

akce:

Rekonstrukce střech nad vstupní halou a studovnou

místo stavby:

budova 04, ul. Hněvotínská, Olomouc; parc. č. 1218/1, 1218/2, k.ú. Nová Ulice



předmět:

d.1.2 01 **SP nosných konstrukcí**

zakázka:

22 029

datum:

08 / 2022

objednatel:

Univerzita Palackého v Olomouci | 61985992

rektorát, Křížkovského 8, 771 47 Olomouc

GP:

Hexaplan International spol. s r.o.

Jílkova 1537/124, Židenice, 615 00 Brno

zodpovědný projektant: Ing. arch. Josef Pálka

zhotovitel:



LOstade CZ s.r.o.

Na Burni 1497/39, 710 00 Ostrava
www.lostade.cz

autor: **Ing. Jan Lukáš**

jan.lukas@lostade.cz

+420 724 791 227

podpis:

autorizace:



obsah:

1	úvod, obecný popis úkolu a cíle	3
1.1	identifikační údaje stavby	3
1.2	podklady	4
1.3	technické normy a odborná literatura	4
1.4	statické výpočty, software	4
1.5	stabilita konstrukcí	5
1.6	konstrukce z hlediska požární ochrany	5
1.7	zatížení	5
1.7.1	stálá zatížení - G	5
1.7.2	proměnná, nahodilá zatížení	6
1.7.3	zatížení sněhem	6
2	návrh nosného plechu	7
2.1.1	střešní plech nad vstupním foyer	7
2.1.2	střešní plech nad studovnou	7
3	OK střechy nad studovnou	8
3.1	SS – tvar OK – příhradové vazníky	8
3.2	Posouzení primární OBK – krajní skryté příčle skeletu	9
3.2.1	NS – výstupy s GSM pro SP02 v ose P	9
3.2.2	přepočet SP 02 – posudek na I.MS	10
3.2.3	přepočet SP 02 – posudek na II.MS (deformace)	13
3.3	SM střešní OK nad studovnou	14
3.3.1	SM – vstupní data, zadání pro SV	15
3.3.2	výsledky SA	27
3.3.3	posouzení zesílené střešní OK	30
4	OK střechy nad vstupním foyer	35
4.1	Posouzení primární OBK – sloupy SL18	35
4.1.1	NS – výstupy s GSM pro SL18	35
4.1.2	posudek SL18 (R45) – 1.pp	36
4.1.3	posudek SL18 (R45) – 1.np	40
4.2	SM střešní OK nad vstupním foyer	44
4.2.1	SM – vstupní data, zadání pro SV	44
4.2.2	výsledky SA	49
4.2.3	posouzení střešní OK	53
4.3	SV detailů	55
4.3.1	det. 24	55
4.3.2	det. 23a	56
4.3.3	det. 23b	57
4.3.4	det. 25	59
5	závěr - zhodnocení	62

1 úvod, obecný popis úkolu a cíle

Stavebně konstrukční řešení k dokumentaci pro stavební povolení v rámci projektu opravy - rekonstrukce skleněných střeš v objektu teoretických ústavů Lékařské fakulty, Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc, ulice Hněvotínská, katastrální území Nová Ulice, parcelní číslo 1218/1, 1218/2.

Konkrétně se jedná o střeš nad vstupní halou (foyer) v 1.NP a nad studovnou ve 2.NP. Stávající zastřešení uvedených prostor bylo řešeno jako ploché jednopláškové skleněné střešy - systémové hliníkové nosné profily a skleněné výplně, komplet v požární odolnosti REI-15 DP1. Stávající skleněné střešy mají nevyhovující nízký spád 1,9%, který dle sys. podkladů výrobce nesplňuje podmínky pro kvalitní a bezpečný odtok srážkových vod, způsobující zatékání do střešního pláště, ucpávání odtokových kanálků sedimenty a degradaci skleněných protipožárních tabulí.

GP a architekt navrhli rekonstrukci předmětných plochých střeš, kdy dochází ke kompletní náhradě střešního pláště za typové řešení jednopláškové ploché střešy, zateplené, s pojistnou hydroizolací (parozábranou) na nosné konstrukci z trapézových plechů, s fóliovou krytinou a extenzivním ozeleněním. Střešní plášť bude odvodněn stávajícím způsobem, tj. po spádnici do stávajících střešních vtoků.

Úkolem stavebně konstrukčního řešení je návrh nových nosných prvků a především statické posouzení stávajících nosných konstrukcí rekonstruovaných střeš a dotčených prvků skeletové konstrukce objektu. Na základě znalosti původního SKŘ podle prováděcího projektu a dokumentace skutečného provedení stavby „Dostavba teoretických ústavů Lékařské Fakulty Univerzity Palackého v Olomouci“, ze srpna 2012, jsem stanovil následující úkoly pro statické řešení rekonstrukce:

1. Výpočet nového stálého zatížení v důsledku změny střešních skladeb;
2. Návrh dimenze nosného TR plechu pro novou střešní skladbu, vč. zohlednění způsobu uložení a vlivu na zajištění stability stávající OK;
3. posouzení příhradové OK nad studovnou, vč. spoju a s uvážením požadavku požární odolnosti R30;
4. posouzení stávající OBK - stropní konstrukce (spřažené skryté přičle _osy P + Q / 9-16);
5. posouzení ocelového roštu střešy vstupního foyer – průvlaky, nosníky;
6. montážní přípoje (šroubové spoje) a dílenské detaily (svarové spoje) OK;
7. posouzení OBK sloupy průřezu SL18 ve vstupním foyer (zahrnující požadavek PBř _odolnost R45) a navazující sloupy v suterénu (1.pp), u kterých v důsledku vyššího zatížení dojde k nárůstu vnitřních sil.

1.1 identifikační údaje stavby

název stavby / akce:	Rekonstrukce střeš nad vstupní halou a studovnou
místo stavby:	budova 04 – teoretické ústavy LF UPOL, ul. Hněvotínská, Olomouc; parc. č. 1218/1, 1218/2, k.ú. Nová Ulice
investor / stavebník:	Univerzita Palackého v Olomouci ič 61985992 rektorát, Křížkovského 8, 771 47 Olomouc
generální projektant:	Hexaplan International spol. s r.o. ič 60745665 Jílkova 1537/124, Židenice, 615 00 Brno
architekt projektu:	Ing. arch. Josef Pálka (ČKA 02127)
projektant části:	LOstade CZ s.r.o. ič 01427571 Na Burni 1497/39, 710 00 Ostrava
	odpovědná osoba projektanta: Ing. Jan Lukáš (autorizovaný inženýr pro obor statika a dynamika staveb, ČKAIT-1103418)
stupeň PD:	dokumentace pro stavební povolení (DSP)
datum:	srpen 2022

1.2 podklady

- [1] osobní obhlídka na místě ze dne 03.11.2021 [pořízena fotodokumentace];
- [2] relevantní přílohy z prováděcí a dodavatelské dokumentace – projekt Dostavba teoretických ústavů Lékařské Fakulty Univerzity Palackého v Olomouci“, datum srpen 2012, zpracovatel ateliér-r, spol. s r.o., Uhelná 27, Olomouc, 772 00 _část D.1.2 (stavebně-konstrukční řešení), z archivu projektanta;
- [3] stavebně architektonické výkresy části d.1.1 – dokumentace ke stavebnímu povolení, vypracované GP - Hexaplan International spol. s r.o., Ing. Karel Typlt; ze dne 27-06-2022 [digitálně – soubory ve formátu DWG: 1211_UPOL LF_DSP_#...název souboru: _Rezy nove_R00, _Pudorys strecha stavajici bouracky_R00, _Pudorys strecha nove_R00, _Pudorys 1NP nove_R00, _Pudorys 1NP stavajici bouracky_R00, _Pudorys 2NP nove_R00, _Pohled vstup nove_R00, _Rezy stavajici a bouracky_R00, _Pudorys 2NP stavajici bouracky_R00].

1.3 technické normy a odborná literatura

Pro návrh a posouzení stavebních konstrukcí byly použity níže vypsane platné ČSN normy, včetně všech obsažených částí a odkazů na související technické předpisy.

▪ ČSN EN 1990	Zásady navrhování konstrukcí
▪ ČSN EN 1991 (EC1)	Zatížení konstrukcí
▪ ČSN EN 1992 (EC2)	Navrhování betonových konstrukcí
▪ ČSN EN 1993 (EC3)	Navrhování ocelových konstrukcí
▪ ČSN EN 1994 (EC4)	Navrhování spřažených ocelobetonových konstrukcí
▪ ČSN ISO 13822	Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí
▪ ČSN EN 13791	Posuzování pevnosti betonu v tlaku v konstrukcích a v prefabrikovaných betonových dílcích
▪ ČSN EN 10025-1	Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí Část 1: Všeobecné technické dodací podmínky.
▪ ČSN EN 10025-2	Výrobky válcované za tepla z konstrukčních ocelí Část 2: Technické dodací podmínky pro nelegované konstrukční oceli
▪ ČSN EN 206	Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda (07/2014)
▪ ČSN 73 1201	Navrhování betonových konstrukcí pozemních staveb
▪ ČSN EN 13 670	Provádění betonových konstrukcí
▪ ČSN EN 10 080	Ocel pro výztuž do betonu – Svařitelná betonářská ocel
▪ ČSN EN 24016	Rozteče, roztečné čáry, průměry šroubů nebo nýtů a těžištní osy pro šroubové a nýtované spoje (ČSN 73 1411)
▪ ČSN EN 14399-4	Šestavy VP konstrukčních šroubových spojů pro předpínání Část 4: Systém HV
▪ ČSN P CEN/TS 1992-4-5	Navrhování kotvení do betonu – Část 4-5: Dodatečně osazované kotvy – Chemické systémy
▪ (ČSN 73 1495)	Šroubové třecí spoje ocelových konstrukcí
▪ ČSN EN ISO 17 660 -1	Svařování betonářské výztuže – Část 1: Nosné svarové spoje
▪ ČSN EN ISO 17 660 -2	Svařování betonářské výztuže – Část 2: Nenosné svarové spoje
▪ ČSN 73 2480	Provádění a kontrola montovaných betonových konstrukcí
▪ ČSN EN 13369	Společná ustanovení pro betonové prefabrikáty
▪ ČSN EN 13 747	Betonové prefabrikáty – Stropní deskové dílce pro spřažené stropní systémy

1.4 statické výpočty, software

Výpočty vnitřních sil a deformací byly provedeny programy IDEA StatiCa (verze 10.1) a SCIA Nexis 32 (verze 3.60). Ocelové a železobetonové konstrukce/prvky/průřezy byly posouzeny pomocí programů IDEA StatiCa (verze 10.1, od firmy IDEA RS, s.r.o.) a/nebo moduly pro posudky průřezů v primárním statickém softwaru _Nexis32. Návrh dimenzí a posudky kompozitních profilů (OBK), spřažené ocelobetonové průřezy jsou převážně počítány v programu Microsoft EXCEL. Stejný software, tedy MS EXCEL, byl použit k sestavení výpočetních tabulek, řešení obecných algoritmů a matematických operací.

Statický výpočet a konstrukční řešení je v souladu s platnými normami pro návrh ocelových, betonových, spřažených ocelobetonových a geotechnických konstrukcí (ČSN EN).

U navržených konstrukcí je statickým výpočet prokázána dostatečná mechanická odolnost a stabilita (I. MS) za normální teploty a případně i za požární situace (dle požadavků PBR). SV uvádí posudek kritických průřezů OBK za požární situace.

Rovněž byla kontrolována stability a celkové projevy chování nosných systémů analýzou prostorové deformace. Prvky hlavních NK musí splňovat omezení průhybů a vychýlení daná normami pro návrh všech zastoupených typů konstrukcí (II. MS).

SV zahrnuje i stěžejní konstrukční detaily (spoje), které jsou určující a důležité pro správné statické fungování nosných konstrukcí.

1.5 stabilita konstrukcí

Celková stability ani rigidita primárního NS (OBK skelet) nebude navrhovanou rekonstrukcí střech nijak dotčena. Posouzení jednotlivých prvků a průřezů ocelových konstrukcí střech zahrnují i výpočty s vlivem ztráty stability (vzpěr, klopení). Pevné přikotveny nové nosné vrstvy střech v podobě TR plechu de facto zvýší odolnost ocelových konstrukcí proti lokální ztrátě stability.

1.6 konstrukce z hlediska požární ochrany

Na posuzované OK a OBK jsou kladeny i požadavky požární odolnosti.

Rovnou předesílám, že u žádné čistě ocelové konstrukce není dostatečná rezerva v únosnosti pro vyhovující posudek průřezu za požární situace dle ČSN EN 1993-1-2. **OK musí být proti požáru ochráněny -> druhotná ochrana pomocí obkladu nebo nátěru dle PBř.**

Spřažené ocelobetonové průřezy (OBK), sloupové prvky ve foyer, jsou posouzeny na požární odolnost dle ČSN EN 1994-1-2 v souladu s požadavky PBř a není nutná jejich druhotná ochrana.

Požadované požární odolnosti (R; „fi.Res.“) nosných konstrukcí / jejich částí / prvků:

_OB sloupy - SL18 v 1. np i v 1.pp **_REI 45**

1.7 zatížení

V současném stavu (dle původní PD [2]) představují stálá zatížení střech pouze tabule z bezpečnostního izolačního skla _tl. 35 mm s plošnou hm. cca 90 kg/m². Stávající prosklení bude kompletně demontováno. Na Existující OK budou poté ukotveny tabule nosného TR plechu a na ten vyskládáno střešní souvrství.

Klimatická zatížení se ve skutečnosti nezmění, ale pro potřeby statické analýzy těchto menších konstrukčních celků jsem doplnil přesnější výpočet zatížení sněhem ve smyslu aktuální normy ČSN EN 1991-1-3.

Zatížení byla určena a vypočítána dle ČSN EN 1991 (relevantní části souboru norem pro zatížení konstrukcí) s parciálním součinitelem bezpečnosti $\gamma_g=1,35$ pro stálá (vlastní tíha všech nosných a nenosných konstrukcí) a $\gamma_q=1,5$ pro proměnná zatížení. Pro určení maximálních sil a deformací v konstrukci byly výpočtové hodnoty zatížení kombinovány dle normy ČSN EN 1990 - odstavec 6.4 pro I. MS a 6.5 pro II. MS.

1.7.1 stálá zatížení - G

Neměnná zatížení nepřetržitě působící na konstrukci, stavební skladby a vlastní hmotnost. Stálá zatížení od nově navrhovaných skladeb jsou spočtena na základě udávaných objemových hmotností jednotlivých materiálů, případně podle technických informací referenčních výrobků.

nová střecha 1 _vstup	tl.	ρ	f_k	γ_f	f_d
skladba ST1 _extenz.ZS, nepochozí	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
vegetační rohož/koberec	25	12,0	0,300	1,35	2,57
substrát pro ext.ZS	100	13,5	1,350		
filtr., drenážní, separ. vrstvy	14,5		0,020		
folie PVC-P	1,8	13,0	0,023		
TI - EPS 150S	200	0,3	0,060		
+ spád. klín 2% (min/max): 0 /	300	0,3	0,045		
TI 2 - desky z MW (2x30)	60	1,4	0,084		
poj.HI _SBS mAsf+Al+G	2	12,0	0,024		
střešní skladba _suma	703,3		1,91	1,35	2,57
nosná vrstva - TR plech	60		0,10	1,35	0,14

OK _stávající nosníky		generuje výp. soft.	1,35		
instalace / rozvody / mezera	230		0,040		
rošt	230		0,050		
SDK 1x 15,0 (REI-45 dp1)	15	9,0	0,135		
podhledové konstrukce _suma	230		0,225	1,35	0,30
suma stálého zatížení G.21	993		2,23		3,01

nová střecha 2 _studovna	tl.	ρ	f_k	γ_f	f_d
skladba ST2 _extenz.ZS, nepochozí	[mm]	[kN/m ³]	[kN/m ²]		[kN/m ²]
vegetační rohož/koberec	25	12,0	0,300		
substrát pro ext.ZS	100	13,5	1,350		
filtr., drenážní, separ. vrstvy	14,5		0,020		
folie PVC-P	1,8	13,0	0,023		
TI - EPS 150S	200	0,3	0,060		
TI 2 - desky z MW (2x30)	60	1,4	0,084		
poj.HI _SBS mAsf+Al+G	2	12,0	0,024		
střešní skladba _suma	403,3		1,86	1,35	2,51
nosná vrstva - TR plech	60		0,10	1,35	0,14
OK _stávající nosníky		generuje výp. soft.	1,35		
instalace / rozvody / mezera	230		0,040		
rošt	230		0,050		
SDK 1x 12,5 (REI-30 dp1)	12,5	9,0	0,113		
podhledové konstrukce _suma	230		0,203	1,35	0,27
suma stálého zatížení G.21	693		2,16		2,92

1.7.2 proměnná, nahodilá zatížení

- nepochozí střecha, kat. H – nahodilé zatížení od údržby 0,75 kN/m², působící současně na max. ploše 10 m²; zatížení od lokálního břemene 1,0 kN.

1.7.3 zatížení sněhem

Charakteristická hodnota zatížení sněhem na zemi byla odečtena v souladu se změnou Z4 normy ČSN EN 1991-1-3 z digitální mapy ČHMÚ (clima-maps.info/snehovamapa/). V této mapě je pro danou lokalitu garantovaná charakteristická hodnota zatížení sněhem – $s_k = 0,69$ kPa; přenásobením tvarovým souč. pro ploché střechy dostaneme char. zatížení sněhem na střechách – $s = 0,55$ kN/m². Ve statických modelech jsou nosné prvky střech zatíženy rozhodujícími (nejméně příznivým) schémata zatížení, která zahrnují i sněhové návěje odvozené z normových schémat pro rozdílné úrovně střech a střech u vyšší budovy _max. uvažované zatížení sněhem při návěji dosahuje až $s = 1,38$ kN/m².

zatížení sněhem dle ČSN EN 1991-1-3

lokalita:	TU LFUP, ul. Hněvotínská, Olomouc				
sněhová oblast :	I.	plochá střecha			
$s_k =$	0,69 kN/m²	$\alpha_1 = \alpha_2 =$	2,00%	=	1,2°
dle " clima-maps.info/snehovamapa/ "					
$C_e =$	1,0	$\mu_1 =$	0,8	$b =$	5,50 m
$C_t =$	1,0	$\mu_2 = 0,8 \cdot 0,8 \cdot \alpha / 30 =$	0,8307	$h/b =$	0,209
		$s = \mu_i \cdot C_e \cdot C_t \cdot s_k$		$l_s = b$	

Výpočet návějí:

1. Střecha u vyšší stavby

$$\mu_2 = \mu_w + \mu_s$$

$$\mu_w = (b_1 + b_2) / 2h \leq \gamma h / s_k ; 0,8 \leq \mu_w \leq 4,0$$

2. Návěje na výstupy a překážky

$$\mu_2 = \gamma h / s_k ; 0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$$

$$\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3 \quad \dots \text{uvažovaná hustota sněhu (návěj)}$$

$$l_s \dots \text{délka návěje}$$

$$\gamma = 2,00 \text{ kN/m}^3$$

$$l_s \dots \text{délka návěje}$$

Zatížení sněhem				S	γ^f	S _d	
				[kN/m ²]		[kN/m ²]	
rovná střecha	nenavátý sních (i)	$\mu_1(\alpha_i)$		0,55	1,5	0,83	
	navátý sních (ii)/(iii)	$0,5\mu_1(\alpha_i)$		0,28	1,5	0,41	
				0,57	1,5	0,86	
Výpočet 2		h [m]	0,20	0,55	1,5	0,83	
atiky		μ_2 [-]	0,80				
střecha u vyšší stavby							
Výpočet 1	b ₁ [m]	18,9	l _s [m]	15,0	1,11	1,5	1,67
vstup _+5,800	b ₂ [m]	15,00	μ_w [-]	1,61			
	h' [m]	10,50	μ_s [-]	0,40			
Výpočet 1	b ₁ [m]	49,0	l _s [m]	15,0	1,38	1,5	2,07
studovna	b ₂ [m]	19,00	μ_w [-]	2,00			
	h' [m]	14,90	μ_s [-]	0,00			

2 návrh nosného plechu

Pro obě řešené střešní skladby navrhuji shodný tvar TR plechu _symetrický, výšky 60 mm (např. T60 P/250). Střechy se liší roztečí podpůrných prvků a proto jsou odstupňovány tl. plechu.

T60 P konstrukční - VARIANTA A NOVINKA

min. 0,5 bm/max. 10 bm při tl. 0,50 mm • min. 0,5 bm/max. 12 bm od tl. 0,70 mm



POVRCH				ÚPRAVY VOLITELNÉ	TLOUŠŤKA PLECHU
polyester		polyuretan	pozink	aluzinek	
lesk	mat				
15 a 25 µm	35 µm	50 µm	200, 275 g/m ²	150, 185 g/m ²	od 0,50 mm do 1,25 mm
				antikondenzační	

2.1.1 střešní plech nad vstupním foyer

Nosnou střešní rovinu tvoří tabule trapézového plechu TR **T60 P/250 / 0,88** z oceli **S320G** (např. od dodavatele SATJAM, s.r.o.) / nebo jiný, ale musí být prokázány následující statické parametry:

_spojitý nosník o min. 3 polích a rozponu 2,50 m, min. šířky pro uložení 60 mm => délka tabule = 7500 + 2* 150 = 7800 mm.

_rozhodující návrhové plošné zatížení:

$$3,01 + 2,07 = \mathbf{5,08 \text{ kN/m}^2} < \mathbf{6,42 \text{ kN/m}^2} \dots \text{vyhoví na únosnost}$$

_rozhodující charakteristické plošné zatížení:

$$2,23 + 1,38 = \mathbf{3,61 \text{ kN/m}^2} < \mathbf{3,79 \text{ kN/m}^2} \dots \text{splňuje def. L/300 _průhyb} < 9,0 \text{ mm}$$

2.1.2 střešní plech nad studovnou

Nosnou střešní rovinu tvoří tabule trapézového plechu TR **T60 P/250 / 0,88** z oceli **S320G** (např. od dodavatele SATJAM, s.r.o.) / nebo jiný, ale musí být prokázány následující statické parametry:

_spojitý nosník o min. 3 polích a rozponu 1,75 m, min. šířky pro uložení 60 mm => délka tabule = 7000 + 2* 150 = 7300 mm.

