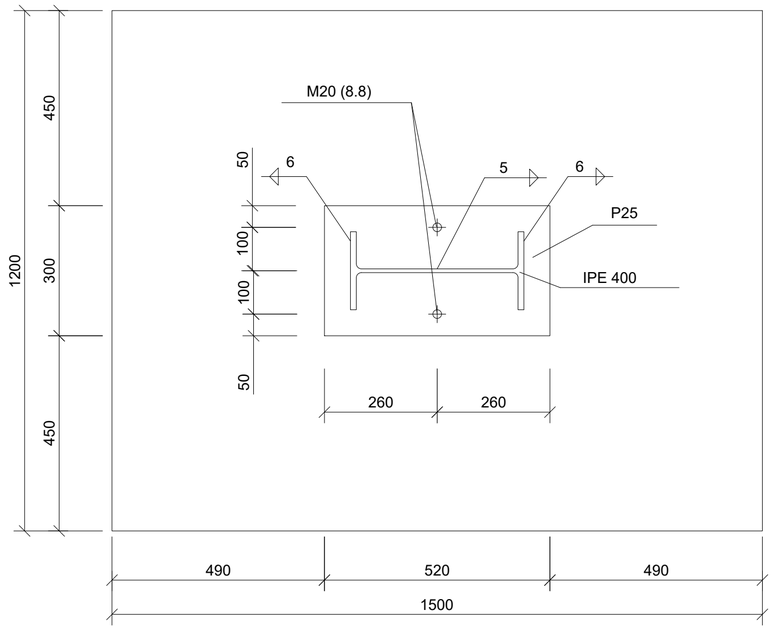


Zpracoval: Tadeáš Zeman	Vedoucí práce: doc. Dr. Ing. J. Dolejš	Školní rok: 2020/2021	Fakulta stavební ČVUT
Katedra: K134			
Název: Bakalářská práce - výkresová část		Datum:	05/2021
		Měřítko:	1:10
		Číslo výkresu:	7
Název výkresu: Detail 4			

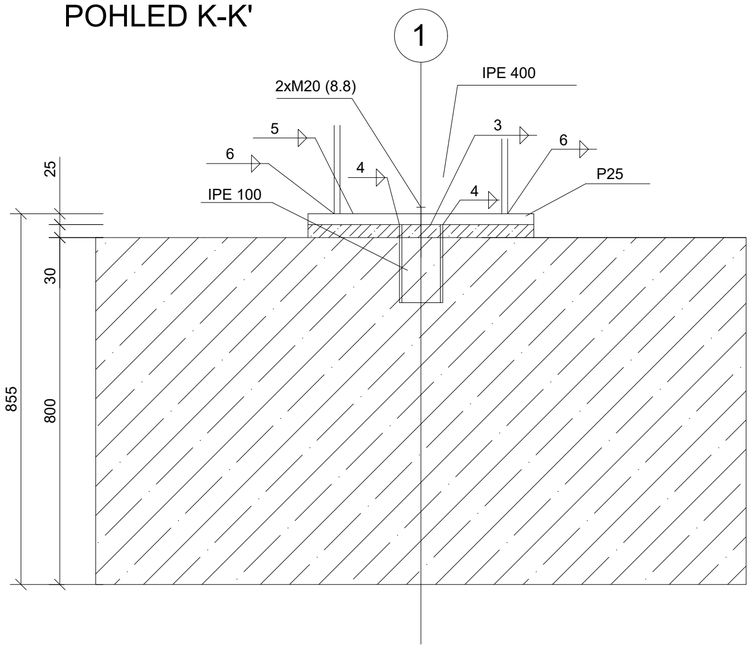
DET. 6



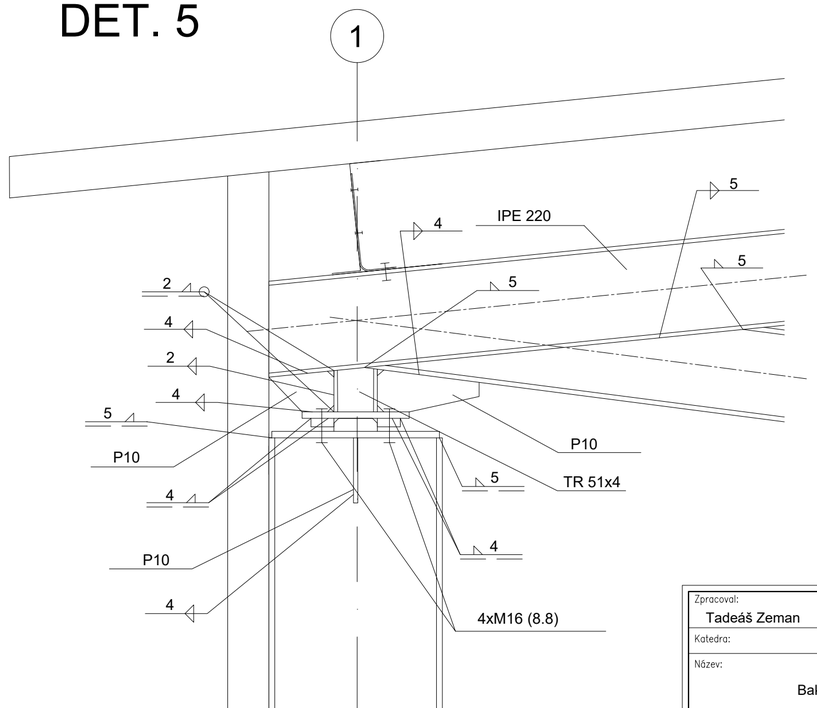
ŘEZ J-J'



POHLED K-K'



DET. 5



Zpracoval:	Vedoucí práce:	Školní rok:	Fakulta stavební ČVUT
Tadeáš Zeman	doc. Dr. Ing. J. Dolejš	2020/2021	
Katedra:	K134		
Název:	Bakalářská práce - výkresová část	Datum:	05/2021
		Měřítko:	1:10
		Číslo výkresu:	8
Název výkresu:	Detail 5 a 6		

Obsah

I. Technická zpráva
II. Statický posudek
III. Výkresy
    1. Půdorys
    2. Řezy A-A‘ a B-B‘
    3. Pohledy C a D
    4. Detail 1
    5. Detail 2
    6. Detail 3
    7. Detail 4
    8. Detail 5 a 6