_rozhodující návrhové plošné zatížení:

$$2,92 + 2,07 = \mathbf{4,99 \text{ kN/m}^2} < \mathbf{7,81 \text{ kN/m}^2} \dots \text{vyhoví na únosnost}$$

_rozhodující charakteristické plošné zatížení:

$$2,16 + 1,38 = \mathbf{3,54 \text{ kN/m}^2} < \mathbf{7,81 \text{ kN/m}^2} \dots \text{splňuje def. L/300 _průhyb} < 4,0 \text{ mm}$$

statické tabulky vybraného TR profilu:

T60 P/250

Spojitý nosník o třech polích

P POZITIV **N** NEGATIV


Tloušťka mm	Vlastní tíha kN/m²	I _y [cm ⁴] (min/max)		Připustné rovnoměrné zatížení v kN/m² při vzdálenosti podpor L																			
				1,25	1,50	1,75	2,00	2,25	2,50	2,75	3,00	3,25	3,50	2,75	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25	5,50	5,75	6,00
0,50	0,049	33,13	1 q _d	6,16	5,10	4,11	3,39	2,85	2,44	2,11	1,85	1,63	1,45	1,30	1,17	1,06	0,97	0,88	0,81	0,75	0,69	0,64	0,59
			2 l/150	6,16	5,10	4,11	3,39	2,85	2,44	2,11	1,85	1,63	1,45	1,28	1,05	0,88	0,74	0,63	0,54	0,47	0,40	0,35	0,31
			3 l/200	6,16	5,10	4,11	3,39	2,85	2,44	2,11	1,85	1,47	1,18	0,96	0,79	0,66	0,55	0,47	0,40	0,35	0,30	0,27	0,23
			4 l/300	6,16	5,10	4,11	3,39	2,85	2,16	1,62	1,25	0,98	0,79	0,64	0,53	0,44	0,37	0,31	0,27	0,23	0,20	0,18	0,16
0,63	0,062	41,74	1 q _d	10,30	7,97	6,39	5,24	4,40	3,74	3,23	2,82	2,48	2,20	1,97	1,77	1,60	1,45	1,32	1,21	1,11	1,03	0,95	0,88
			2 l/150	10,30	7,97	6,39	5,24	4,40	3,74	3,23	2,82	2,47	1,98	1,61	1,33	1,11	0,93	0,79	0,68	0,59	0,51	0,45	0,39
			3 l/200	10,30	7,97	6,39	5,24	4,40	3,74	3,06	2,36	1,85	1,48	1,21	0,99	0,83	0,70	0,59	0,51	0,44	0,38	0,33	0,29
			4 l/300	10,30	7,97	6,39	5,24	3,73	2,72	2,04	1,57	1,24	0,99	0,80	0,66	0,55	0,47	0,40	0,34	0,29	0,26	0,22	0,20
0,70	0,069	46,38	1 q _d	12,65	9,79	7,81	6,40	5,34	4,54	3,90	3,40	2,99	2,65	2,36	2,12	1,91	1,74	1,58	1,45	1,33	1,23	1,13	1,05
			2 l/150	12,65	9,79	7,81	6,40	5,34	4,54	3,90	3,40	2,75	2,20	1,79	1,47	1,23	1,03	0,88	0,75	0,65	0,57	0,50	0,44
			3 l/200	12,65	9,79	7,81	6,40	5,34	4,53	3,40	2,62	2,06	1,65	1,34	1,10	0,92	0,78	0,66	0,57	0,49	0,43	0,37	0,33
			4 l/300	12,65	9,79	7,81	5,89	4,14	3,02	2,27	1,75	1,37	1,10	0,89	0,74	0,61	0,52	0,44	0,38	0,33	0,28	0,25	0,22
0,75	0,074	49,69	1 q _d	14,15	10,95	8,72	7,13	5,95	5,05	4,34	3,77	3,32	2,94	2,62	2,35	2,12	1,92	1,75	1,60	1,47	1,35	1,25	1,16
			2 l/150	14,15	10,95	8,72	7,13	5,95	5,05	4,34	3,74	2,94	2,36	1,92	1,58	1,32	1,11	0,94	0,81	0,70	0,61	0,53	0,47
			3 l/200	14,15	10,95	8,72	7,13	5,95	4,85	3,64	2,81	2,21	1,77	1,44	1,18	0,99	0,83	0,71	0,61	0,52	0,46	0,40	0,35
			4 l/300	14,15	10,95	8,72	6,31	4,43	3,23	2,43	1,87	1,47	1,18	0,96	0,79	0,66	0,55	0,47	0,40	0,35	0,30	0,27	0,23
0,88	0,086	58,30	1 q _d	18,23	14,04	11,19	9,12	7,59	6,42	5,51	4,78	4,19	3,71	3,30	2,95	2,66	2,41	2,19	2,00	1,84	1,69	1,56	1,45
			2 l/150	18,23	14,04	11,19	9,12	7,59	6,42	5,51	4,39	3,45	2,76	2,25	1,85	1,54	1,30	1,11	0,95	0,82	0,71	0,62	0,55
			3 l/200	18,23	14,04	11,19	9,12	7,59	5,69	4,27	3,29	2,59	2,07	1,69	1,39	1,16	0,98	0,83	0,71	0,61	0,53	0,47	0,41
			4 l/300	18,23	14,04	11,06	7,41	5,20	3,79	2,85	2,20	1,73	1,38	1,12	0,93	0,77	0,65	0,55	0,47	0,41	0,36	0,31	0,27

* _v případě trubkových vazníků musí být konstrukčně upraven horní pás pro uložení TR plechu, min. šířka pro uložení 60 mm.

3 OK střešy nad studovnou

Střešní konstrukci zde tvoří soustava subtilních příhradových trubkových vazníků se statickým rozponem 7435 mm, vazníky typu PV01 a PV01.2 (liší se způsobem krajního uložení v ose P _na sloup/ na skrytou příčel). V krajních částech jsou potom 2x 2 kratší vazníky PV02 na rozpon 4495 mm.

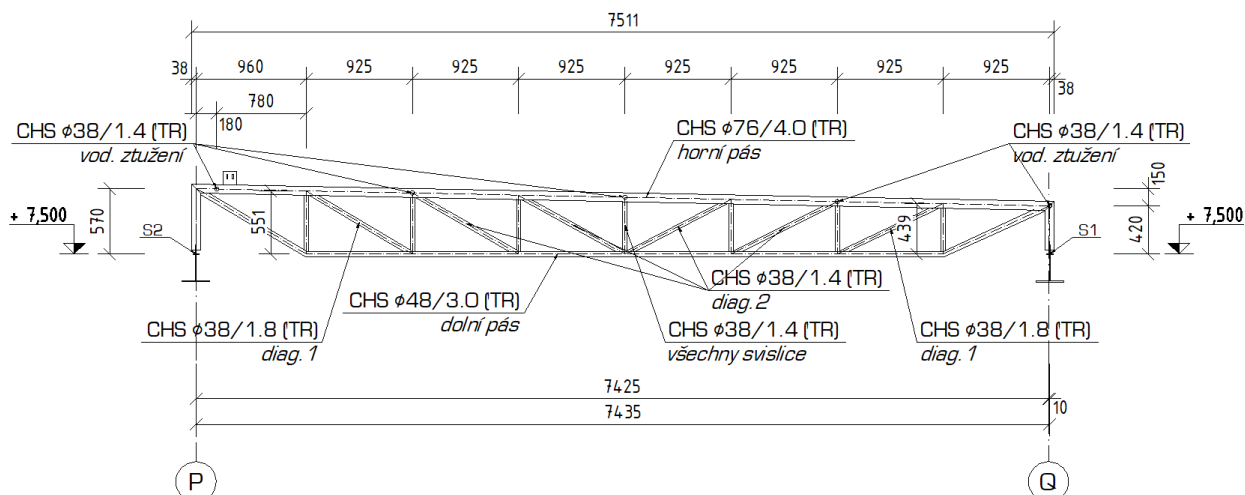
Podélná rozteč vazníků je v rozmezí _1150 ÷ 1775 mm.

3.1 SS – tvar OK – příhradové vazníky

Z původní PD – schématické příčné řezy, jednotlivé typy vazníků:

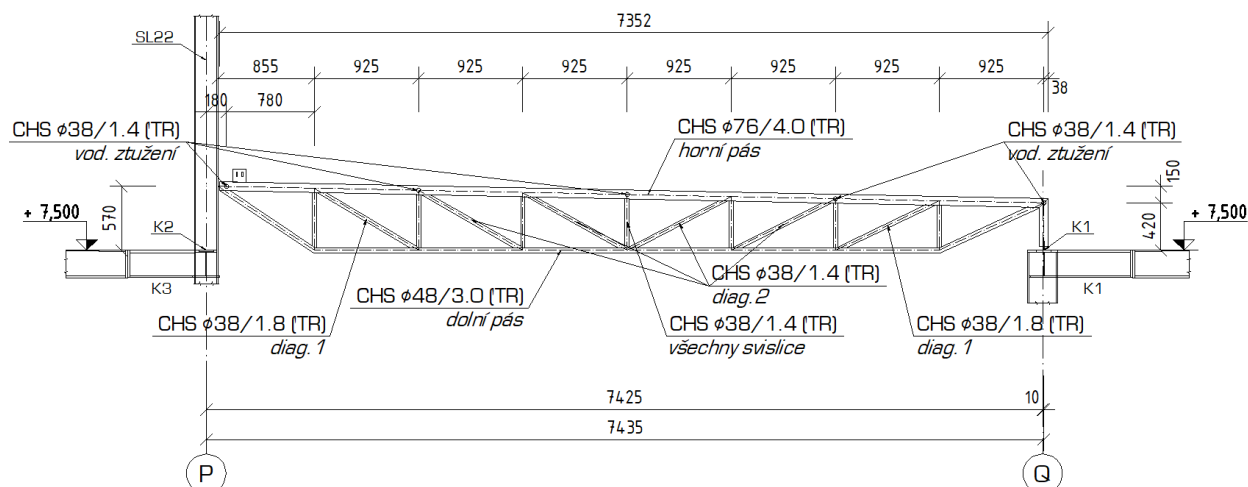
1 Příhradový vazník: PV01, 7435mm

kloubově uložená příhrada z CHS profilů (trubky)



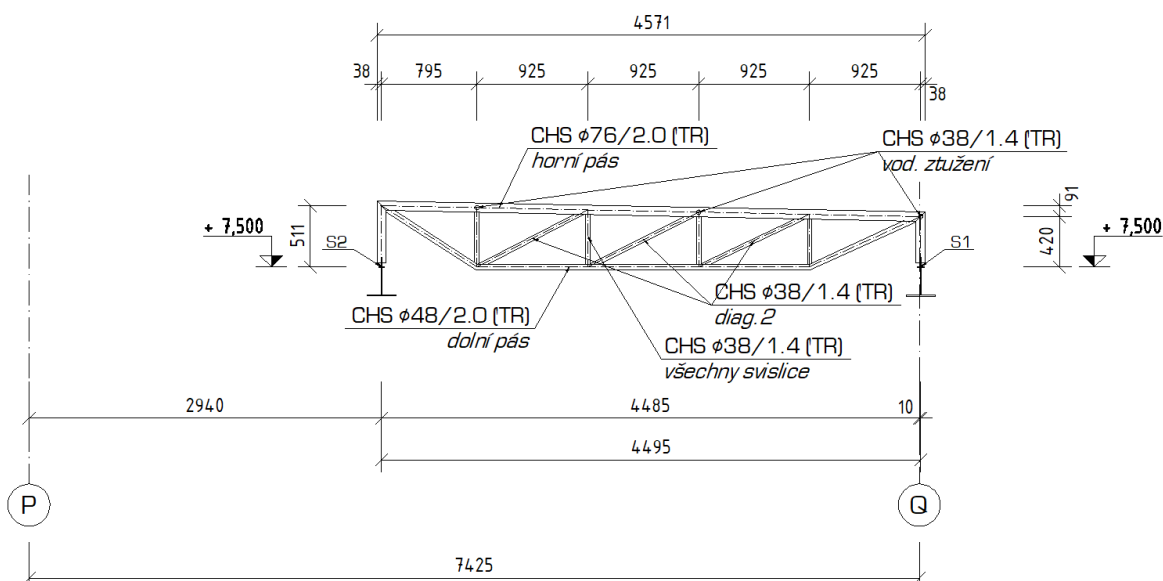
2 Příhradový vazník: PVO1.2, 7330mm

kloubově uložená příhrada z CHS profilů (trubky)



3 Příhradový vazník: PVO2, 4495mm

kloubově uložená příhrada z CHS profilů (trubky)

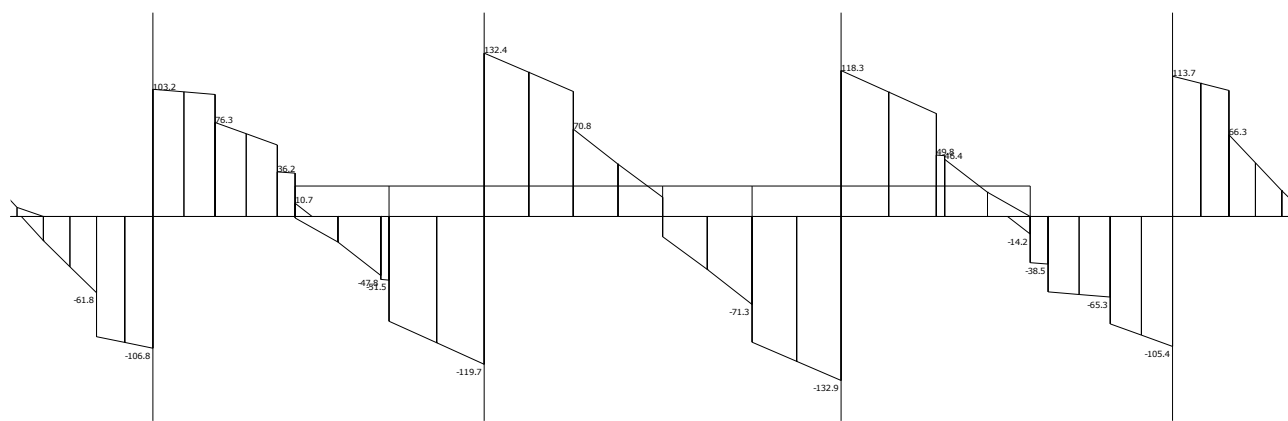
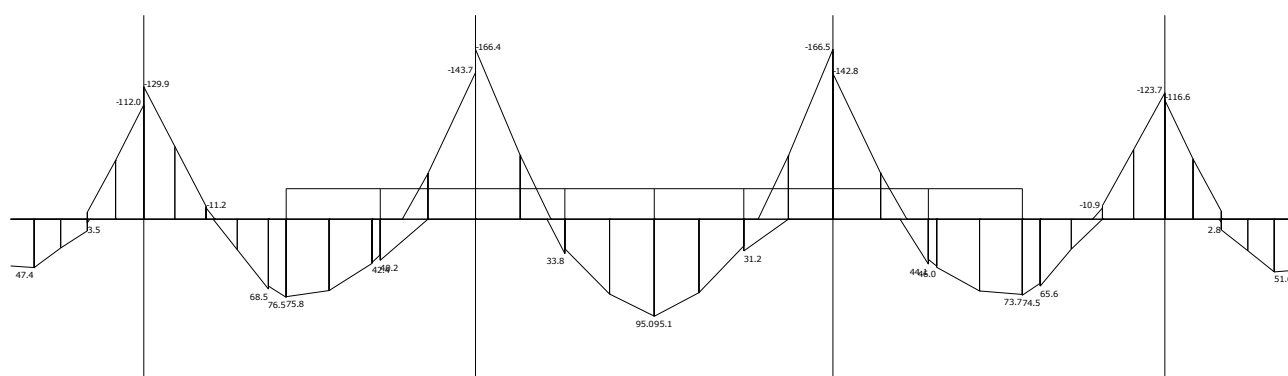


3.2 Posouzení primární OBK – krajní skryté příčle skeletu

V důsledku vyššího zatížení střešní konstrukce nad studovnou dojde k nárůstu vnitřních sil a deformací na primární NK (OB skelet), konkrétně na skrytých příčlích (SP) v osách P a Q. Nejvíce se to projeví na nejdelším, středovém, poli mezi modulovými osami 11 – 14, systémová délka SP 6650 mm. Jako rozhodující se ukazuje posouzení slabšího průřezu SP02 (S2 + K2) v modulu P / 11-14. Kontrolní SV této SP hodnotí rezervu v únosnosti i dostatečnou tuhost, která se prokazuje splněním normových limitů pro deformace.

3.2.1 NS – výstupy s GSM pro SP02 v ose P

Z globálního statického modelu OBK, kam jsem vložil OK zastřešení studovny s novým zatížením dle kap. 1.7. vyplývají následující výsledky SV – nové vnitřní síly na příčli a hodnoty svislých průhybů.

průběh posouvací síly V_z průběh ohybového momentu M_y **TAB: vnitřní síly na makru(ech). Globální extrém**

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina maker :814/818

Skupina kombinací na únosnost :1/179

makro	prut	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
816	1606	123	0.0	-23.15	-2.48	132.42	37.84	-166.43	6.30
	1609	124	1660.0	-25.53	0.63	-132.93	-37.83	-166.48	0.67
	1608	112	0.0	-12.72	0.73	-13.91	-0.20	95.11	-1.49

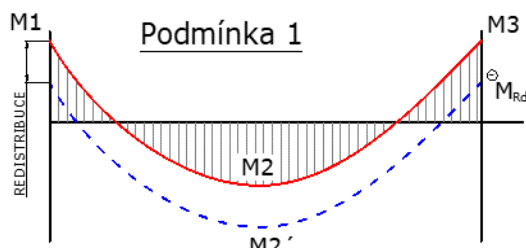
3.2.2 přepočít SP 02 – posudek na I.MS

SP-Střední část S 2 (k)	Isn 240/50÷240 (D250) skrytá příčel spřažená s ŽB deskou (monolit)	L = 6650 mm c.b. - 2x neg. M
-----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------

	$b_{eff,1}$	581,875 mm
	$b_{eff,2}$	120,000 mm
	b_{eff}	701,9 mm
Ocelový profil - rozměry:		
H_a	240	mm
b_{f1}	50	mm
b_{f2}	240	mm
t_{f1}	4	mm
t_{f2}	10	mm
t_w	5	mm
A_a	3730	mm ²

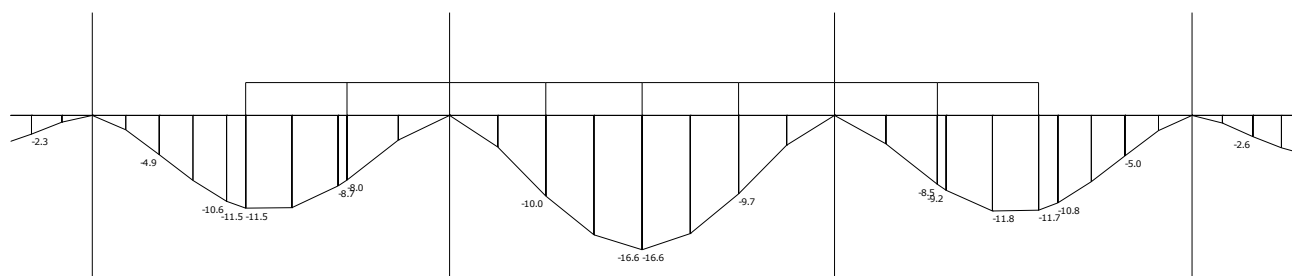
běžný beton SD (2500 kg/m3) - pev. tř.: C30/37		I_{ya}	2,63E+07 mm ⁴
		$Z_{Cg,a}$	53,24 mm
		I_{za}	1,16E+07 mm ⁴
		$I_{zc} (cca)$	5,40E+08 mm ⁴
betonová deska (monolit)	h_s 250 mm		
- spřažení :	h_{su} 230 mm		
	Protážena horní výztuž desky (B500)	\emptyset	14 mm
celková výška spřaž. profilu:		H	250 mm
hmotnost oceli - 1bm profilu:		G_a	29,28 kgm⁻¹
MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY :			
deska:		f_{ck}	25 MPa
		f_{cd}	14,2 MPa
		$n_{pl,c}$	0,040
- ocel:		f_{ak}	355 MPa
		f_{ad}	355 MPa
		γ_c	1,5
		γ_a	1,00
PLASTICKÁ ÚNOSNOST SPŘAŽENÉHO PROFILU (Kladný moment)			
poloha plastické osy $Z_{y,pl}$		89,3 mm	
tahová síla na pr. F_t		1102 kN	
tlaková síla na pr. F_c		1102 kN	
		$F_t - F_c =$	0,00 kN kontrola
osa prochází stojinou ocelového profilu:		$d_{w,t}$	140,7 mm
		$d_{w,c}$	85,3 mm
plocha tlačného betonu:		$A_{c,c}$	62065,5 mm ²
		$z_{2y,pl}$	150,7 mm
+		$M_{y,pl,Rd} =$	193,6 kNm
TUHOST SPŘAŽENÉHO PROFILU (moment setrvačnosti k ose y)			
modul pružnosti oceli:		E_{a+s}	2,10E+05 MPa
seč. mod. pružnosti betonu:		E_{cm}	31476 MPa
pracovní součinitel pro krat. i dlouhodobé zat.		$n =$	($E_{cm}/2$) / $E_{a+s} =$ 0,0749
poloha elastické osy kompozitního průřezu :		$Z_{y,el}$	106,6 mm
		$z_{2y,el} = (H_a - Z_{y,el})$	133,4 mm (od h.hr. Oceli)
osa prochází stojinou ocelového profilu:		$d_{w,c}$	102,6 mm (od d.hr. Oceli)
		$d_{w,t}$	123,4 mm
		$F_{t,el.}$	921 kN
		$F_{c,el.}$	921 kN
		$F_{t,el} - F_{c,el} =$	0,00 kN kontrola
plocha tlačného betonu:		$A_{c,c}$	74116,5 mm ²
+		$I_{y,el,2} =$	7,140E+07 mm⁴
		$(EI_y)_{el.2} =$	1,50E+13 Nmm ²
SP-koncová část K 02 (k)	část spojená se sloupem - konzola skrytá příčel spřažená s ŽB deskou (monolit)	l =	6650 mm
		$beff,1$	415,625 mm
		$beff,2$	120,000 mm
		$beff$	535,6 mm
Ocelový profil - rozměry:			
		H_a	238 mm
		bf_1	240 mm
		bf_2	130 mm
		tf_1	8 mm
		tf_2	12 mm
		t_w	6 mm
		A_a	4788 mm ²
		I_{ya}	5,01E+07 mm ⁴

				těžiště oceli (od hor. H. oceli):	$Z_{Cg,a}$	128,84 mm
					I_{za}	1,14E+07 mm ⁴
betonová deska (s filigrány)	h_s	250 mm				
	h_{su}	230 mm				
- spřažení :	Protáhena horní výztuž desky (B500)				\emptyset	14 mm
celková výška spřaž. profilu:				H	250 mm	
hmotnost oceli - 1bm profilu:				G_a	37,6 kgm⁻¹	
MATERIÁLOVÉ						
CHARAKTERISTIKY :	-					
	deska:	f_{ck}	25 MPa	$\gamma_c = 1,5$		
		f_{cd}	14,2 MPa			
		$\eta_{pl,c}$	0,040			
	- ocel:	f_{ak}	355 MPa	$\gamma_a = 1,00$		
		f_{ad}	355 MPa			
PLASTICKÁ ÚNOSNOST SPŘAŽENÉHO PROFILU (záporný moment)						
poloha plastické osy		Z_{y,pl}	33,8 mm			
tahová síla na pr.		F _t	963 kN			
tlaková síla na pr.		F _c	963 kN			
		$F_t - F_c =$	0,00 kN	kontrola		
osa prochází stojinou ocelového profilu:		d _{w,t}	192,2 mm			
		d _{w,c}	25,8 mm			
plocha tlačného betonu:		A _{c,c}	16009,1 mm ²			
		$z_{2y,pl}$	204,2 mm			
-		M_{y,pl,Rd} =	174,0	kNm		
TUHOST SPŘAŽENÉHO PROFILU (moment setrvačnosti k ose y)						
		E_{a+s}	2,10E+05 MPa			
		E_{cm}	3,15E+04 MPa			
pracovní součinitel pro krat. i dlouhodobé zat.		n =	(E _{cm} /2) / E _{a+s} =	0,0749		
poloha elastické osy kompozitního průřezu :		Z_{y,el}	81,4 mm	(od h.hr. Oceli)		
		$z_{2y,el} = (H_a - Z_{y,el})$	156,6 mm	(od d.hr. Oceli)		
osa prochází stojinou ocelového profilu:		d _{w,c}	73,4 mm			
		d _{w,t}	144,6 mm			
		F _{t,el.}	675 kN			
		F _{c,el.}	675 kN			
		$F_{t,el} - F_{c,el} =$	0,00 kN	kontrola		
plocha tlačného betonu:		A _{c,c}	41233,3 mm ²			
-		I_{y,el,2} =	6,073E+07	mm⁴		
		(EI _y) _{el.2} =	1,28E+13 Nmm ²			
POSOUZENÍ MEZNÍHO STAVU ÚNOSNOSTI						

	<u>Globální extrémy ohybového momentu (kombinace na únosnost)</u>		
	$M_1 =$	167,0 kNm	G.E.
	$M_2 =$	96,0 kNm	
	$M_3 =$	167,0 kNm	Podmínka 1
	$M_{y,Ed} =$	$(M_1 + M_3)/2 + M_2 =$	263,0 kNm
	$M_1 =$	kNm	
	$M_2 =$	kNm	
	$M_3 =$	kNm	Podmínka 1
	$M_{y,Ed} =$	$(M_1 + M_3)/2 + M_2 =$	0,0 kNm
	$M_1 =$	187,0 kNm	G.E.
	$M_2 =$	150,0 kNm	

		$M_3 =$	0,0 kNm	Podmínka 2
		M_y po redistribuci: $M_2' =$		156,5 kNm
Redistribuce momentů na příčly :		$(M_1 - M_{y,pl,Rd})/M_1 =$	7,0 %	Pružně-plastická analýza
		20 %		
$\rightarrow M'_{y,pl,Rd} = M_{y,pl,Rd} + /M_{y,Rd,red} /$				
<u>Podmínka 1:</u>	součtový moment od zat.	\leq	součtový moment únosnosti	
	$M_{y,Ed}$ [kNm]		$M'_{y,pl,Rd}$ [kNm]	
VYHOVÍ	263,0	\leq	367,6	
$\rightarrow M'_{y,Ed} = M_2' = M_{y,2} + (M_{y,1} + M_{y,3} - M_{y,Rd,red})/2$				
<u>Podmínka 2:</u>	součtový moment od zat.	\leq	red. kladný moment únosnosti	
	$M_{y,Ed} = M_2'$ [kNm]		$M^+_{y,Rd,Red}$ [kNm]	
VYHOVÍ	156,5	\leq	193,6	
Únosnost průřezu ve smyku a smykovém boulení				Koncová část příčle: K
		$d =$	218 mm	
podmínka smykového boulení:		d / t_w	$> 124 \cdot \epsilon$	
		43,6	$> 100,4$	
		\Rightarrow	stěna účinkem smyku neboulí	
$A_v = 1308 \text{ mm}^2$...plocha účinná na smyk (stojna)		
$V_{pl,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} =$		268,1 kN	\geq	$V_{Ed} = 133 \text{ kN}$
Nosník vyhoví na smyk				
50% $V_{pl,Rd}$		134,0	\geq	$V_{ed,M} = 133 \text{ [kN]}$
		4		
\Rightarrow Smyk neovlivní momentovou únosnost				
$M_{y,Rd,red} = M_{f,Rd} + (M_{Rd} - M_{f,Rd}) \cdot (1 - (2V_{Ed}/V_{pl,Rd} - 1)^2) =$		174,0 kNm		
Momentová únosnost při odečtení stěny nosníku :		$M_{f,Rd} =$	133,9 kNm	

3.2.3 přepočet SP 02 – posudek na II.MS (deformace)



Relativní deformace na makru(ech). Použ. kombi : 1/119

Relativní deformace na makru(ech) Globální extrém

relativní průhyb posuzované SP 02 (k) _osa P

Skupina maker :814/818

Skupina kombinací na použitelnost :1/119

makro	prut	kombi	dx [mm]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
816	1607	61	1665.0	0.00	0.05	-16.58	-1150.96	-0.34	0.05

makro	prut	kombi	dx [mm]	ux	uy	uz	fix	fiy	fiz
816	1607	61	1665.0	0.0	1 / 10000	1 / 401	0.00	0.00	0.00

Posouzení skryté příčle (SP) na II. Mezní stav (SLS)

Průhyb příčle (výpočet def. - program SCIA - NEXIS) :

- maximum δ_z : kombinace-SLS :

číslo prutu(P)/makra(M) :

systémová délka SP: L= 6650 mm

pozn.: stávající SP - posudek dodatečného přitížení, plné aktivní spřažení

$\delta_0 = 0,0$ mm ...počáteční deformace - nadvýšení (-)

$\delta_1 = 12$ mm ...součet deformací od stálých zatížení

$\delta_2 = 5,00$ mm ...součet deformací od proměnných zatížení

$\delta_1 + \delta_2 = 16,6$ mm ...maximální deformace od kombinace zatížení

$\delta_{z, \max} = \mathbf{16,6}$ mm ...finální průhyb příčle:

$$\delta_{z, \max} = \delta_1 + \delta_2 - \delta_0$$

$\delta_{z, \max} \leq L/300 =$	22,17	mm
$\delta_{z, 2} \leq L/600 =$	11,08	mm

VYHOVÍ

VYHOVÍ

R E S U M E :

Stávající průřezy OBK mají dostatečnou rezervu v únosnost a **vyhoví** na I. mezní stav i při navrhovaném nárůstu zatížení od střešní skladby.

Zvětšené průhyby v důsledku přitížení stále splňují normou stanovené limity relativních deformací pro daný typ HNK _OBK **vyhoví** na II. mezní stav.

3.3 SM střešní OK nad studovnou

Příhradové trubkové vazníky PV01 (i PV01.2) se statickým rozponem 7435 mm, při podélné rozteči 1660 ÷ 1775 mm, **nevyhoví!** Zejména průřez spodního pásu _TR 48/3.0_ nemá dostatečnou rezervu pro nárůst normálové síly. Mírně poddimenzovaný vychází i horní pás _TR 76/4, kde navíc není splněna potřebná šířka (rovná plocha) pro uložení trapézového plechu.

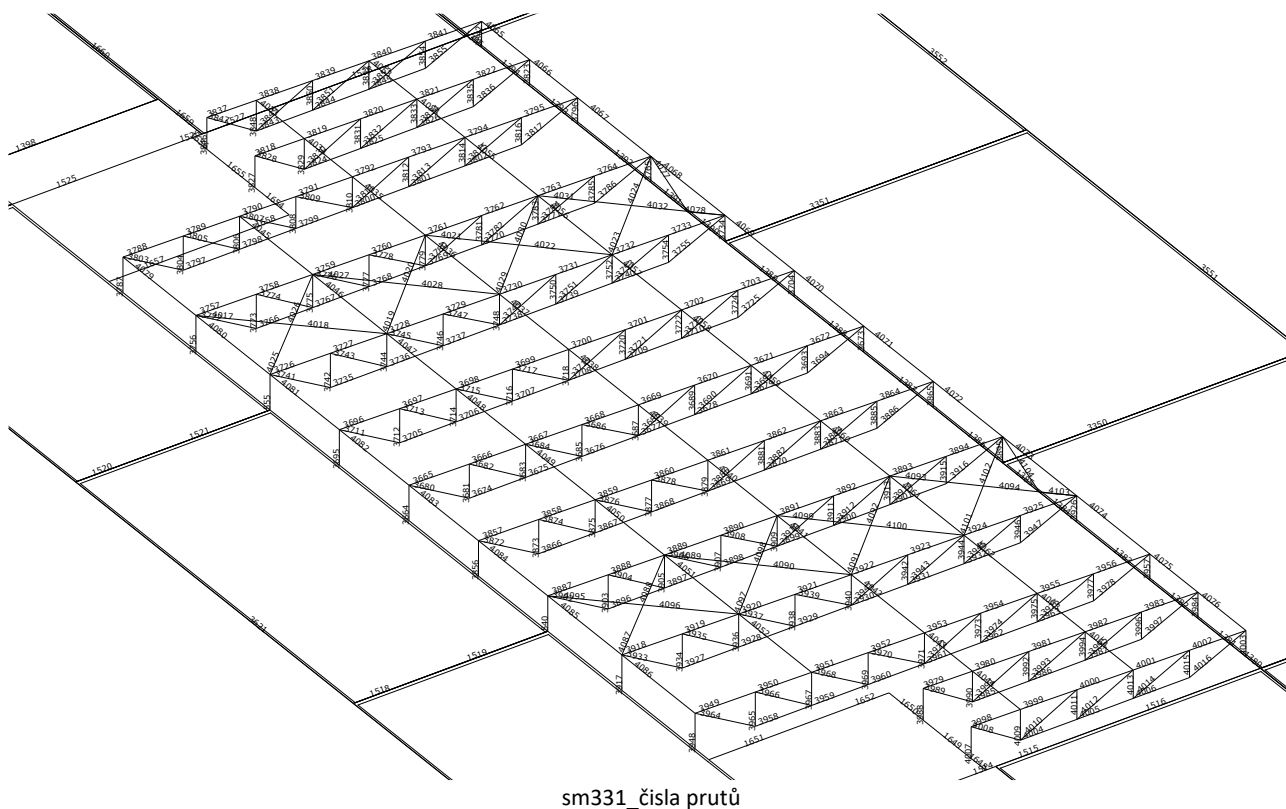
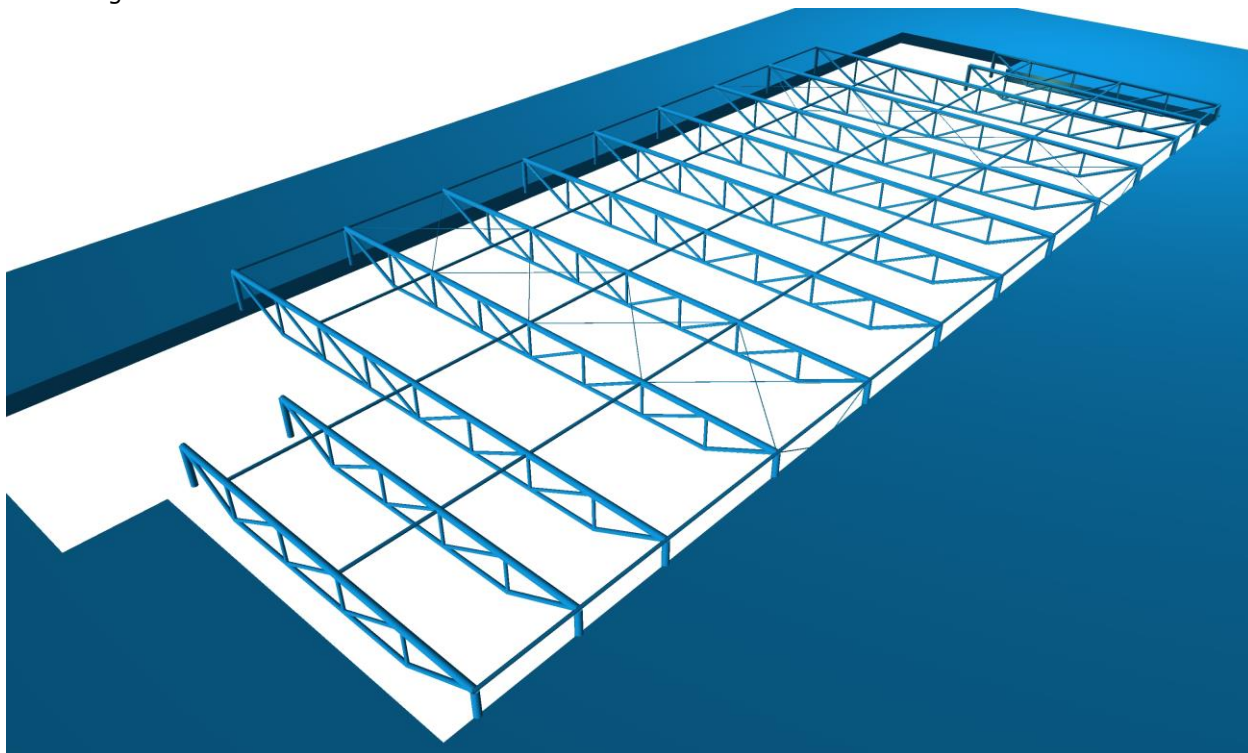
⇒ návrh: **zesílení horního i spodního pásu vazníků** pomocí navaření ohybaných tenkostěnných U profilů _pro HP (TR Ø76) je to **U 80/40/3**, pro SP (TR Ø48/3) potom **U 50/25/3**.

Zesilující příložky, tenkostěnné U-profilu, se spojitě přivaří k celé délce trubky. Příložkové profily mohou mít výřezy pro obejití stávajících prvků vodorovného ztužení (týká se HP vazníku).

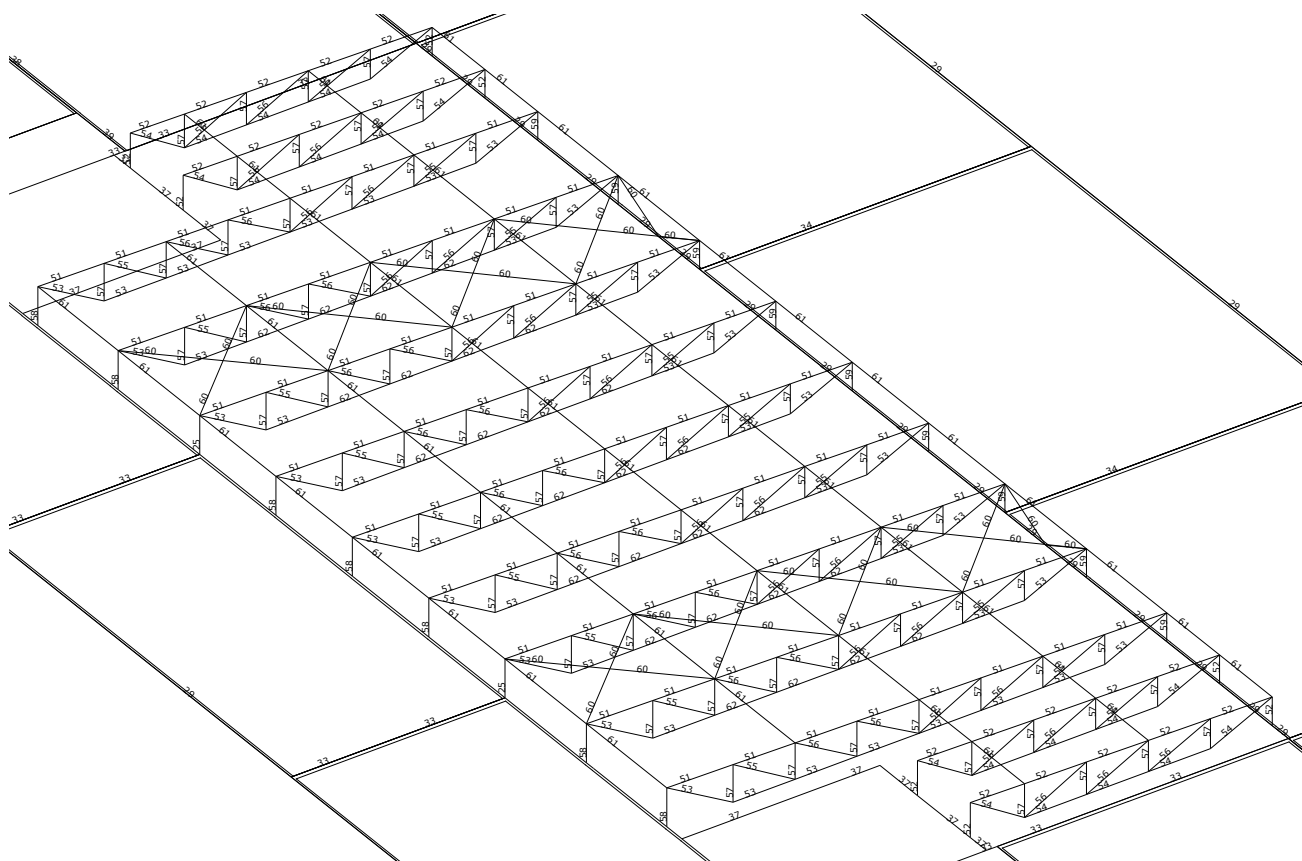
Pro potřeby SV a posouzení zesílené OK jsem dané průřezy modeloval jako trubkové profily se silnější stěnou. S ohledem na rozhodující posudky průřezů se jedná o přípustné zjednodušení, které je na straně bezpečné.

3.3.1 SM – vstupní data, zadání pro SV

rendering dílčího SM



sm331_číslo prutů



sm331_číslo průřezů OK

Základní data

Typ konstrukce : Obecný XYZ

Počet uzlů :	3790
Počet prutů :	4104
Počet maker 1D:	2461
Počet linií :	2067
Počet 2D maker :	706
Počet průřezů :	62
Počet stavů :	13
Počet materiálů:	4

Materiál

Jméno		
S 235		
	Pevnost v tahu	360.000 MPa
	Mez kluzu	235.000 MPa
	Modul E	210000.00 MPa
	Poissonův souč.	0.30
	Objemová hmotnost	0.000 kg/mm ³
	Roztažnost	1.2e-005 mm/mm.K
S 355		
	Pevnost v tahu	510.000 MPa
	Mez kluzu	355.000 MPa
	Modul E	210000.00 MPa
	Poissonův souč.	0.30
	Objemová hmotnost	0.000 kg/mm ³
	Roztažnost	1.2e-005 mm/mm.K
S 355		
	Pevnost v tahu	510.000 MPa
	Mez kluzu	355.000 MPa
	Modul E	210000.00 MPa

Jméno		
	Poissonův souč.	0.30
	Objemová hmotnost	0.000 kg/mm ³
	Roztažnost	1.2e-005 mm/mm.K
fiktivní deska		
	Modul E	0.00 MPa
	Poissonův souč.	0.01
	Objemová hmotnost	0.000 kg/mm ³
	Roztažnost	1.2e-005 mm/mm.K

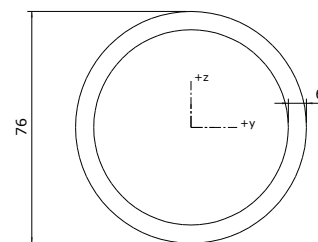
Průřezy**Průřez č. 51 - H.pas_zesileny + U80/40/3 (CHS(cf)76.1/6.0)**

Materiál : 1 - S 235

A :	1.320000e+003 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	8.180000e+005 mm ⁴	Iz :	8.180000e+005 mm ⁴
Iyz :	-1.873920e-007 mm ⁴	It :	1.623286e+006 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	2.150000e+004 mm ³	Welz :	2.150000e+004 mm ³
Wply :	2.908996e+004 mm ³	Wplz :	2.908996e+004 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	24.89 mm	iz :	24.89 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		238.77 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	76.10 mm	Tloušťka stojiny	6.00 mm
--------	----------	------------------	---------

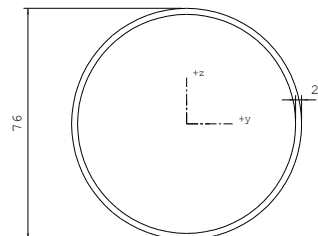
**Průřez č. 52 - H.pas02 (CHS(cf)76.1/2.0)**

Materiál : 1 - S 235

A :	4.660000e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	3.200000e+005 mm ⁴	Iz :	3.200000e+005 mm ⁴
Iyz :	4.601688e-008 mm ⁴	It :	6.391084e+005 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	8.400000e+003 mm ³	Welz :	8.400000e+003 mm ³
Wply :	1.081107e+004 mm ³	Wplz :	1.081107e+004 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	26.20 mm	iz :	26.20 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		238.77 mm	

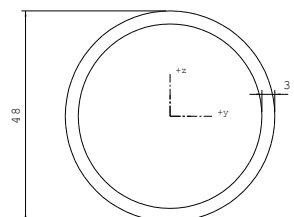
Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	76.10 mm	Tloušťka stojiny	2.00 mm
--------	----------	------------------	---------

**Průřez č. 53 - D.pas01 (CHS(cf)48.3/3.0)**

Materiál : 1 - S 235

A :	4.270000e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	1.100000e+005 mm ⁴	Iz :	1.100000e+005 mm ⁴
Iyz :	0.000000e+000 mm ⁴	It :	2.190311e+005 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	4.550000e+003 mm ³	Welz :	4.550000e+003 mm ³
Wply :	6.068044e+003 mm ³	Wplz :	6.068044e+003 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	16.05 mm	iz :	16.05 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm



A :	4.270000e+002 mm ²		
Obrys :		151.55 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	48.30 mm	Tloušťka stojiny	3.00 mm
--------	----------	------------------	---------

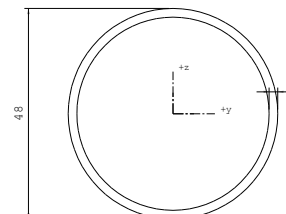
Průřez č. 54 - D.pas02 (CHS(cf)48.3/2.0)

Materiál : 1 - S 235

A :	2.910000e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	7.810000e+004 mm ⁴	Iz :	7.810000e+004 mm ⁴
Iyz :	-1.588202e-008 mm ⁴	It :	1.559060e+005 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	3.230000e+003 mm ³	Welz :	3.230000e+003 mm ³
Wply :	4.222393e+003 mm ³	Wplz :	4.222393e+003 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	16.38 mm	iz :	16.38 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		151.55 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	48.30 mm	Tloušťka stojiny	2.00 mm
--------	----------	------------------	---------

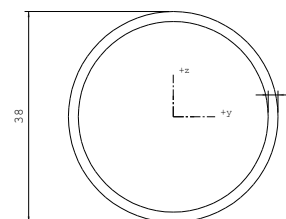
**Průřez č. 55 - Diag.01 (B38/1.8)**

Materiál : 1 - S 235

A :	2.027195e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	3.352955e+004 mm ⁴	Iz :	3.352955e+004 mm ⁴
Iyz :	-1.383302e-008 mm ⁴	It :	6.706379e+004 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	1.735060e+003 mm ³	Welz :	1.735060e+003 mm ³
Wply :	2.326499e+003 mm ³	Wplz :	2.326499e+003 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	12.86 mm	iz :	12.86 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		119.23 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	38.00 mm	Tloušťka stojiny	1.80 mm
--------	----------	------------------	---------

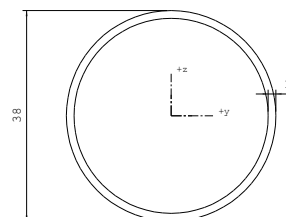
**Průřez č. 56 - Diag.02 (B38/1.4)**

Materiál : 1 - S 235

A :	1.594129e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	2.692548e+004 mm ⁴	Iz :	2.692548e+004 mm ⁴
Iyz :	0.000000e+000 mm ⁴	It :	5.390899e+004 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	1.393317e+003 mm ³	Welz :	1.393317e+003 mm ³
Wply :	1.849087e+003 mm ³	Wplz :	1.849087e+003 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	13.00 mm	iz :	13.00 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		119.23 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	38.00 mm	Tloušťka stojiny	1.40 mm
--------	----------	------------------	---------



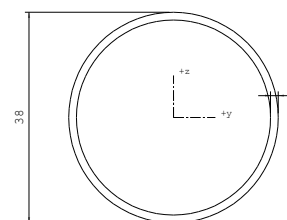
Průřez č. 57 - Svis.01 (B38/1.4)

Materiál : 1 - S 235

A :	1.594129e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	2.692548e+004 mm ⁴	Iz :	2.692548e+004 mm ⁴
Iyz :	0.000000e+000 mm ⁴	It :	5.390899e+004 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	1.393317e+003 mm ³	Welz :	1.393317e+003 mm ³
Wply :	1.849087e+003 mm ³	Wplz :	1.849087e+003 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	13.00 mm	iz :	13.00 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		119.23 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	38.00 mm	Tloušťka stojiny	1.40 mm
--------	----------	------------------	---------

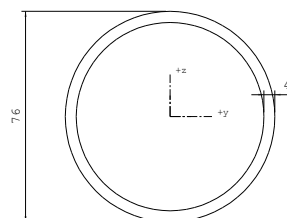
**Průřez č. 58 - konc.svis.01 (CHS(cf)76.1/4.0)**

Materiál : 1 - S 235

A :	9.060000e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	5.910000e+005 mm ⁴	Iz :	5.910000e+005 mm ⁴
Iyz :	4.115927e-008 mm ⁴	It :	1.177486e+006 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	1.550000e+004 mm ³	Welz :	1.550000e+004 mm ³
Wply :	2.048672e+004 mm ³	Wplz :	2.048672e+004 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	25.54 mm	iz :	25.54 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		238.77 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	76.10 mm	Tloušťka stojiny	4.00 mm
--------	----------	------------------	---------

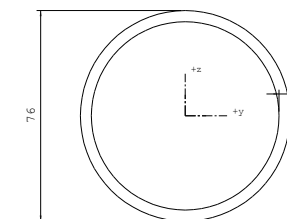
**Průřez č. 59 - konc.svis.02 (CHS(cf)76.1/4.0)**

Materiál : 1 - S 235

A :	9.060000e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	5.910000e+005 mm ⁴	Iz :	5.910000e+005 mm ⁴
Iyz :	4.115927e-008 mm ⁴	It :	1.177486e+006 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	1.550000e+004 mm ³	Welz :	1.550000e+004 mm ³
Wply :	2.048672e+004 mm ³	Wplz :	2.048672e+004 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	25.54 mm	iz :	25.54 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		238.77 mm	

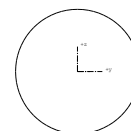
Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	76.10 mm	Tloušťka stojiny	4.00 mm
--------	----------	------------------	---------

**Průřez č. 60 - DETAN S355 (R10)**

Materiál : 3 - S 355

Druh posudku : Netypický průřez



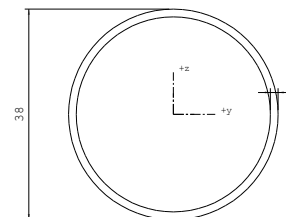
Průřez č. 61 - B38/1.4

Materiál : 1 - S 235

A :	1.594129e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	2.692548e+004 mm ⁴	Iz :	2.692548e+004 mm ⁴
Iyz :	0.000000e+000 mm ⁴	It :	5.390899e+004 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	1.393317e+003 mm ³	Welz :	1.393317e+003 mm ³
Wply :	1.849087e+003 mm ³	Wplz :	1.849087e+003 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	13.00 mm	iz :	13.00 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		119.23 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

Průměr	38.00 mm	Tloušťka stojiny	1.40 mm
--------	----------	------------------	---------

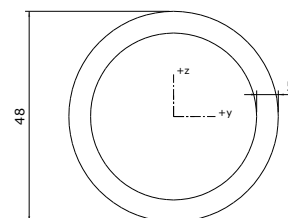
**Průřez č. 62 - D.pas_zesileny + U50/25/3 (CHS(cf)48.3/5.0)**

Materiál : 1 - S 235

A :	6.800000e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	1.620000e+005 mm ⁴	Iz :	1.620000e+005 mm ⁴
Iyz :	1.045246e-008 mm ⁴	It :	3.188038e+005 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	6.690000e+003 mm ³	Welz :	6.690000e+003 mm ³
Wply :	9.267625e+003 mm ³	Wplz :	9.267625e+003 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	15.43 mm	iz :	15.43 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		151.55 mm	

Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

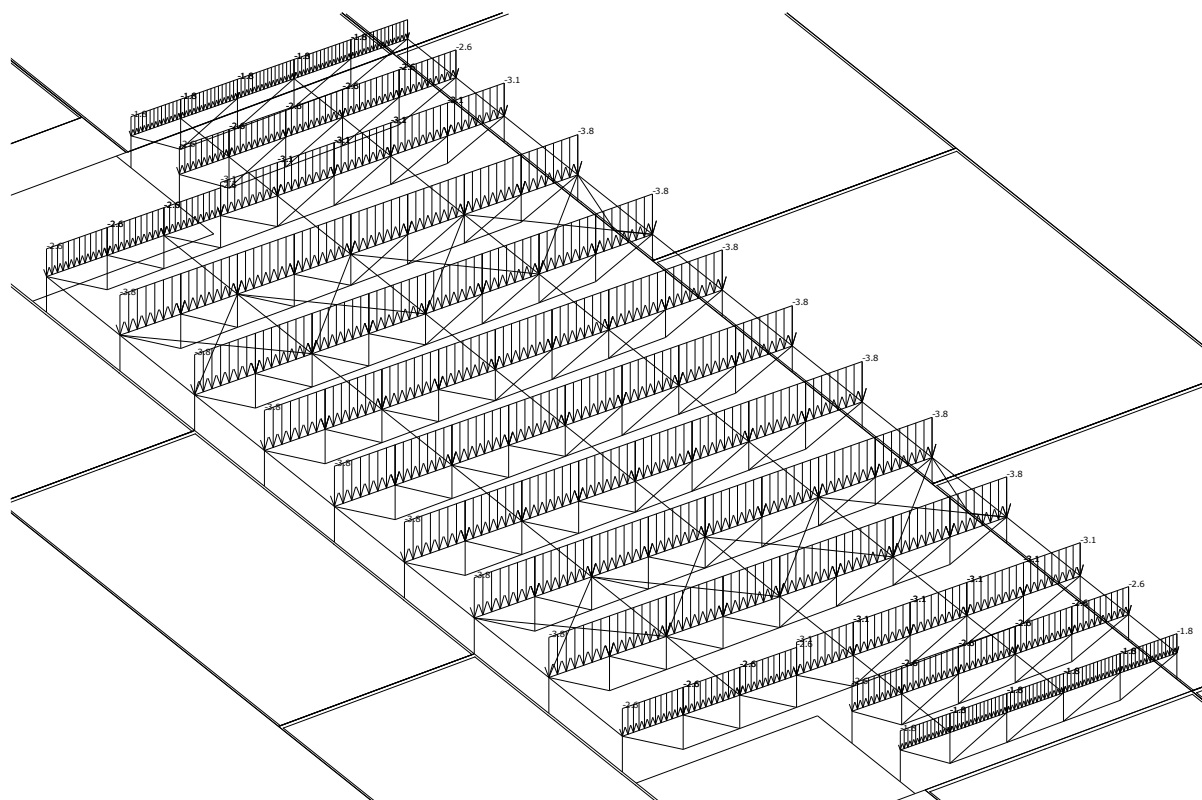
Průměr	48.30 mm	Tloušťka stojiny	5.00 mm
--------	----------	------------------	---------

**Zatěžovací stavy**

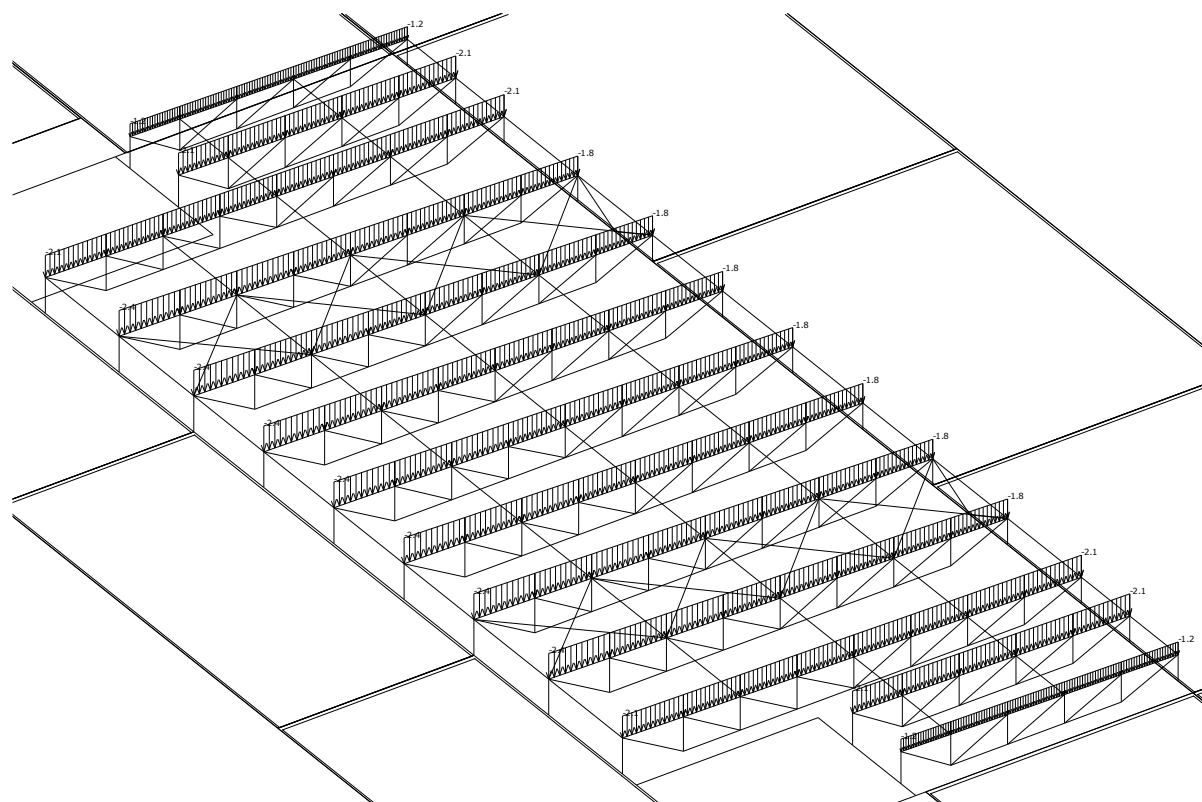
Stav	Jméno	Popis
1	G0 vlastní tíha	Stálé - Zatížení
2	G1 stálá zat. -plošná	Stálé - Zatížení
3	G2 stálá zat. -liniová	Stálé - Zatížení
4	Q1 proměnná zat.(vše)	Nahodilé - variable action Výběr.
5	Q1.1 šach 1	Nahodilé - variable action Výběr.
6	Q1.2 šach 2	Nahodilé - variable action Výběr.
7	Q2 užitná zat. -pochůzí střešy	Nahodilé - snow loads Výběr.
8	Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	Nahodilé - snow loads Výběr. Krátkodobé
9	Q W1.1 zat. větrem +X	Nahodilé - wind loads Výběr. Krátkodobé
10	Q W1.2 zat. větrem -X	Nahodilé - wind loads Výběr. Krátkodobé
11	Q W2.1 zat. větrem +Y	Nahodilé - wind loads Výběr. Krátkodobé
12	Q W2.2 zat. větrem -Y	Nahodilé - wind loads Výběr. Krátkodobé
13	test stability_01	Stálé - Zatížení

Skupina nahodilých zatížení

Jméno	Výběr.	Popis
variable action	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat A : obytné
snow loads	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat A : obytné
variable action 2	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat A : obytné
wind loads	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat A : obytné



Spojitá zatížení. Zatěžovací stavy - 2



Spojitá zatížení. Zatěžovací stavy - 8

Kombinace

Kombi	Norma	Stav	souč.
1.STR/GEO_6.10a - 1	Zadaná - únosnost	1 G0 vlastní tíha	1.00
		2 G1 stálá zat. -plošná	1.00
		3 G2 stálá zat. -liniová	1.00
		4 Q1 proměnná zat.(vše)	0.70
		5 Q1.1 šach 1	0.70
		6 Q1.2 šach 2	0.70
		7 Q2 užitná zat. -pochůzí střešy	0.70
		8 Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	0.50
		9 Q W1.1 zat. větrem +X	0.60
		10 Q W1.2 zat. větrem -X	0.60
		11 Q W2.1 zat. větrem +Y	0.60
		12 Q W2.2 zat. větrem -Y	0.60
2.STR/GEO_6.10b - 1		1 G0 vlastní tíha	0.85
		2 G1 stálá zat. -plošná	0.85
		3 G2 stálá zat. -liniová	0.85
		4 Q1 proměnná zat.(vše)	1.00
		5 Q1.1 šach 1	1.00
		6 Q1.2 šach 2	1.00
		7 Q2 užitná zat. -pochůzí střešy	1.00
		8 Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	0.50
		9 Q W1.1 zat. větrem +X	0.60
		10 Q W1.2 zat. větrem -X	0.60
		11 Q W2.1 zat. větrem +Y	0.60
		12 Q W2.2 zat. větrem -Y	0.60
3.STR/GEO_6.10b - 2		1 G0 vlastní tíha	0.85
		2 G1 stálá zat. -plošná	0.85
		3 G2 stálá zat. -liniová	0.85
		4 Q1 proměnná zat.(vše)	0.70
		5 Q1.1 šach 1	0.70
		6 Q1.2 šach 2	0.70
		7 Q2 užitná zat. -pochůzí střešy	0.70
		8 Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	1.00
		9 Q W1.1 zat. větrem +X	0.60
		10 Q W1.2 zat. větrem -X	0.60
		11 Q W2.1 zat. větrem +Y	0.60
		12 Q W2.2 zat. větrem -Y	0.60
4.STR/GEO_6.10b - 3		1 G0 vlastní tíha	0.85
		2 G1 stálá zat. -plošná	0.85
		3 G2 stálá zat. -liniová	0.85
		4 Q1 proměnná zat.(vše)	0.70
		5 Q1.1 šach 1	0.70
		6 Q1.2 šach 2	0.70
		7 Q2 užitná zat. -pochůzí střešy	0.70
		8 Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	0.50
		9 Q W1.1 zat. větrem +X	1.00
		10 Q W1.2 zat. větrem -X	1.00
		11 Q W2.1 zat. větrem +Y	1.00
		12 Q W2.2 zat. větrem -Y	1.00
5.Deformace_6.14 - 1	Zadaná - použitelnost	1 G0 vlastní tíha	1.00
		2 G1 stálá zat. -plošná	1.00
		3 G2 stálá zat. -liniová	1.00
		4 Q1 proměnná zat.(vše)	1.00
		5 Q1.1 šach 1	1.00
		6 Q1.2 šach 2	1.00
		7 Q2 užitná zat. -pochůzí střešy	1.00
		8 Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	0.50
		9 Q W1.1 zat. větrem +X	0.60
		10 Q W1.2 zat. větrem -X	0.60
		11 Q W2.1 zat. větrem +Y	0.60
		12 Q W2.2 zat. větrem -Y	0.60
6.Deformace_6.14 - 2		1 G0 vlastní tíha	1.00
		2 G1 stálá zat. -plošná	1.00
		3 G2 stálá zat. -liniová	1.00
		4 Q1 proměnná zat.(vše)	0.70
		5 Q1.1 šach 1	0.70
		6 Q1.2 šach 2	0.70
		7 Q2 užitná zat. -pochůzí střešy	0.70

Kombi	Norma	Stav	souč.
		8 Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	1.00
		9 Q W1.1 zat. větrem +X	0.60
		10 Q W1.2 zat. větrem -X	0.60
		11 Q W2.1 zat. větrem +Y	0.60
		12 Q W2.2 zat. větrem -Y	0.60
7.Deformace 6.14 - 3		1 G0 vlastní tíha	1.00
		2 G1 stálá zat. -plošná	1.00
		3 G2 stálá zat. -liniová	1.00
		4 Q1 proměnná zat.(vše)	0.70
		5 Q1.1 šach 1	0.70
		6 Q1.2 šach 2	0.70
		7 Q2 užitná zat. -pochůzí střechy	0.70
		8 Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	0.50
		9 Q W1.1 zat. větrem +X	1.00
		10 Q W1.2 zat. větrem -X	1.00
		11 Q W2.1 zat. větrem +Y	1.00
		12 Q W2.2 zat. větrem -Y	1.00

Výpis nebezpečných kombinací na únosnost

- 1/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3
- 2/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3
- 3/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.75*ZS8
- 4/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4
- 5/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5
- 6/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6
- 7/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS7
- 8/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS8
- 9/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS9
- 10/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.90*ZS9
- 11/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS10
- 12/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.90*ZS10
- 13/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS11
- 14/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.90*ZS11
- 15/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS12
- 16/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.90*ZS12
- 17/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4
- 18/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5
- 19/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6
- 20/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS7
- 21/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.75*ZS8
- 22/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.75*ZS8
- 23/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.75*ZS8
- 24/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+0.75*ZS8+1.50*ZS9
- 25/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.75*ZS8+0.90*ZS9
- 26/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+0.75*ZS8+1.50*ZS10
- 27/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.75*ZS8+0.90*ZS10
- 28/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+0.75*ZS8+1.50*ZS11
- 29/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.75*ZS8+0.90*ZS11
- 30/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+0.75*ZS8+1.50*ZS12
- 31/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+0.75*ZS8+0.90*ZS12
- 32/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8
- 33/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.90*ZS9
- 34/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8
- 35/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.90*ZS10
- 36/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.90*ZS9
- 37/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8
- 38/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.90*ZS10
- 39/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.90*ZS11
- 40/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.90*ZS9
- 41/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.90*ZS11
- 42/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.90*ZS10
- 43/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.90*ZS12
- 44/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS7+0.90*ZS9
- 45/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.90*ZS12
- 46/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.90*ZS11
- 47/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS7+0.90*ZS10
- 48/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS8+0.90*ZS9
- 49/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.90*ZS12
- 50/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS7+0.90*ZS11
- 51/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS8+0.90*ZS10
- 52/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS7+0.90*ZS12
- 53/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS8+0.90*ZS11
- 54/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS8+0.90*ZS12
- 55/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS8
- 56/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS9
- 57/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS8
- 58/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.90*ZS9
- 59/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS10
- 60/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS9
- 61/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS8
- 62/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.90*ZS10

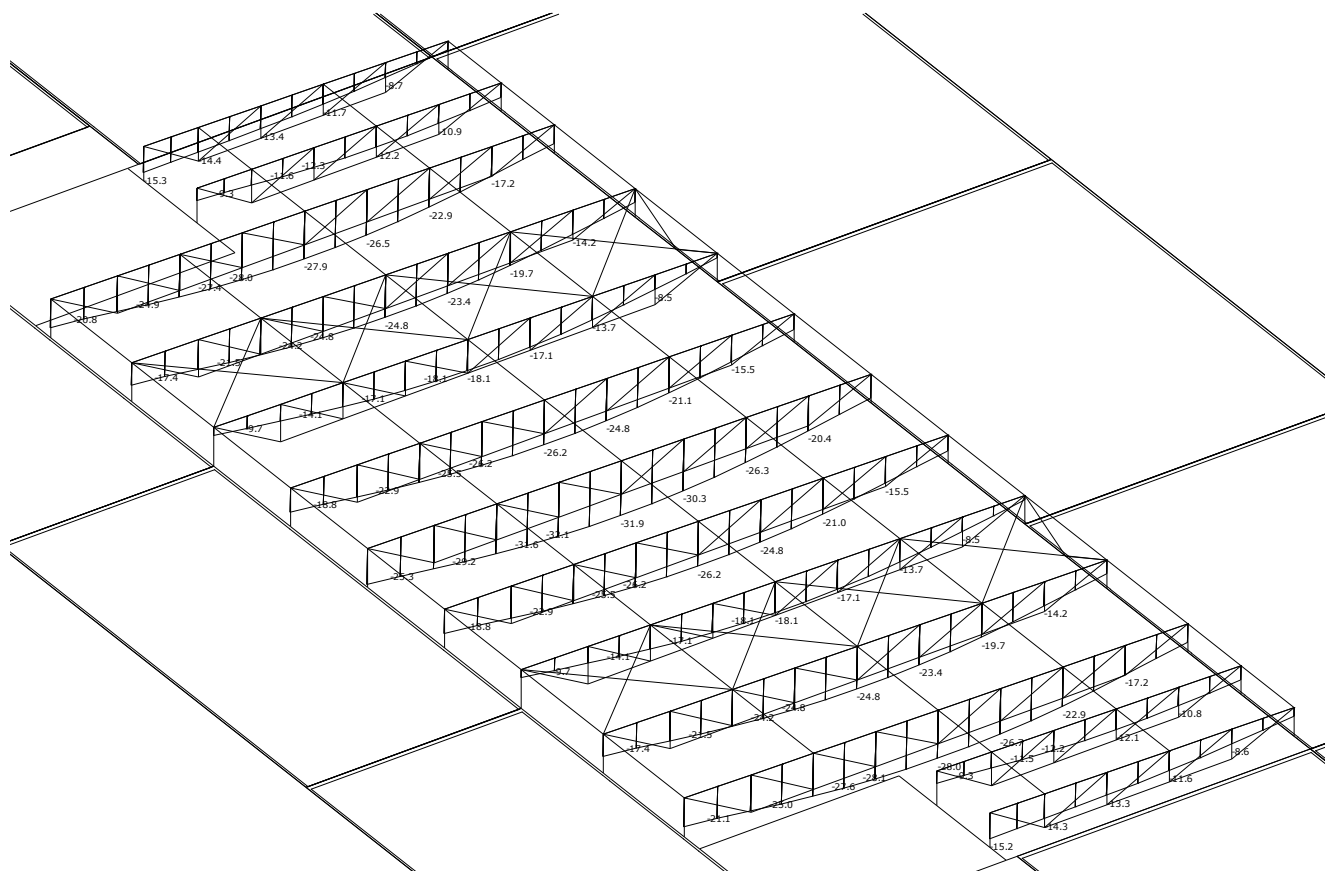
63/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.90*ZS9
64/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS9
65/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS10
66/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS11
67/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.90*ZS11
68/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.90*ZS10
69/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.90*ZS9
70/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS11
71/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS12
72/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS10
73/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS7+1.50*ZS9
74/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.90*ZS11
75/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.90*ZS12
76/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS7+0.90*ZS9
77/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.90*ZS10
78/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS12
79/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS11
80/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS7+1.50*ZS10
81/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.90*ZS12
82/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.90*ZS11
83/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS7+0.90*ZS10
84/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS12
85/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS7+1.50*ZS11
86/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS7+0.90*ZS11
87/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.90*ZS12
88/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS7+1.50*ZS12
89/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS7+0.90*ZS12
90/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7
91/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7
92/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7
93/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+1.50*ZS7
94/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+1.50*ZS7
95/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+1.50*ZS7
96/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.75*ZS8+0.90*ZS9
97/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.75*ZS8+0.90*ZS9
98/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.75*ZS8+0.90*ZS10
99/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.75*ZS8+0.90*ZS11
100/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.75*ZS8+0.90*ZS10
101/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.75*ZS8+0.90*ZS9
102/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.75*ZS8+0.90*ZS10
103/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+0.75*ZS8+0.90*ZS12
104/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.75*ZS8+0.90*ZS11
105/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+0.75*ZS8+0.90*ZS12
106/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.75*ZS8+0.90*ZS11
107/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+0.75*ZS8+0.90*ZS12
108/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8+1.50*ZS9
109/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8+0.90*ZS9
110/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8+1.50*ZS10
111/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8+1.50*ZS9
112/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8+0.90*ZS9
113/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8+0.90*ZS10
114/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8+1.50*ZS10
115/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8+1.50*ZS11
116/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8+1.50*ZS9
117/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8+0.90*ZS11
118/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8+0.90*ZS10
119/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8+0.90*ZS9
120/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8+1.50*ZS10
121/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8+1.50*ZS12
122/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8+1.50*ZS11
123/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+0.75*ZS8+0.90*ZS12
124/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8+0.90*ZS11
125/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8+0.90*ZS10
126/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8+1.50*ZS12
127/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8+1.50*ZS11
128/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+0.75*ZS8+0.90*ZS12
129/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8+0.90*ZS11
130/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8+1.50*ZS12
131/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+0.75*ZS8+0.90*ZS12
132/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS8+0.90*ZS9
133/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS8+0.90*ZS9
134/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS8+0.90*ZS10
135/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS8+0.90*ZS9
136/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS8+0.90*ZS10
137/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS8+0.90*ZS11
138/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS8+0.90*ZS11
139/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS8+0.90*ZS10
140/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.50*ZS8+0.90*ZS12
141/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS8+0.90*ZS11
142/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.50*ZS8+0.90*ZS12
143/ 3 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.50*ZS8+0.90*ZS12
144/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7+1.50*ZS9
145/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7+0.90*ZS9
146/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7+1.50*ZS10

147/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7+1.50*ZS9
 148/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7+0.90*ZS10
 149/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7+0.90*ZS9
 150/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7+1.50*ZS9
 151/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7+1.50*ZS11
 152/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7+1.50*ZS10
 153/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7+0.90*ZS11
 154/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7+0.90*ZS10
 155/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7+0.90*ZS9
 156/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7+1.50*ZS11
 157/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7+1.50*ZS12
 158/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7+1.50*ZS10
 159/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS4+1.05*ZS7+0.90*ZS12
 160/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7+0.90*ZS10
 161/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7+0.90*ZS11
 162/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7+1.50*ZS11
 163/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7+1.50*ZS12
 164/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7+0.90*ZS11
 165/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS5+1.05*ZS7+0.90*ZS12
 166/ 4 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7+1.50*ZS12
 167/ 1 : +1.35*ZS1+1.35*ZS2+1.35*ZS3+1.05*ZS6+1.05*ZS7+0.90*ZS12
 168/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+1.50*ZS7+0.90*ZS9
 169/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+1.50*ZS7+0.90*ZS10
 170/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+1.50*ZS7+0.90*ZS9
 171/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+1.50*ZS7+0.90*ZS9
 172/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+1.50*ZS7+0.90*ZS11
 173/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+1.50*ZS7+0.90*ZS10
 174/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+1.50*ZS7+0.90*ZS11
 175/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+1.50*ZS7+0.90*ZS10
 176/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS4+1.50*ZS7+0.90*ZS12
 177/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+1.50*ZS7+0.90*ZS11
 178/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS5+1.50*ZS7+0.90*ZS12
 179/ 2 : +1.15*ZS1+1.15*ZS2+1.15*ZS3+1.50*ZS6+1.50*ZS7+0.90*ZS12

Výpis nebezpečných kombinací na použitelnost

1/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3
 2/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4
 3/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5
 4/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6
 5/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS7
 6/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS8
 7/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS9
 8/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS10
 9/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS11
 10/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS12
 11/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.50*ZS8
 12/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.50*ZS8
 13/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.50*ZS8
 14/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.50*ZS8+1.00*ZS9
 15/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.50*ZS8+1.00*ZS10
 16/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.50*ZS8+1.00*ZS11
 17/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.50*ZS8+1.00*ZS12
 18/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.60*ZS9
 19/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.60*ZS10
 20/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.60*ZS9
 21/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.60*ZS11
 22/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.60*ZS10
 23/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.60*ZS9
 24/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.60*ZS11
 25/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.60*ZS12
 26/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.60*ZS10
 27/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS7+0.60*ZS9
 28/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.60*ZS12
 29/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.60*ZS11
 30/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS7+0.60*ZS10
 31/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS8+0.60*ZS9
 32/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.60*ZS12
 33/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS7+0.60*ZS11
 34/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS8+0.60*ZS10
 35/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS7+0.60*ZS12
 36/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS8+0.60*ZS11
 37/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS8+0.60*ZS12
 38/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS8
 39/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS9
 40/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS8
 41/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS10
 42/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS9
 43/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS8
 44/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS10
 45/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS9
 46/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS11
 47/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS11
 48/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS10
 49/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS7+1.00*ZS9

50/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS12
51/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS11
52/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS12
53/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS7+1.00*ZS10
54/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS12
55/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS7+1.00*ZS11
56/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS7+1.00*ZS12
57/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+1.00*ZS7
58/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+1.00*ZS7
59/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+1.00*ZS7
60/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.50*ZS8+0.60*ZS9
61/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.50*ZS8+0.60*ZS9
62/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.50*ZS8+0.60*ZS10
63/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.50*ZS8+0.60*ZS11
64/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.50*ZS8+0.60*ZS10
65/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.50*ZS8+0.60*ZS9
66/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.50*ZS8+0.60*ZS10
67/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+0.50*ZS8+0.60*ZS12
68/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.50*ZS8+0.60*ZS11
69/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+0.50*ZS8+0.60*ZS12
70/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.50*ZS8+0.60*ZS11
71/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+0.50*ZS8+0.60*ZS12
72/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+0.50*ZS8+1.00*ZS9
73/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+0.50*ZS8+1.00*ZS9
74/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+0.50*ZS8+1.00*ZS10
75/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+0.50*ZS8+1.00*ZS10
76/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+0.50*ZS8+1.00*ZS9
77/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+0.50*ZS8+1.00*ZS11
78/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+0.50*ZS8+1.00*ZS12
79/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+0.50*ZS8+1.00*ZS11
80/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+0.50*ZS8+1.00*ZS10
81/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+0.50*ZS8+1.00*ZS11
82/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+0.50*ZS8+1.00*ZS12
83/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+0.50*ZS8+1.00*ZS12
84/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS8+0.60*ZS9
85/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS8+0.60*ZS9
86/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS8+0.60*ZS10
87/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS8+0.60*ZS11
88/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS8+0.60*ZS9
89/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS8+0.60*ZS10
90/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+1.00*ZS8+0.60*ZS12
91/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS8+0.60*ZS11
92/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS8+0.60*ZS10
93/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+1.00*ZS8+0.60*ZS12
94/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS8+0.60*ZS11
95/ 2 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+1.00*ZS8+0.60*ZS12
96/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+0.70*ZS7+1.00*ZS9
97/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+0.70*ZS7+1.00*ZS9
98/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+0.70*ZS7+1.00*ZS10
99/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+0.70*ZS7+1.00*ZS9
100/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+0.70*ZS7+1.00*ZS10
101/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+0.70*ZS7+1.00*ZS11
102/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+0.70*ZS7+1.00*ZS10
103/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS4+0.70*ZS7+1.00*ZS12
104/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+0.70*ZS7+1.00*ZS11
105/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS5+0.70*ZS7+1.00*ZS12
106/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+0.70*ZS7+1.00*ZS11
107/ 3 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+0.70*ZS6+0.70*ZS7+1.00*ZS12
108/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+1.00*ZS7+0.60*ZS9
109/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+1.00*ZS7+0.60*ZS10
110/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+1.00*ZS7+0.60*ZS9
111/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+1.00*ZS7+0.60*ZS11
112/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+1.00*ZS7+0.60*ZS9
113/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+1.00*ZS7+0.60*ZS10
114/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS4+1.00*ZS7+0.60*ZS12
115/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+1.00*ZS7+0.60*ZS10
116/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+1.00*ZS7+0.60*ZS11
117/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+1.00*ZS7+0.60*ZS11
118/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS5+1.00*ZS7+0.60*ZS12
119/ 1 : +1.00*ZS1+1.00*ZS2+1.00*ZS3+1.00*ZS6+1.00*ZS7+0.60*ZS12



makro	prut	kombi	dx [mm]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
2217	3665	76	0.0	9.60	-0.28	-16.11	-0.07	2.38	-0.02
2273	3764	75	920.2	-9.24	1.12	-6.95	-2.13	-6.70	0.34
		79		0.08	4.13	-7.07	-2.31	-5.38	0.29
2374	3925	83		0.27	-4.10	-7.18	2.36	-4.41	-0.28
2217	3668	89	460.1	-3.56	0.06	-32.10	-0.05	0.37	0.02



relativní průhyby vazníků

Skupina maker :2217,2236,2254,2273,2292,2310,2323,2337,2355,2374,2393,2411,2424
Skupina kombinací na použitelnost :1/119

makro	prut	kombi	dx [mm]	ux	uy	uz	fix	fiy	fiz
2411	3981	90	0.0	1 / 10000	1 / 10000	1 / 1082	0.00	0.00	0.00
2323	3839	37		1 / 10000	1 / 10000	1 / 1667	0.00	0.00	0.00
2355	3890	90	920.2	1 / 10000	1 / 10000	1 / 508	0.00	0.00	0.00

Vnitřní síly na makru(ech). Globální extrém

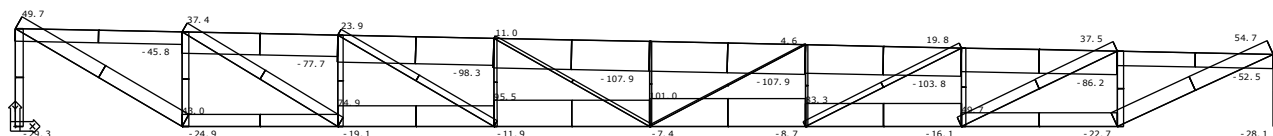
Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina maker

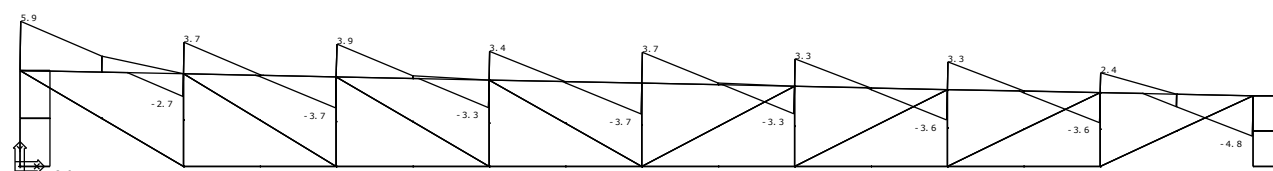
:2217,2219,2236,2238,2254,2256,2273,2275,2292,2294,2310,2312,2323,2325,2337,2339,2355,2357,2374,2376,2393,2395,2411,2413,2424,2426

Skupina kombinací na únosnost :1/179

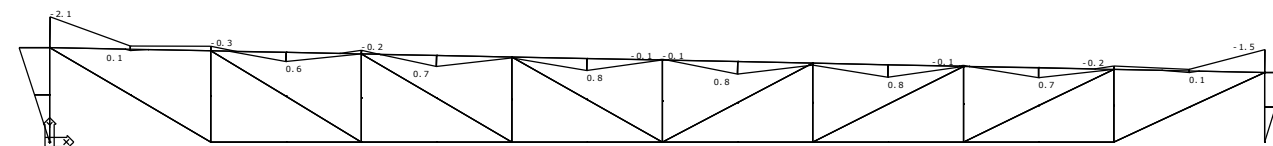
makro	prut	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
2256	3738	136	0.0	104.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
2374	3922	135	920.2	-108.60	-0.03	-3.27	-0.05	0.12	-0.02
2355	3893	129	0.0	-76.31	0.06	2.95	-0.04	-0.05	-0.04
2254	3732	131		-75.96	-0.06	2.86	0.03	-0.03	0.04
2273	3757	51		-44.35	0.00	6.52	0.05	-2.60	-0.00
2337	3864	143	920.2	-52.33	0.02	-4.86	-0.02	-1.56	0.02
2273	3757	140	0.0	-44.40	0.00	6.44	0.06	-2.54	-0.01
2374	3925	138		-52.75	0.04	3.04	-0.06	-0.33	-0.01
2292	3793	136	460.1	-90.60	0.03	-0.22	0.05	0.87	0.03
2355	3894	129	920.2	-45.70	0.06	-4.20	-0.04	-1.23	0.07
2254	3733	31		-45.71	-0.06	-3.21	0.04	-0.47	-0.07



Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/179



Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/179



Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/179

prut	pr.č.	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
3677	62	136	0.0	101.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3668	51	143	920.2	-107.88	-0.00	-3.65	0.00	-0.06	0.00
3665	51	141		-45.41	0.01	5.86	-0.01	-2.07	-0.01
3672			920.2	-52.35	0.01	-4.82	-0.01	-1.52	0.01
		141		-28.08	0.02	-3.63	0.01	1.53	-0.01
3664	58		570.0	-29.20	-0.01	-3.63	0.01	-2.07	-0.01

3.3.3 posouzení zesílené střešní OK

Posouzení průřezů OK dle normy ČSN EN 1993-1-1. Stávající průřezy svislic a diagonál. **Zesílené průřezy horního a spodního pásu v případě vazníků PV01 a PV01.2.**

Průřez : 51 - H.pas_zesileny + U80/40/3 (CHS(cf)76.1/6.0)

Makro 2374	Prut 3922	H.pas_zesileny + U80/40/3	S 235	Únos. kom 135	0.64
------------	-----------	---------------------------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-108.53	-0.03	0.20	-0.05	0.83	-0.01

Kritický posudek v místě 0.46 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	neposuvné	
Štíhlost	40.17	80.34	
Redukovaná štíhlost	0.43	0.86	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce	0.34	0.34	
Redukční součinitel	0.91	0.69	
Délka	0.92	0.92	m
Součinitel vzpěru	1.09	2.17	
Vzpěrná délka	1.00	2.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	1695.40	423.85	kN

LTB		
Délka klopení	0.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.53	
C2	0.48	
C3	2.64	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Vy	0.00 < 1
Vz	0.00 < 1
M	0.02 < 1

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.51 < 1
Klopení	0.12 < 1
Tlak + moment	0.64 < 1
Tlak + klopení	0.63 < 1

Průřez : 52 - H.pas02 (CHS(cf)76.1/2.0)

Makro 2310	Prut 3821	H.pas02	S 235	Únos. kom 141	0.60
------------	-----------	---------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-33.70	-0.02	-0.07	0.02	0.40	0.01

Kritický posudek v místě 0.46 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	neposuvné	
Štíhlost	38.16	76.32	
Redukovaná štíhlost	0.41	0.81	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce	0.34	0.34	
Redukční součinitel	0.92	0.72	
Délka	0.92	0.92	m
Součinitel vzpěru	1.09	2.17	
Vzpěrná délka	1.00	2.00	m
Kritické Eulerovo zatížení	663.24	165.81	kN

LTB		
Délka klopení	0.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.68	
C2	1.34	
C3	2.64	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Vy	0.00 < 1
Vz	0.00 < 1
M	0.03 < 1

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.43 < 1
Klopení	0.16 < 1
Tlak + moment	0.60 < 1
Tlak + klopení	0.59 < 1

Průřez : 53 - D.pas01 (CHS(cf)48.3/3.0)

Makro 2294	Prut 3800	D.pas01	S 235	Únos. kom 136	0.87
-------------------	------------------	----------------	--------------	----------------------	-------------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
87.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kritický posudek v místě 0.00 m

LTB		
Délka klopení	0.92	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.00	
C2	0.00	
C3	1.00	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
N	0.87 < 1

Průřez : 54 - D.pas02 (CHS(cf)48.3/2.0)

Makro 2312	Prut 3825	D.pas02	S 235	Únos. kom 136	0.48
-------------------	------------------	----------------	--------------	----------------------	-------------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
32.52	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kritický posudek v místě 0.00 m

LTB		
Délka klopení	0.92	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.00	
C2	0.00	
C3	1.00	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
N	0.48 < 1

Průřez : 55 - Diag.01 (B38/1.8)

Makro 2278	Prut 3774	Diag.01	S 235	Únos. kom 136	0.80
------------	-----------	---------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
38.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kritický posudek v místě 0.00 m

LTB	
Délka klopení	1.07 m
k	1.00
kw	1.00
C1	1.00
C2	0.00
C3	1.00

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
N	0.80 < 1

Průřez : 56 - Diag.02 (B38/1.4)

Makro 2280	Prut 3776	Diag.02	S 235	Únos. kom 136	0.65
------------	-----------	---------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
24.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kritický posudek v místě 0.00 m

LTB	
Délka klopení	1.06 m
k	1.00
kw	1.00
C1	1.00
C2	0.00
C3	1.00

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
N	0.65 < 1

Průřez : 57 - Svis.01 (B38/1.4)

Makro 2258	Prut 3742	Svis.01	S 235	Únos. kom 136	0.79
------------	-----------	---------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-26.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kritický posudek v místě 0.00 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	neposuvné	
Štíhlost	42.33	42.33	
Redukovaná štíhlost	0.45	0.45	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce	0.34	0.34	
Redukční součinitel	0.91	0.91	
Délka	0.55	0.55	m

Parametry vzpěru	yy	zz	
Součinitel vzpěru	1.00	1.00	
Vzpěrná délka	0.55	0.55	m
Kritické Eulerovo zatížení	184.42	184.42	kN

LTB		
Délka klopení	0.55	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.00	
C2	0.00	
C3	1.00	

zatížení v těžišti

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.79 < 1
Tlak + moment	0.79 < 1
Tlak + klopení	0.79 < 1

Průřez : 58 - konc.svis.01 (CHS(cf)76.1/4.0)

Makro 2272	Prut 3756	konc.svis.01	S 235	Únos. kom 51	0.69
------------	-----------	--------------	-------	--------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-29.43	0.09	-4.56	0.00	-2.60	0.05

Kritický posudek v místě 0.57 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	neposuvné	
Štíhlost	19.14	22.17	
Redukovaná štíhlost	0.20	0.24	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce	0.34	0.34	
Redukční součinitel	1.00	0.99	
Délka	0.57	0.57	m
Součinitel vzpěru	0.86	0.99	
Vzpěrná délka	0.49	0.57	m
Kritické Eulerovo zatížení	5125.54	3819.11	kN

LTB		
Délka klopení	0.57	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.88	
C2	0.00	
C3	0.94	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Vy	0.00 < 1
Vz	0.06 < 1
M	0.29 < 1

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.14 < 1
Klopení	0.54 < 1
Tlak + moment	0.67 < 1
Tlak + klopení	0.69 < 1

Průřez : 59 - konc.svis.02 (CHS(cf)76.1/4.0)

Makro 2394	Prut 3957	konc.svis.02	S 235	Únos. kom 140	0.47
------------	-----------	--------------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-25.16	0.12	-3.89	0.04	1.63	-0.05

Kritický posudek v místě 0.00 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	neposuvné	
Štíhlost	14.80	15.91	
Redukovaná štíhlost	0.16	0.17	
Vzpěr. křivka	b	b	
Imperfekce	0.34	0.34	
Redukční součinitel	1.00	1.00	
Délka	0.42	0.42	m
Součinitel vzpěru	0.90	0.97	
Vzpěrná délka	0.38	0.41	m
Kritické Eulerovo zatížení	8577.73	7416.65	kN

LTB		
Délka klopení	0.42	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.88	
C2	0.00	
C3	0.94	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Vy	0.00 < 1
Vz	0.05 < 1
M	0.12 < 1

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.12 < 1
Klopení	0.34 < 1
Tlak + moment	0.46 < 1
Tlak + klopení	0.47 < 1

Průřez : 62 - D.pas_zesileny + U50/25/3 (CHS(cf)48.3/5.0)

Makro 2256	Prut 3738	D.pas_zesileny + U50/25/3	S 235	Únos. kom 136	0.65
------------	-----------	---------------------------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
104.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Kritický posudek v místě 0.00 m

LTB		
Délka klopení	0.92	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.00	
C2	0.00	
C3	1.00	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
N	0.65 < 1

R E S U M E :**Zesílená OK vyhoví** na I. mezní stav, únosnost, při nové střešní skladbě.Zesílená OK také splňuje normou stanovené limity relativních deformací pro daný typ NK (vazník) _OK **vyhoví** na II. mezní stav.

Vnitřní síly na prutu(ech). Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů :1/4104

Skupina kombinací na únosnost :1/179

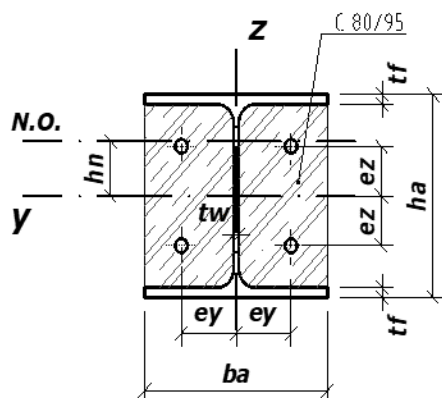
Průřez : 23 - SL18 (HEA180)

prut	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
775	123	0.0	-803.01	1.85	-3.38	-0.00	0.00	0.00
2576	171		-37.04	6.46	-3.27	0.00	18.33	-23.53
2567	130		-39.09	-5.99	-3.45	0.00	18.81	12.23
767	121		-62.85	3.55	22.98	-0.00	-6.12	-0.70
2572	109		-61.59	0.54	-14.79	-0.00	51.50	-1.23
2568	78		-10.25	-0.02	-8.16	0.04	5.79	0.02
	116		-12.46	-0.21	0.66	-0.09	-14.54	0.36
766	176		-53.83	1.34	13.85	0.00	-48.46	-4.43
2575	39	4600.0	-133.61	5.56	-4.28	-0.02	-19.70	25.54

Celkový nárůst normálové síly nejvíce zatíženého sloupu je cca 50,0 kN oproti stávajícímu stavu.

4.1.2 posudek SL18 (R45) – 1.pp

sloup Ha 18	HEA 180 + C + 4ΦR16	l = 4250 mm	
	<i>vybetonovaný mezi pásnicemi</i>	<i>systémová délka</i>	
ocel: f_{ak} 355 MPa výztuž: f_{sk} 490 MPa beton: f_{ck} 80 MPa		Ea	2,10E+05 MPa
		Es	2,10E+05 MPa
		Ecm	4,80E+04 MPa



Ocelový profil	Aa	4525 mm²
	ha	171 mm
	ba	180 mm
	bf	180 mm
	tf	9,5 mm
	tw	6 mm
Podélná výztuž	∅	4 ks
	Asl	16 mm
	ez	201,1 mm ²
	ey	40,5 mm
	ey	45 mm

3,06%

Výpočtové hodnoty pevnosti a pružnosti materiálů :

$$\begin{aligned}
 f_{ad} &= f_{ak} \cdot \gamma_a = 355,0 \text{ MPa} & \gamma_a &= 1,00 \\
 f_{sd} &= f_{sk} \cdot \gamma_s = 426,1 \text{ MPa} & \gamma_s &= 1,15 \\
 f_{cd} &= 0,85 \cdot f_{ck} \cdot \gamma_c = 45,3 \text{ MPa} & \gamma_c &= 1,5 \\
 E_{cd} &= E_{cm} \cdot \gamma_c = 3,2E+04 \text{ MPa} & n &= E_a/E_c = 8,75
 \end{aligned}$$

Průřezové charakteristiky :

Plochy :	Aa	4,53E+03 mm ²	Iay	2,510E+07 mm ⁴	Momen ty setrvač
	As	8,04E+02 mm ²	Iaz	9,246E+06 mm ⁴	
	Ac	2,55E+04 mm ²	Isy	1,319E+06 mm ⁴	

hmotnost oceli :	G_a	35,5 kg/m	I_{sz}	1,629E+06 mm ⁴
hmotnost OB pr. :	$G_{\Sigma, S-W}$	99,1 kg/m	I_{cy}	4,858E+07 mm ⁴
			I_{cz}	7,223E+07 mm ⁴

VZPĚRNÁ ÚNOSNOST (M=0)

OSA			z	y
vzpěrná délka	l	mm	2975	2975
tuhost	$(EI)_e$	Nmm ²	4,133E+12	6,792E+12
kritická síla	N_{cr}	N	4,609E+06	7,574E+06
		kN	4609	7574
	$N_{pl,R}$	N	3,73E+06	3,73E+06
		kN	3731,1	3731,1
poměrná štíhlost	λ'	-	0,900	0,702
křivka vzpěr. pevnosti		-	c	b
souč. imperfekce	α	-	0,49	0,37
redukční součinitel vzpěru	χ	-	0,600	0,770
	$N_{pl,Rd}$	N	3,10E+06	3,10E+06
		kN	3102,8	3102,8
	$\chi * N_{pl,Rd}$	kN	1861,6	2388,4

ROZHODUJE VZPĚŘ K OSE Z

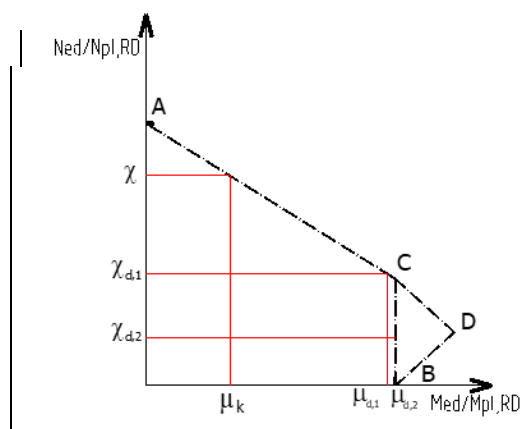
$$N_{Ed, max} = 803,0 \text{ kN} \leq 1861,6 \text{ kN}$$

Sloup VYHOVÍ na vzpěr

ÚNOSNOST V KOMBINACI TLAKU A OHYBU - OSA Y (tuhá osa ocel. profilu)

únosnost celé A_c :	$N_{pm,Rd} =$	1,15E+03 kN
Plastické průřezové moduly jednotlivých částí průřezu :	$W_{pa} =$	3,249E+05 mm ³
	$W_{ps} =$	3,257E+04 mm ³
	$W_{pc} =$	9,584E+05 mm ³
Vzdálenost N.O. od osy y ocel. profilu :	$h_n =$	35,3 mm
\Rightarrow N.O. prochází stojinou		$F_t = 1015 \text{ kN}$ $F_c = 1015 \text{ kN}$ $F_t \approx F_c \text{ ok}$
Plastické průřez. moduly částí průřezu v oblasti 2:	$W_{pan} =$	7,477E+03 mm ³
	$W_{psn} =$	2,219E+04 mm ³
	$W_{pcn} =$	1,946E+05 mm ³
maximální ohybová únosnost (bod D) :	$M_{max,Rd,y} =$	150,9 kNm
	$M_{n,Rd,y} =$	16,5 kNm
Plastická ohybová únosnost (bod B):	$M_{pl,Rd,y} =$	134,4 kNm

INTERAKČNÍ DIAGRAM

Návrhové účinky zatížení na OB sloupy
(kombinace na únosnost pro N a M_y)

Sloup		<input type="checkbox"/>	N_{Ed}	jedm.
č. kombi.	makro/prut		$M_{y,Ed}$	
SL 18 - p1			803,0 [kN]	
uls	ge		27,5 [kNm]	
SL 18 - p2			280,0 [kN]	
uls	ge		48,0 [kNm]	
SL 18 - p3			423,0 [kN]	
uls	ge		37,4 [kNm]	

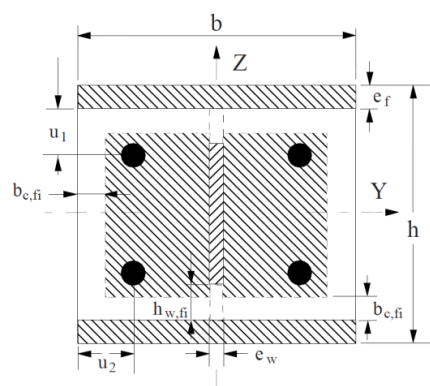
Výpočtové (návrhové) N_{Ed} a M_{Ed} - viz výpočet vnitřních sil na prostorovém modelu k-ce.

bod C: $N_{pm,Rd}/N_{pl,Rd} = 0,372$

bod D: $M_{max,Rd,y}/M_{pl,Rd,y} = 1,123$

Posudek: 1	$\chi = 0,770$	$\mu_d = 1,000$			
SL 18 - p1	$\mu_k = 0,367$	$\chi_n = 0,192$	$\leq \chi_d$	$\mu = 0,958$	
	$\chi_d = 0,259$	$r = 0$			
<i>podmínka:</i>	$M_{v,Ed}$	\leq	$0,9 \mu * M_{pl,Rd}$	[kNm]	
	27,5	\leq	115,9	[kNm]	
Posudek: 2	$\chi = 0,770$	$\mu_d = 1,000$			
SL 18 - p2	$\mu_k = 0,367$	$\chi_n = 0,090$	$\leq \chi_d$	$\mu = 1,000$	
	$\chi_d = 0,090$	$r = 0$			
<i>podmínka:</i>	$M_{v,Ed}$	\leq	$0,9 \mu * M_{pl,Rd}$	[kNm]	
	48,0	\leq	121,0	[kNm]	
Posudek: 3	$\chi = 0,770$	$\mu_d = 1,000$			
SL 18 - p3	$\mu_k = 0,367$	$\chi_n = 0,136$	$\leq \chi_d$	$\mu = 1,000$	
	$\chi_d = 0,136$	$r = 0$			
<i>podmínka:</i>	$M_{v,Ed}$	\leq	$0,9 \mu * M_{pl,Rd}$	[kNm]	
	37,4	\leq	121,0	[kNm]	

Výpočet únosnosti za požáru - částečně obetonovaný ocelový profil



normový požár, expozice sloupu ze 4 stran

součinitel průřezu:

$A_m =$	0,702	m
$V =$	0,031	m ²
$A_m/V =$	22,81	m ⁻¹

- OB konstrukce chráněna proti požáru:

ne

způsob PO: ---

→ redukovaná teplota povrchu OBK: ocel

$\theta_{D,t} =$ --- °C

→ redukovaná teplota povrchu OBK: beton

$\theta_{D,c,t} =$ --- °C

Normová požární odolnost OBK: **R 45** ... požadavek (minut)

→ odvozené teploty:

- OK: $\theta_{0,t} = 615$ °C $k_t = 9,60$ m°C
 $\theta_{f,t} = 833,95$ °C (teplota povrchu OK - pásnice)
 - beton: $\theta_{c,t} = 364,0$ °C → $b_{c,fi} = 9,50$ mm

Mechanické vlastnosti materiálů (za zvýšené teploty):

Charakteristické vlastnosti materiálu (při teplotě 20°C)	f_{ak}	355	MPa	E_a	2,10E+05	MPa	$\gamma_{M,fi,a}$	1,00
	f_{sk}	490	MPa	E_s	2,10E+05	MPa	$\gamma_{M,fi,s}$	1,00
	f_{ck}	80	MPa	E_{cm}	4,80E+04	MPa	$\gamma_{M,fi,c}$	1,00
Ocel (redukční souč.)	$k_{y,\theta,a} =$	0,1000	→	$f_{a,\theta} = f_{ak}/\gamma_{M,fi,a} * k_{y,\theta,a} =$	35,5	MPa		
	$k_{E,\theta,a} =$	0,0800	→	$E_{a,\theta} = E_a * k_{E,\theta,a} =$	1,68E+04	MPa		
Beton (redukční souč.)	$k_{c,\theta} =$	0,8200	→	$f_{c,\theta} = f_{ck}/\gamma_{M,fi,c} * k_{c,\theta} =$	65,6	MPa		
	$\epsilon_{cu,\theta} =$	7,80E-03	→	$E_{c,sec,\theta} = f_{c,\theta}/\epsilon_{cu,\theta} =$	8,41E+03	MPa		
Výztuž (redukční souč.)	$k_{y,t} =$	0,9400	→	$f_{sy,\theta} = f_{sk}/\gamma_{M,fi,s} * k_{y,t} =$	460,6	MPa		
	$k_{E,t} =$	0,5600	→	$E_{s,\theta} = E_s * k_{E,t} =$	1,18E+05	MPa		

G: Výpočet redukovaného průřezu vlivem požáru - vzpěrná únosnost k ose Z									
G.1	Pásnice ocelového průřezu:								
	$N_{fi,pl,Rd,f} = 2 \cdot (b \cdot e_f \cdot f_{ay,f,t}) / \gamma_{M,fi,a} =$				<u>1,21E+05</u>	N			
	$e_f =$				9,5	mm			
	$f_{ay,f,t} =$				35,5	N/mm ²	$E_{a,f,t} =$	16800,0	Nmm ⁻²
	$(EI)_{fi,f,z} = E_{a,f,t} \cdot (e_f \cdot b^3) / 6 =$				<u>1,55E+11</u>	Nmm ²			
G.2	Stojina ocelového průřezu:						$H_t =$	560	mm
	$h_{w,fi} = 0,5 \cdot (h - 2 \cdot e_f) \cdot (1 - (1 - 0,16(H_t/h))^{0,5}) =$				23,5642	mm			
	$N_{fi,pl,Rd,w} = [e_w(h - 2e_f - 2h_{w,fi}) \cdot f_{ay,w,t}] / \gamma_{M,fi,a} =$				<u>1,54E+05</u>	N			
	$e_w =$				6,0	mm			
	$f_{ay,w,t} = f_{ak} \cdot (1 - (0,16H_t/h))^{0,5} =$				244,9	N/mm ²	$E_{a,w} =$	2,10E+05	Nmm ⁻²
	$(EI)_{fi,w,z} = [E_{a,w} \cdot (h - 2e_f - 2h_{w,fi}) \cdot e_w^3] / 12 =$				<u>3,96E+08</u>	Nmm ²			
G.3	Výplňový beton - C80/95:						$b_{c,fi} =$	9,50	mm
	$N_{fi,pl,Rd,c} = 0,86 [((h - 2e_f - 2b_{c,fi}) \cdot (b - e_w - 2b_{c,fi})) - A_s] \cdot f_{c,0} / \gamma_{M,fi,c} =$				<u>1,12E+06</u>	N			
	$(EI)_{fi,c,z} = E_{c,sec,0} [((h - 2e_f - 2b_{c,fi}) \cdot ((b - 2b_{c,fi})^3 - e_w^3) / 12) - I_{s,z}] =$				<u>3,75E+11</u>	Nmm ²			
G.4	Výztuž:						$u_1 =$	35,50	mm
	$u = (u_1 \cdot u_2)^{0,5} =$				39,97	mm	$u_2 =$	45,00	mm
	$k_{y,t} =$				0,895		$k_{E,t} =$	0,717	(tab. G.5 + G.6)
	$N_{fi,pl,Rd,s} = A_s \cdot k_{y,t} \cdot f_{sy} / \gamma_{M,fi,s} =$				<u>3,53E+05</u>	N			
	$(EI)_{fi,s,z} = k_{E,t} \cdot E_s \cdot I_{s,z} =$				<u>2,45E+11</u>	Nmm ²			
Vzpěrná únosnost při zvýšené teplotě: $N_{fi,Rd,z} = 664,8$ kN									
	$N_{fi,pl,Rd} =$				1,75E+06	N	$l_0 =$	2550,0	mm
	$(EI)_{fi,eff,z} =$				6,61E+11	Nmm ²	vzpěrná délka (dle obr. 4.6)		
	$N_{fi,cr,z} =$				1,00E+06	N	vzpěrnostní křivka: c		
	$\lambda'_{\theta} = (N_{fi,pl,R} / N_{fi,cr,z})^{0,5} =$				1,319		$\rightarrow X_{\theta,v} =$	0,381	

Kombinace momentu a normálové síly - Sloup za požáru				
použit zjednodušený výpočetní model = redukovaný průřez vlivem požáru s mechanickými vlastnostmi materiálů za zvýšené teploty				
Vzdálenost N.O. od osy Y red. profilu: $h_{n,fi} = 51,34 \text{ mm}$				
rovnováha vnitř. sil v reduk. průřezu: $F_{t,fi} - F_{c,fi} = 0,0 \text{ kN}$				
Výpočet vzpěrné a ohybové únosnosti sloupu k tuhé ose (Y) za požáru:				
$N_{fi,pl,Rd} = 1,746E+06 \text{ N}$		$N_{fi,pm,Rd} = 1,12E+06 \text{ N}$		
$(EI)_{fi,f,y} = 3,75E+11 \text{ Nmm}^2$		$N_{fi,cr,z} = 1,31E+06 \text{ N}$		
$(EI)_{fi,w,y} = 1,21E+11 \text{ Nmm}^2$		$l_{\theta,y} = 2507,5 \text{ mm}$		
$(EI)_{fi,c,y} = 2,44E+11 \text{ Nmm}^2$		$\lambda'_{\theta} = (N_{fi,pl,R} / N_{fi,cr,z})^{0,5} = 1,155$		
$(EI)_{fi,s,y} = 1,99E+11 \text{ Nmm}^2$		vzpěrnostní křivka: b		
$(EI)_{fi,eff,y} = 8,33E+11 \text{ Nmm}^2$		$\rightarrow X_{\theta,y} = 0,503$		
$N_{fi,Rd,y} = 877,9 \text{ kN}$		$M_{fi,pl,Rd,y} = 37,0 \text{ kNm}$		

Návrhové účinky zatížení při požární situaci					
kombinace $N_{fi,d,t}$ a $M_{y,fi,d,t}$					
(odvozeno z vnitřních návrhových účinků za běžné teploty)					
Sloup		N_{Ed}	η_{fi}	$N_{fi,d,t}$	jednotky
Kombinace $M(\text{makro}) / P(\text{prut})$		$M_{y,Ed}$	$[-]$	$M_{y,fi,d,t}$	
SL 18 - p1		803	0,7	562,1	[kN]
c.u.:001	ge	27		19,22	[kNm]
102		803	0,6	481,8	[kN]
c.u.:002	ge	27		16,48	[kNm]
SL 18 - p3		423	0,6	253,8	[kN]
uls	ge	37		22,44	[kNm]
Výpočtové N_{Ed} a M_{Ed} - výpočetní 3D model OBK za normální teploty (příloha SV)					
η_{fi} ... zjednodušeně použita hodnota 0,65 (dle kap. 2.4.2)					
Posouzení OB sloupu na únosnost za požáru					
I. posouzení vzpěrné únosnosti za požární situace					

$N_{fi,d,t, \max} =$		562,1 kN	\leq	664,8 kN	Sloup VYHOVÍ na vzpěr	
II. posouzení sloupu na kombinaci vzpěru a ohybu za požární situace						
SL 18 - p3	$\chi = 0,503$	$\mu_d = 1,000$	$\mu = 1,000$			
ge	$\mu_k = 1,000$	$\chi_n = 0,145$				$\leq \chi_d$
uls	$\chi_d = 0,145$	$r = -1$				
podmínka EC4:	$M_{y,fi,d,t} \leq 0,95 \mu * M_{fi,pl,Rd,y}$					
$M_{y,fi,d,t} =$		22,4 kNm	\leq	35,1 kNm	Sloup VYHOVÍ na kombi M+N	
102	$\chi = 0,503$	$\mu_d = 1,000$	$\mu = 0,602$			
ge	$\mu_k = 1,000$	$\chi_n = 0,126$				$\leq \chi_d$
c.u.:002	$\chi_d = 0,276$	$r = 0$				
podmínka EC4:	$M_{y,fi,d,t} \leq 0,95 \mu * M_{fi,pl,Rd,y}$					
$M_{y,fi,d,t} =$		16,5 kNm	\leq	21,1 kNm	Sloup VYHOVÍ na kombi M+N	
resume: <u>SLOUP VYHOVÍ PODMÍNKÁM:</u>						
<u>R 45 min</u>						

4.1.3 posudek SL18 (R45) – 1.np

sloup Ha 18	HEA 180 + C + 4ΦR16	l = 5600 mm
	vybetonovaný mezi pásnicemi	systémová délka

ocel:	f _{ak}	355 MPa	E _a	2,10E+05 MPa
výztuž:	f _{sk}	490 MPa	E _s	2,10E+05 MPa
beton :	f _{ck}	80 MPa	E _{cm}	4,80E+04 MPa

Diagram showing the cross-section of an HEA 180 profile reinforced with 4 bars (C 80/95). The diagram includes dimensions: ba (width), ha (height), tw (web thickness), tf (flange thickness), ey (distance from neutral axis to reinforcement), ez (distance from neutral axis to reinforcement), and hn (height of reinforcement cage). The reinforcement is labeled C 80/95.

Ocelový profil	A _a	4525 mm ²
	h _a	171 mm
	b _a	180 mm
	b _f	180 mm
	t _f	9,5 mm
	t _w	6 mm
Podélná výztuž	ks	4 ks
	Ø	16 mm
	A _{s1}	201,1 mm ²
	e _z	40,5 mm
	e _y	45 mm

3,06%

Výpočtové hodnoty pevnosti a pružnosti materiálů :

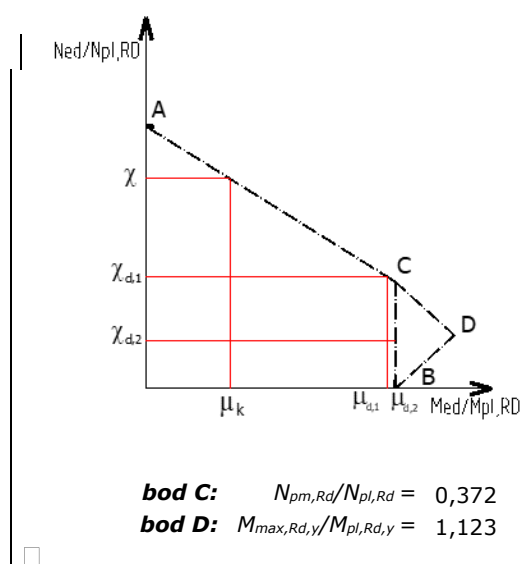
f _{ad} = f _{ak} * γ _a =	355,0 MPa	γ _a 1,00
f _{sd} = f _{sk} * γ _s =	426,1 MPa	γ _s 1,15
f _{cd} = 0,85*f _{ck} * γ _c =	45,3 MPa	γ _c 1,5
E _{cd} = E _{cm} * γ _c =	3,2E+04 MPa	n=E _a /E _c = 8,75

Průřezové charakteristiky :

Plochy :	A _a	4,53E+03 mm ²	I _{ay}	2,510E+07 mm ⁴	Momenty setrvačnosti
	A _s	8,04E+02 mm ²	I _{az}	9,246E+06 mm ⁴	
	A _c	2,55E+04 mm ²	I _{sy}	1,319E+06 mm ⁴	
hmotnost oceli :	G _a	35,5 kg/m	I _{sz}	1,629E+06 mm ⁴	
hmotnost OB pr. :	G _{Σ,s-w}	99,1 kg/m	I _{cy}	4,858E+07 mm ⁴	
			I _{cz}	7,223E+07 mm ⁴	

VZPĚRNÁ ÚNOSNOST (M=0)				
OSA			z	y
vzpěrná délka	l	mm	3920	3920
tuhost	(EI) _e	Nmm ²	4,133E+12	6,792E+12
kritická síla	N _{cr}	N	2,654E+06	4,362E+06
		kN	2654	4362
		N	3,73E+06	3,73E+06
	N _{pl,R}	kN	3731,1	3731,1
poměrná štíhlost	λ'	-	1,186	0,925
křivka vzpěr. pevnosti		-	c	b
souč. imperfekce	α	-	0,49	0,37
redukční součinitel vzpěru	X	-	0,441	0,632
	N _{pl,Rd}	N	3,10E+06	3,10E+06
		kN	3102,8	3102,8
χ * N_{pl,Rd}		kN	1367,4	1959,7
ROZHODUJE VZPĚR K OSE Z				
N _{Ed, max} = 156,0 kN ≤ 1367,4 kN Sloup VYHOVÍ na vzpěr				

ÚNOSNOST V KOMBINACI TLAKU A OHYBU - OSA Y (tuhá osa ocel. profilu)				
únosnost celé A_c :	$N_{pm,Rd} =$ 1,15E+03 kN			
Plastické průřezové moduly jednotlivých částí průřezu :	$W_{pa} =$ 3,249E+05 mm ³			
	$W_{ps} =$ 3,257E+04 mm ³			
	$W_{pc} =$ 9,584E+05 mm ³			
Vzdálenost N.O. od osy y ocel. profilu :	$h_n =$ 35,3 mm		$F_t =$	1015 kN
			$F_c =$	1015 kN
\Rightarrow N.O. prochází stojinou			$F_t \approx F_c$ ok	
Plastické průřez. moduly částí průřezu v oblasti 2:	$W_{pan} =$ 7,477E+03 mm ³			
	$W_{psn} =$ 2,219E+04 mm ³			
	$W_{pcn} =$ 1,946E+05 mm ³			
maximální ohybová únosnost (bod D) :	$M_{max,Rd,y} =$ 150,9 kNm			
	$M_{n,Rd,y} =$ 16,5 kNm			
Plastická ohybová únosnost (bod B):	$M_{pl,Rd,y} =$ 134,4 kNm			
INTERAKČNÍ DIAGRAM				



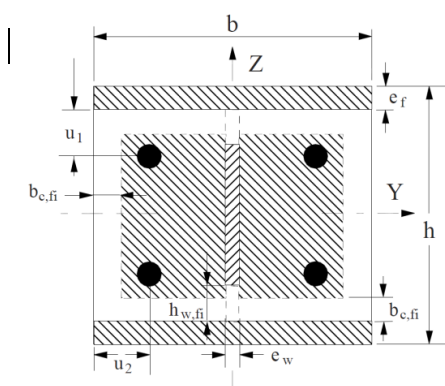
Návrhové účinky zatížení na OB sloupy (kombinace na únosnost pro N a M_y)

Sloup		□	N _{Ed}	jedn.
č. kombi.	makro/prut		M _{y,Ed}	
SL 18 - p1			156,0	[kN]
uls	ge		15,3	[kNm]
SL 18 - p2			71,0	[kN]
uls	ge		52,0	[kNm]
SL 18 - p3			106,0	[kN]
uls	ge		44,0	[kNm]

Výpočtové (návrhové) N_{Ed} a M_{Ed} - viz výpočet vnitřních sil na prostorovém modelu k-ce.

Posudek: 1	$\chi = 0,632$	$\mu_d = 1,000$			
SL 18 - p1	$\mu_k = 0,586$	$\chi_n = 0,050$	$\leq \chi_d$	$\mu = 1,000$	
	$\chi_d = 0,050$	$r = 0$			
podmínka:	$M_{y,Ed}$	\leq	$0,9 \mu * M_{pl,Rd}$	[kNm]	
	15,3	\leq	121,0	[kNm]	
Posudek: 2	$\chi = 0,632$	$\mu_d = 1,000$			
SL 18 - p2	$\mu_k = 0,586$	$\chi_n = 0,023$	$\leq \chi_d$	$\mu = 1,000$	
	$\chi_d = 0,023$	$r = 0$			
podmínka:	$M_{y,Ed}$	\leq	$0,9 \mu * M_{pl,Rd}$	[kNm]	
	52,0	\leq	121,0	[kNm]	
Posudek: 3	$\chi = 0,632$	$\mu_d = 1,000$			
SL 18 - p3	$\mu_k = 0,586$	$\chi_n = 0,034$	$\leq \chi_d$	$\mu = 1,000$	
	$\chi_d = 0,034$	$r = 0$			
podmínka:	$M_{y,Ed}$	\leq	$0,9 \mu * M_{pl,Rd}$	[kNm]	
	44,0	\leq	121,0	[kNm]	

Výpočet únosnosti za požáru - částečně obetonovaný ocelový profil



normový požár, expozice sloupu ze 4 stran

součinitel průřezu:

$A_m =$	0,702	m
$V =$	0,031	m ²
$A_m/V =$	22,81	m ⁻¹

- OB konstrukce chráněna proti požáru:

ne

způsob PO: ---

→ redukovaná teplota povrchu OBK: ocel

$\theta_{D,t} =$ --- °C

→ redukovaná teplota povrchu OBK: beton

$\theta_{D,c,t} =$ --- °C

Normová požární odolnost OBK: **R** **R 45** ... požadavek (minut)

→ odvozené teploty:

- OK: $\theta_{0,t} = 615$ °C $k_t = 9,60$ m°C

$\theta_{f,t} = 833,95$ °C (teplota povrchu OK - pásnice)

- beton: $\theta_{c,t} = 364,0$ °C → $b_{c,fi} = 9,50$ mm

Mechanické vlastnosti materiálů (za zvýšené teploty):

Charakteristické vlastnosti materiálu (při teplotě 20°C)	f_{ak}	355	MPa	E_a	2,10E+05	MPa	$\gamma_{M,fi,a}$	1,00
	f_{sk}	490	MPa	E_s	2,10E+05	MPa	$\gamma_{M,fi,s}$	1,00
	f_{ck}	80	MPa	E_{cm}	4,80E+04	MPa	$\gamma_{M,fi,c}$	1,00
Ocel (redukční souč.)	$k_{y,\theta,a} =$	0,1000	→	$f_{ay,\theta} = f_{ak}/\gamma_{M,fi,a} * k_{y,\theta,a} =$	35,5	MPa		
	$k_{E,\theta,a} =$	0,0800	→	$E_{a,\theta} = E_a * k_{E,\theta,a} =$	1,68E+04	MPa		
Beton (redukční souč.)	$k_{c,\theta} =$	0,8200	→	$f_{c,\theta} = f_{ck}/\gamma_{M,fi,c} * k_{c,\theta} =$	65,6	MPa		
	$\epsilon_{cu,\theta} =$	7,80E-03	→	$E_{c,sec,\theta} = f_{c,\theta} / \epsilon_{cu,\theta} =$	8,41E+03	MPa		
Výztuž (redukční souč.)	$k_{y,t} =$	0,9400	→	$f_{sy,\theta} = f_{sk}/\gamma_{M,fi,s} * k_{y,t} =$	460,6	MPa		
	$k_{E,t} =$	0,5600	→	$E_{s,\theta} = E_s * k_{E,t} =$	1,18E+05	MPa		

G: Výpočet redukovaného průřezu vlivem požáru - vzpěrná únosnost k ose Z

G.1 Pásnice ocelového průřezu:

$$N_{fi,pl,Rd,f} = 2 * (b * e_f * f_{ay,f,t}) / \gamma_{M,fi,a} = 1,21E+05 \text{ N}$$

$$e_f = 9,5 \text{ mm}$$

$$f_{ay,f,t} = 35,5 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{a,f,t} = 16800,0 \text{ Nmm}^{-2}$$

$$(EI)_{fi,f,z} = E_{a,f,t} * (e_f * b^3) / 6 = 1,55E+11 \text{ Nmm}^2$$

G.2	Stojina ocelového průřezu:	$H_t =$	560 mm
	$h_{w,fi} = 0,5 \cdot (h - 2 \cdot e_f) \cdot (1 - (1 - 0,16 \cdot (H_t/h))^{0,5}) =$	23,5642 mm	
	$N_{fi,pl,Rd,w} = [e_w \cdot (h - 2 \cdot e_f - 2 \cdot h_{w,fi}) \cdot f_{ay,w,t}] / \gamma_{M,fi,a} =$	1,54E+05 N	
	$e_w =$	6,0 mm	
	$f_{ay,w,t} = f_{ak} \cdot (1 - (0,16 \cdot H_t/h))^{0,5} =$	244,9 N/mm ²	
	$(EI)_{fi,w,z} = [E_{a,w} \cdot (h - 2 \cdot e_f - 2 \cdot h_{w,fi}) \cdot e^3_w] / 12 =$	3,96E+08 Nmm ²	$E_{a,w} = 2,10E+05$ Nmm ⁻²
G.3	Výplňový beton - C80/95:	$b_{c,fi} =$	9,50 mm
	$N_{fi,pl,Rd,c} = 0,86 \cdot [((h - 2 \cdot e_f - 2 \cdot b_{c,fi}) \cdot (b - e_w - 2 \cdot b_{c,fi})) - A_s] \cdot f_{c,0} / \gamma_{M,fi,c} =$	1,12E+06 N	
	$(EI)_{fi,c,z} = E_{c,sec,0} \cdot [((h - 2 \cdot e_f - 2 \cdot b_{c,fi}) \cdot ((b - 2 \cdot b_{c,fi})^3 - e^3_w) / 12) - I_{s,z}] =$	3,75E+11 Nmm ²	
G.4	Výztuž:	$u_1 =$	35,50 mm
	$u = (u_1 \cdot u_2)^{0,5} =$	39,97 mm	$u_2 = 45,00$ mm
	$k_{y,t} = 0,895$	$k_{E,t} = 0,717$	(tab. G.5 + G.6)
	$N_{fi,pl,Rd,s} = A_s \cdot k_{y,t} \cdot f_{sy} / \gamma_{M,fi,s} =$	3,53E+05 N	
	$(EI)_{fi,s,z} = k_{E,t} \cdot E_s \cdot I_{s,z} =$	2,45E+11 Nmm ²	
Vzpěrná únosnost při zvýšené teplotě: $N_{fi,Rd,z} = 334,4$ kN			
	$N_{fi,pl,Rd} = 1,75E+06$ N	$l_0 = 3920,0$ mm	
	$(EI)_{fi,eff,z} = 6,61E+11$ Nmm ²	vzpěrná délka (dle obr. 4.6)	
	$N_{fi,cr,z} = 4,25E+05$ N	vzpěrnostní křivka: c	
	$\lambda'_0 = (N_{fi,pl,R} / N_{fi,cr,z})^{0,5} = 2,028$	$\rightarrow X_{0,y} = 0,192$	

Kombinace momentu a normálové síly - Sloup za požáru

použit zjednodušený výpočetní model = redukovaný průřez vlivem požáru s mechanickými vlastnostmi materiálů za zvýšené teploty

Vzdálenost N.O. od osy Y red. profilu:

$h_{n,fi} = 50,83$ mm

rovnováha vnitř. sil v reduk. průřezu:

$F_{t,fi} - F_{c,fi} = -5,2$ kN

Výpočet vzpěrné a ohybové únosnosti sloupu k tuhé ose (Y) za požáru:

$N_{fi,pl,Rd} = 1,746E+06$ N	$N_{fi,pm,Rd} = 1,12E+06$ N	
$(EI)_{fi,f,y} = 3,75E+11$ Nmm ²	$N_{fi,cr,z} = 1,31E+06$ N	
$(EI)_{fi,w,y} = 1,21E+11$ Nmm ²	$l_{0,y} = 2507,5$ mm	(= 0,85 * $L_{sys,y}$)
$(EI)_{fi,c,y} = 2,44E+11$ Nmm ²	$\lambda'_0 = (N_{fi,pl,R} / N_{fi,cr,z})^{0,5} = 1,155$	
$(EI)_{fi,s,y} = 1,99E+11$ Nmm ²	vzpěrnostní křivka: b	
$(EI)_{fi,eff,y} = 8,33E+11$ Nmm ²	$\rightarrow X_{0,y} = 0,503$	
$N_{fi,Rd,y} = 877,9$ kN		$M_{fi,pl,Rd,y} = 36,8$ kNm

Návrhové účinky zatížení při požární situaci

kombinace $N_{fi,d,t}$ a $M_{y,fi,d,t}$

(odvozeno z vnitřních návrhových účinků za běžné teploty)

Sloup	N_{Ed}	η_{fi}	$N_{fi,d,t}$	jednotky
Kombinace $M(\text{makro}) / P(\text{prut})$	$M_{y,Ed}$	$[-]$	$M_{y,fi,d,t}$	
SL 18 - p1	156	0,7	109,2	[kN]
c.u.:001 ge	15		10,71	[kNm]
102	156	0,6	93,6	[kN]
c.u.:002 ge	15		9,18	[kNm]
SL 18 - p3	106	0,6	63,6	[kN]
uls	44		26,40	[kNm]

Výpočtové N_{Ed} a M_{Ed} - výpočetní 3D model OBK za normální teploty (příloha SV)

η_{fi} ... zjednodušeně použita hodnota 0,65 (dle kap. 2.4.2)

Posouzení OB sloupu na únosnost za požáru

I. posouzení vzpěrné únosnosti za požární situace

$N_{fi,d,t, \max} = 109,2$ kN $\leq 334,4$ kN Sloup VYHOVÍ na vzpěr

II. posouzení sloupu na kombinaci vzpěru a ohybu za požární situace

SL 18 - p3	$\chi = 0,503$	$\mu_d = 1,000$		
ge	$\mu_k = 1,000$	$\chi_n = 0,036$	$\leq \chi_d$	$\mu = 1,000$
uls	$\chi_d = 0,036$	$r = -1$		

podmínka EC4:		$M_{y,fi,d,t} \leq 0,95 \mu * M_{fi,pl.Rd,y}$		<input type="checkbox"/>	
$M_{y,fi,d,t} =$		26,4 kNm	\leq	35,0 kNm	
		Sloup VYHOVÍ na kombi M+N			
102	$\chi = 0,503$	$\mu_d = 1,000$	$\mu = 1,000$		
ge	$\mu_k = 1,000$	$\chi_n = 0,054$			$\leq \chi_d$
c.u.:002	$\chi_d = 0,054$	$r = 0$			
podmínka EC4:		$M_{y,fi,d,t} \leq 0,95 \mu * M_{fi,pl.Rd,y}$		<input type="checkbox"/>	
$M_{y,fi,d,t} =$		9,2 kNm	\leq	35,0 kNm	
		Sloup VYHOVÍ na kombi M+N			
<input type="checkbox"/>					
resume: <u>SLOUP VYHOVÍ PODMÍNKÁM:</u>				<u>R 45 min</u>	

R E S U M E :

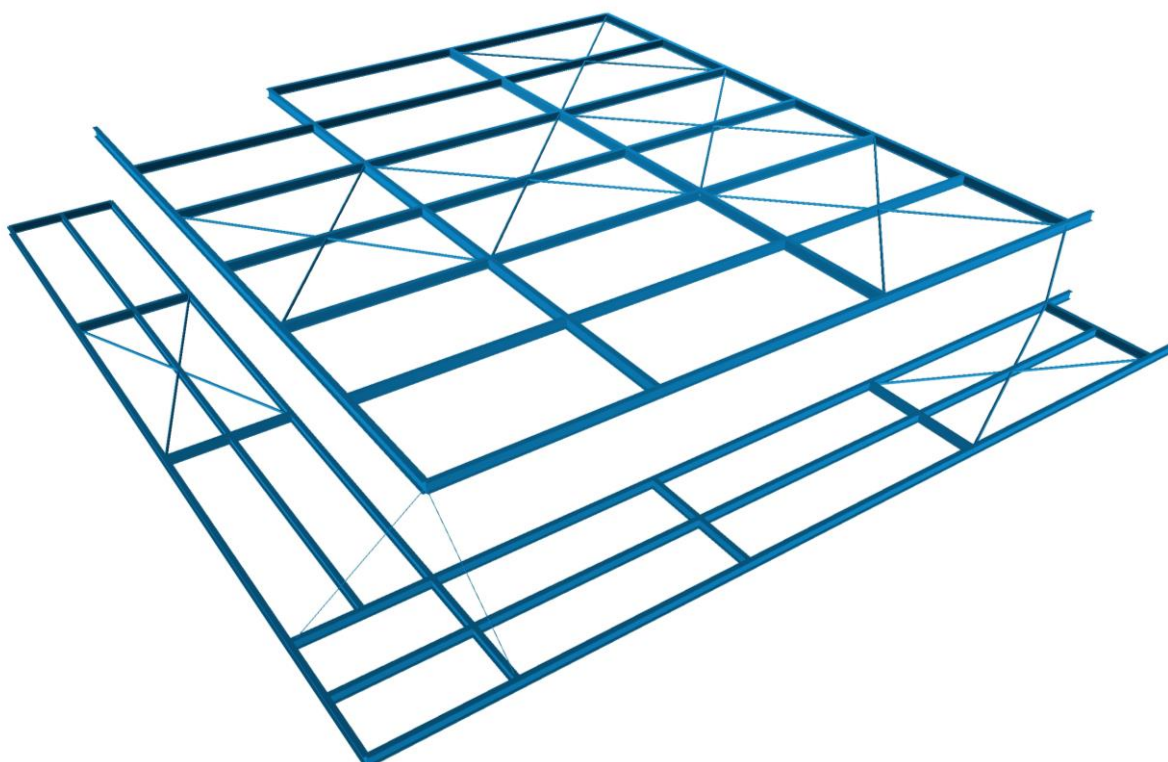
Stávající OB sloupy mají dostatečnou rezervu v únosnost a **vyhoví** na I. mezní stav i při navrhovaném nárůstu zatížení od střešní skladby.

Také **vyhoví** požadavku PBř, kdy byla výpočtem prokázána jejich normová požární odolnost **REI 45**. -> Sloupy nevyžadují druhotnou ochranu (protipožární obklad).

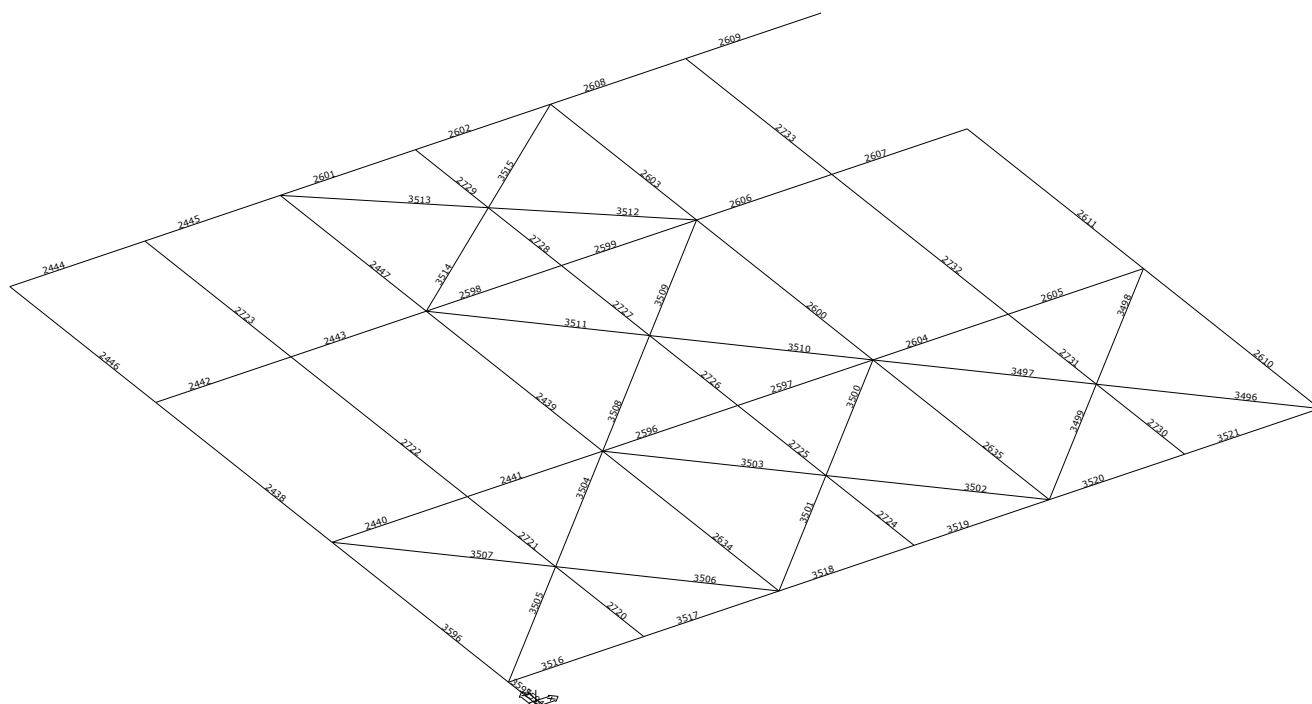
4.2 SM střešní OK nad vstupním foyer

4.2.1 SM – vstupní data, zadání pro SV

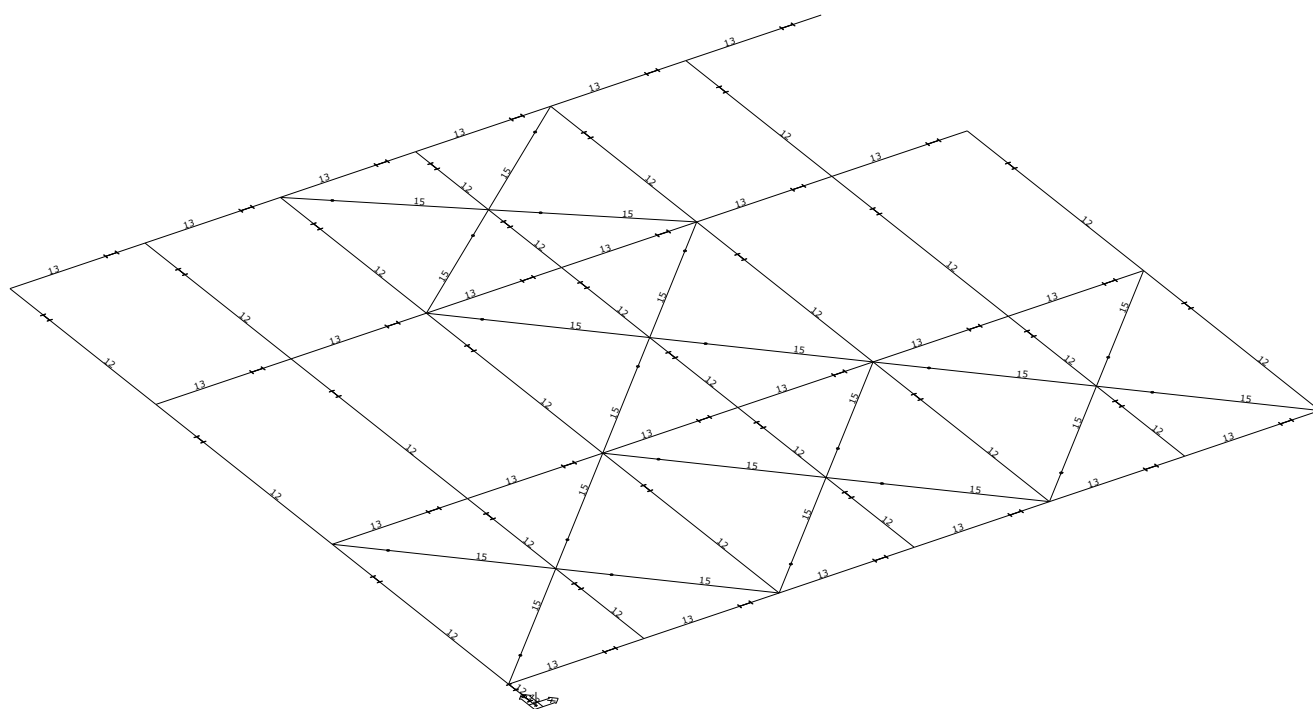
rendering dílčího SM



*_vykreslen pouze ocelový rošt – vodorovné nosné konstrukce z válcovaných průřezů IPE



SM (+5,600)_čísla prutů



SM (+5,600)_čísla průřezů

Základní data

Typ konstrukce : Obecný XYZ

Počet uzlů :	3790
Počet prutů :	4104
Počet maker 1D:	2461
Počet linií :	2067
Počet 2D maker :	706
Počet průřezů :	62
Počet stavů :	13
Počet materiálů:	4

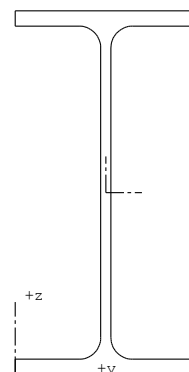
Materiál

Jméno		
S 235		
	Pevnost v tahu	360.000 MPa
	Mez kluzu	235.000 MPa
	Modul E	210000.00 MPa
	Poissonův souč.	0.30
	Objemová hmotnost	0.000 kg/mm ³
	Roztažnost	1.2e-005 mm/mm.K
S 355		
	Pevnost v tahu	510.000 MPa
	Mez kluzu	355.000 MPa
	Modul E	210000.00 MPa
	Poissonův souč.	0.30
	Objemová hmotnost	0.000 kg/mm ³
	Roztažnost	1.2e-005 mm/mm.K
S 355		
	Pevnost v tahu	510.000 MPa
	Mez kluzu	355.000 MPa
	Modul E	210000.00 MPa
	Poissonův souč.	0.30
	Objemová hmotnost	0.000 kg/mm ³
	Roztažnost	1.2e-005 mm/mm.K
fiktivní deska		
	Modul E	0.00 MPa
	Poissonův souč.	0.01
	Objemová hmotnost	0.000 kg/mm ³
	Roztažnost	1.2e-005 mm/mm.K

Průřezy**Průřez č. 12 - OK-vstup-03 (IPE200)**

Materiál : 3 - S 355

A :	2.848000e+003 mm ²		
Ay/A :	0.521	Az/A :	0.371
Iy :	1.943000e+007 mm ⁴	Iz :	1.424000e+006 mm ⁴
Iyz :	0.000000e+000 mm ⁴	It :	6.980000e+004 mm ⁴
Iw :	1.312062e+010 mm ⁶		
Wely :	1.943000e+005 mm ³	Welz :	2.847000e+004 mm ³
Wply :	2.200000e+005 mm ³	Wplz :	4.460000e+004 mm ³
cy :	50.00 mm	cz :	100.00 mm
iy :	82.60 mm	iz :	22.36 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		788.80 mm	



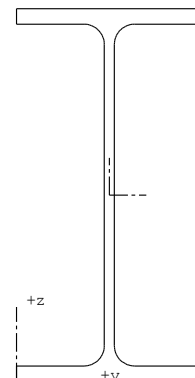
Druh posudku : průřez I

Výška	200.00 mm	Šířka	100.00 mm
Tloušťka pásnice	8.50 mm	Tloušťka stojiny	5.60 mm
Poloměr	12.00 mm		

Průřez č. 13 - OK-vstup-04 (IPE220)

Materiál : 3 - S 355

A :	3.337000e+003 mm ²		
Ay/A :	0.527	Az/A :	0.365
Iy :	2.772000e+007 mm ⁴	Iz :	2.049000e+006 mm ⁴
Iyz :	0.000000e+000 mm ⁴	It :	9.070000e+004 mm ⁴
Iw :	2.290366e+010 mm ⁶		
Wely :	2.520000e+005 mm ³	Welz :	3.725000e+004 mm ³
Wply :	2.860000e+005 mm ³	Wplz :	5.820000e+004 mm ³
cy :	55.00 mm	cz :	110.00 mm
iy :	91.14 mm	iz :	24.78 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		868.20 mm	



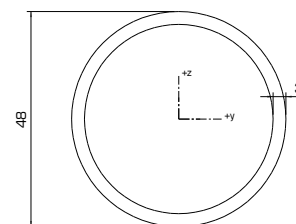
Druh posudku : průřez I

Výška	220.00 mm	Šířka	110.00 mm
Tloušťka pásnice	9.20 mm	Tloušťka stojiny	5.90 mm
Poloměr	12.00 mm		

Průřez č. 15 - OK-vstup-05 (B48.3/2.9)

Materiál : 3 - S 355

A :	4.096079e+002 mm ²		
Ay/A :	0.637	Az/A :	0.637
Iy :	1.067311e+005 mm ⁴	Iz :	1.067311e+005 mm ⁴
Iyz :	0.000000e+000 mm ⁴	It :	2.131353e+005 mm ⁴
Iw :	0.000000e+000 mm ⁶		
Wely :	4.345245e+003 mm ³	Welz :	4.345245e+003 mm ³
Wply :	5.898688e+003 mm ³	Wplz :	5.898688e+003 mm ³
cy :	-0.00 mm	cz :	-0.00 mm
iy :	16.14 mm	iz :	16.14 mm
dy :	0.00 mm	dz :	0.00 mm
Obrys :		151.55 mm	



Druh posudku : Kruhové uzavřené průřezy

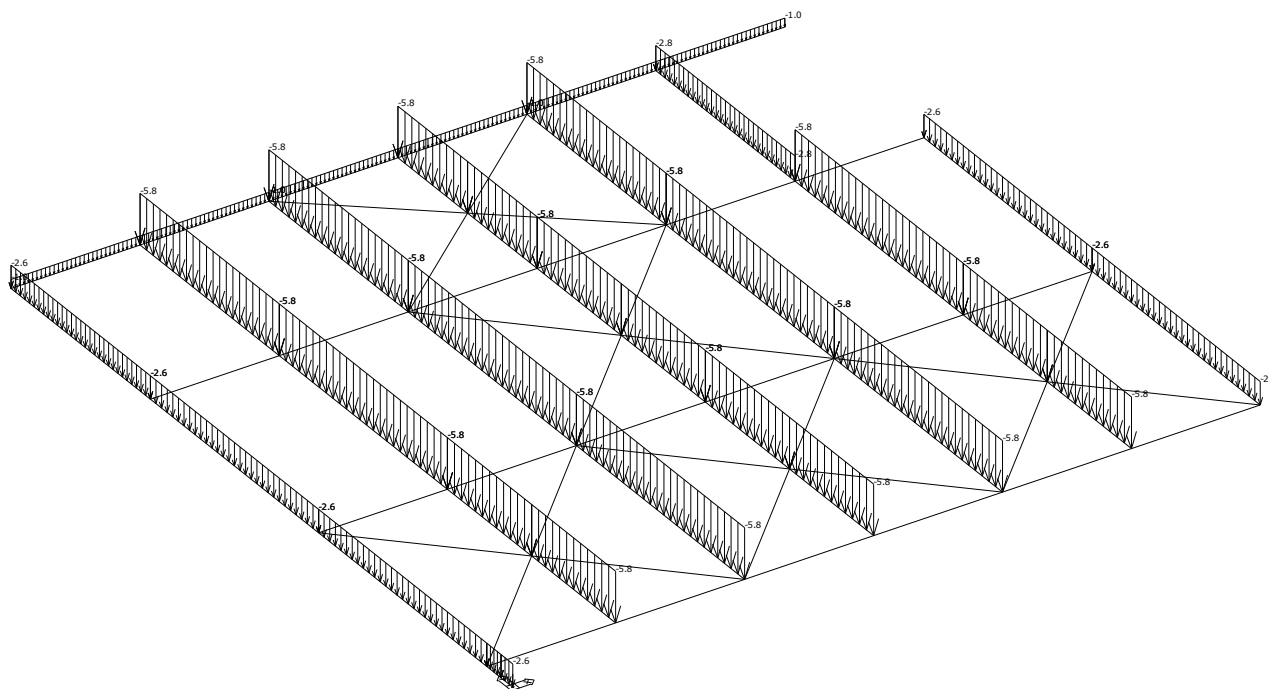
Průměr	48.30 mm	Tloušťka stojiny	2.90 mm
--------	----------	------------------	---------

Zatěžovací stavy

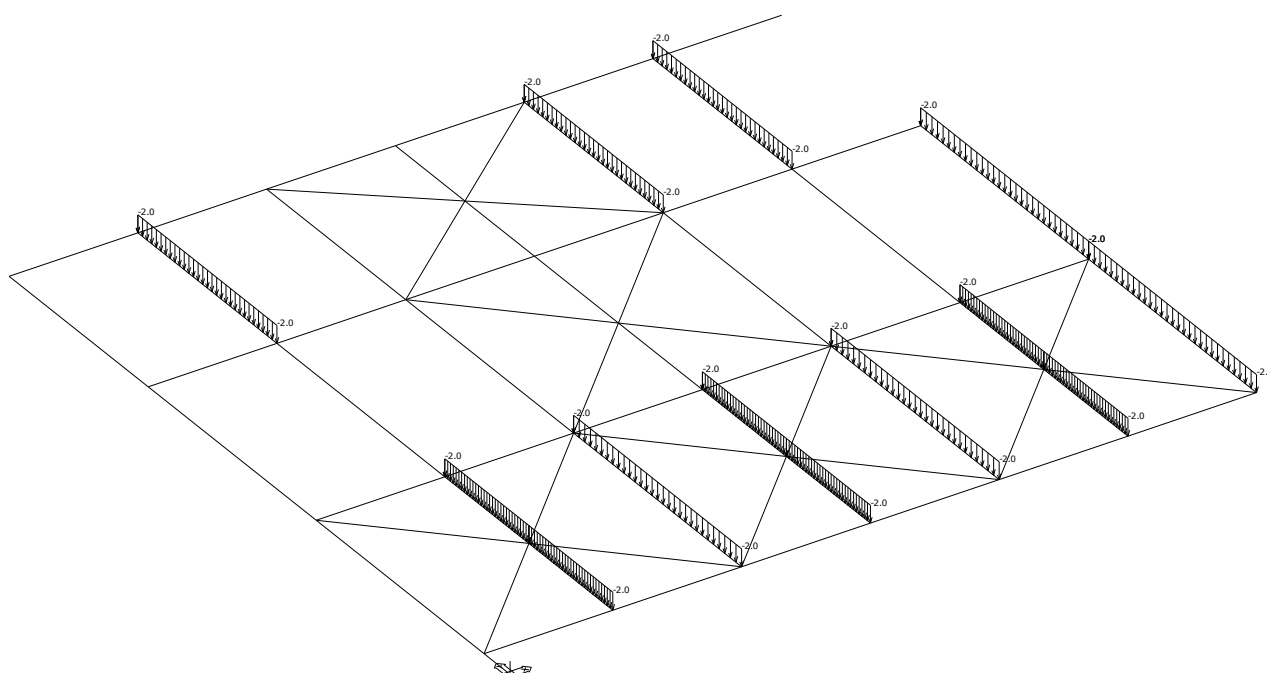
Stav	Jméno	Popis
1	G0 vlastní tíha	Stálé - Zatížení
2	G1 stálá zat. -plošná	Stálé - Zatížení
3	G2 stálá zat. -liniová	Stálé - Zatížení
4	Q1 proměnná zat.(vše)	Nahodilé - variable action Výběr.
5	Q1.1 šach 1	Nahodilé - variable action Výběr.
6	Q1.2 šach 2	Nahodilé - variable action Výběr.
7	Q2 užitná zat. -pochůzí střešy	Nahodilé - snow loads Výběr.
8	Q S1 zat. sněhem (+ návěje)	Nahodilé - snow loads Výběr. Krátkodobé
9	Q W1.1 zat. větrem +X	Nahodilé - wind loads Výběr. Krátkodobé
10	Q W1.2 zat. větrem -X	Nahodilé - wind loads Výběr. Krátkodobé
11	Q W2.1 zat. větrem +Y	Nahodilé - wind loads Výběr. Krátkodobé
12	Q W2.2 zat. větrem -Y	Nahodilé - wind loads Výběr. Krátkodobé
13	test stability_01	Stálé - Zatížení

Skupina nahodilých zatížení

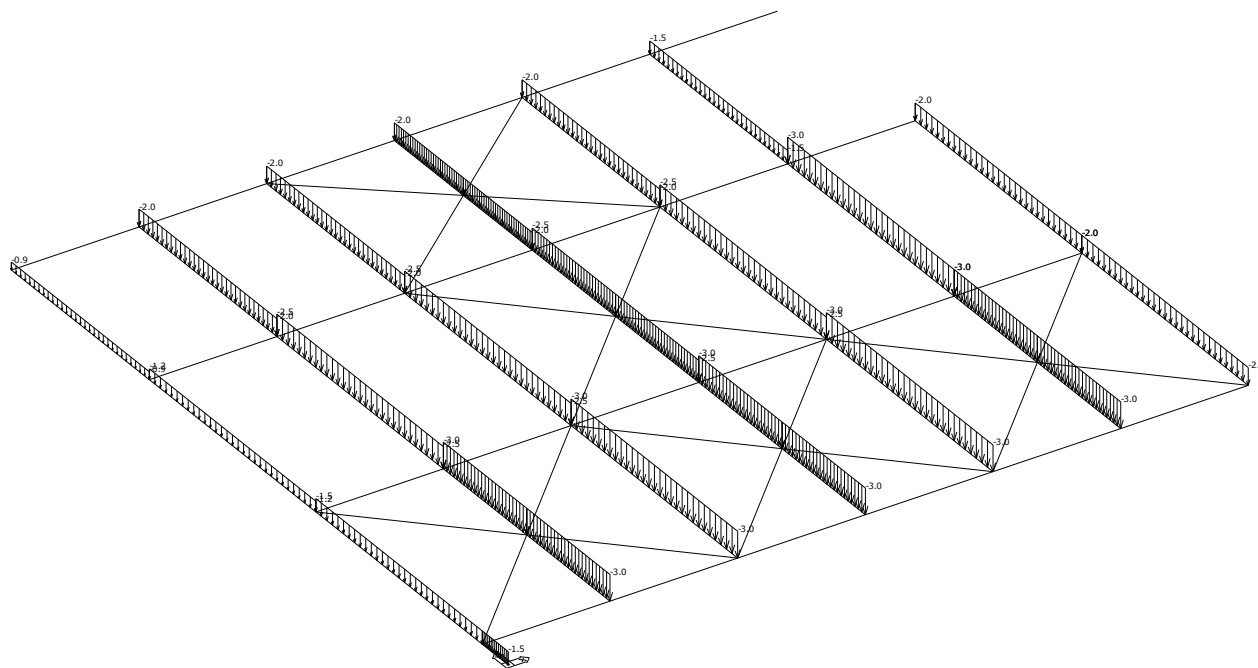
Jméno		Popis
variable action	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat A : obytné
snow loads	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat A : obytné
variable action 2	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat A : obytné
wind loads	Výběr.	EC1 - typ zatížení Kat A : obytné

Kombinace _viz kap. 3.3.1, strana 22

Spojité zatížení.Zatěžovací stavy - 2

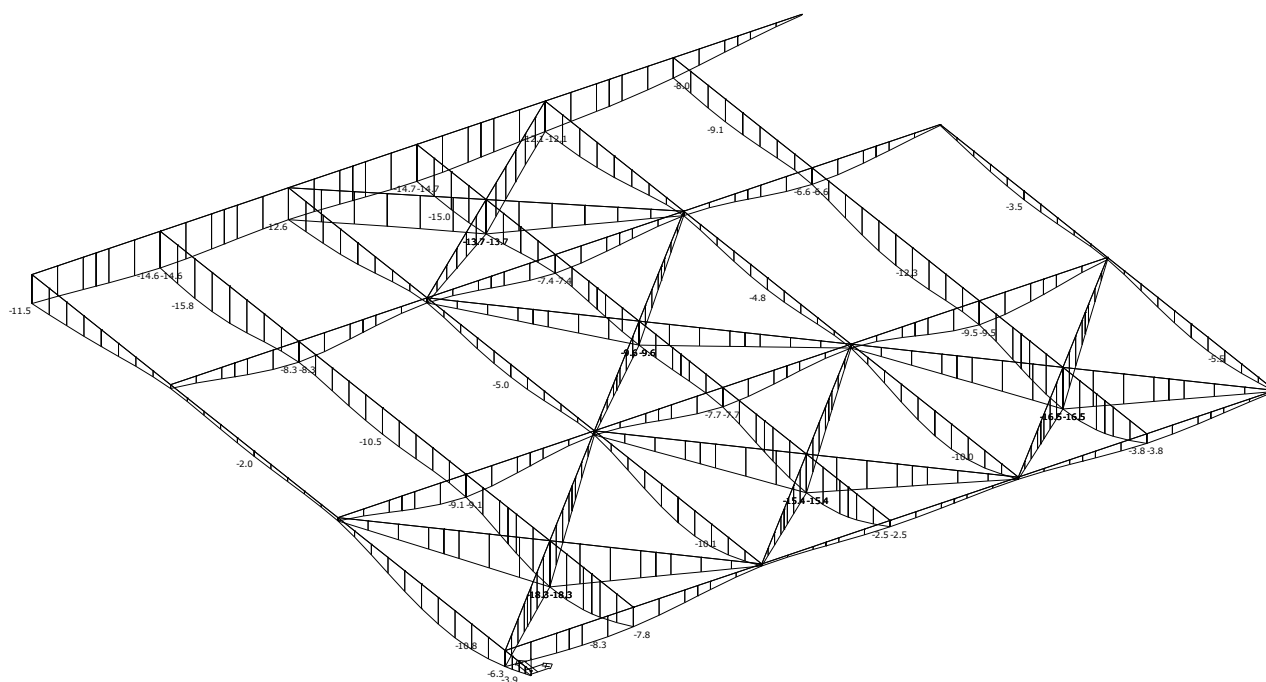


Spojité zatížení.Zatěžovací stavy - 7



Spojitá zatížení.Zatěžovací stavy - 8

4.2.2 výsledky SA



Deformace na makru(ech). Použ. kombi : 1/119

Deformace na makru(ech). Globální extrém

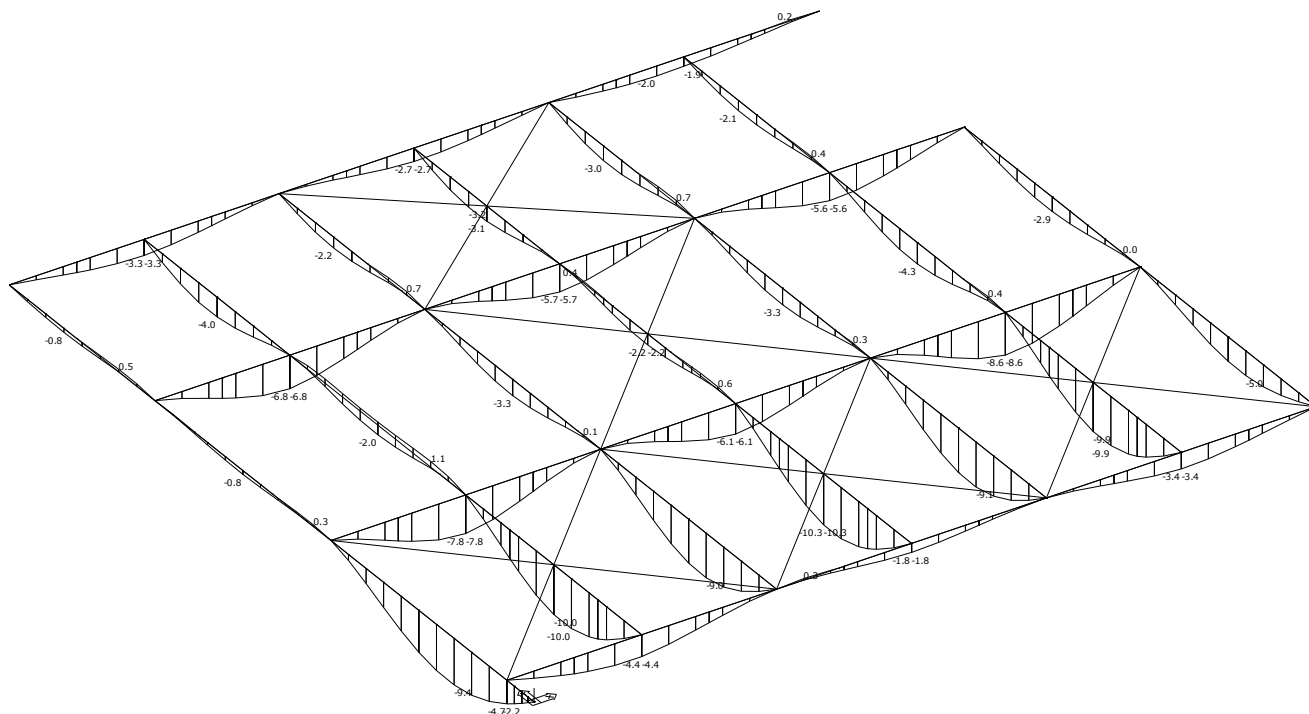
Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina maker :1477/1483,1564/1573,1591/1592,1637/1645,2120/2132,2178

Skupina kombinací na použitelnost :1/119

makro	prut	kombi	dx [mm]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
2124	3504	78	0.0	7.45	-0.45	-1.52	-0.64	3.75	0.14
2129	3515		3245.8	-9.41	3.00	-11.03	-8.52	-0.53	0.30
1571	2609	72	2500.0	2.83	14.66	-0.28	-0.72	-1.56	7.09

makro	prut	kombi	dx [mm]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
		56		-7.88	-10.50	-0.28	0.91	-1.37	-4.04
1637	2720	88		-0.43	-1.50	-18.28	-1.26	-0.80	0.04



Relativní deformace na makru(ech). Použ. kombi : 1/119

Relativní deformace na makru(ech) Globální extrém

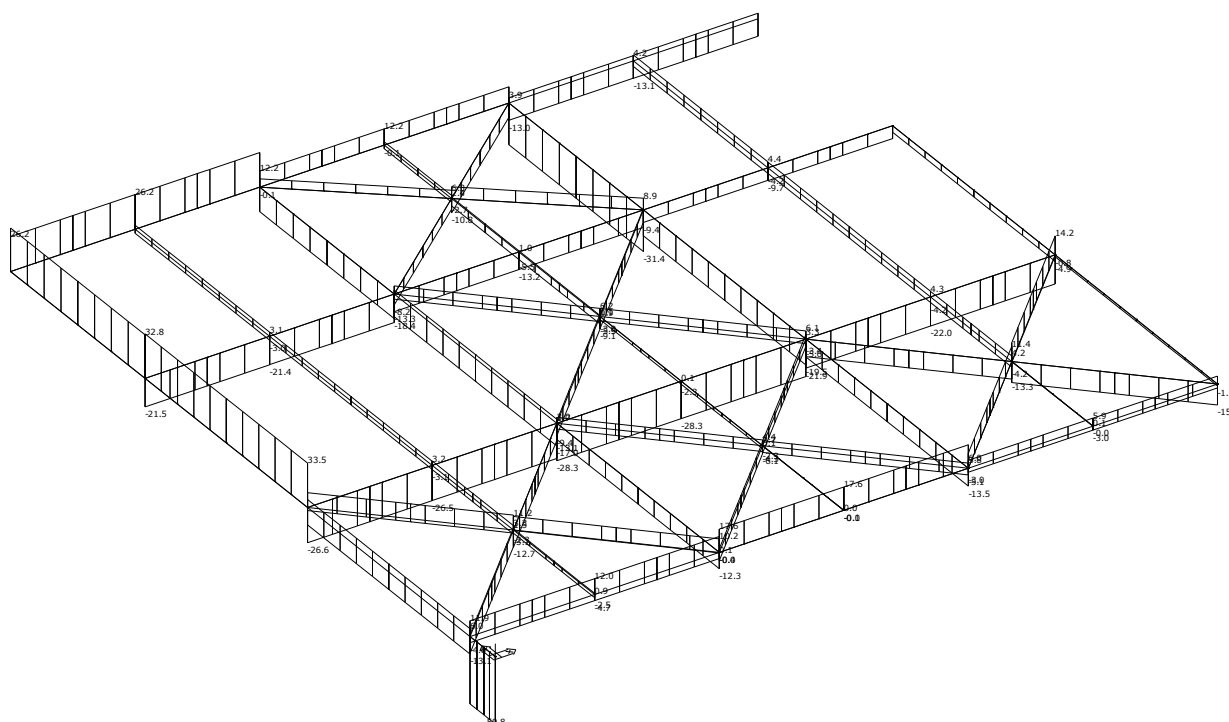
relativní deformace = průhyby OK

Skupina maker :1477/1483,1564/1573,1591/1592,1637/1645,2130/2132,2178

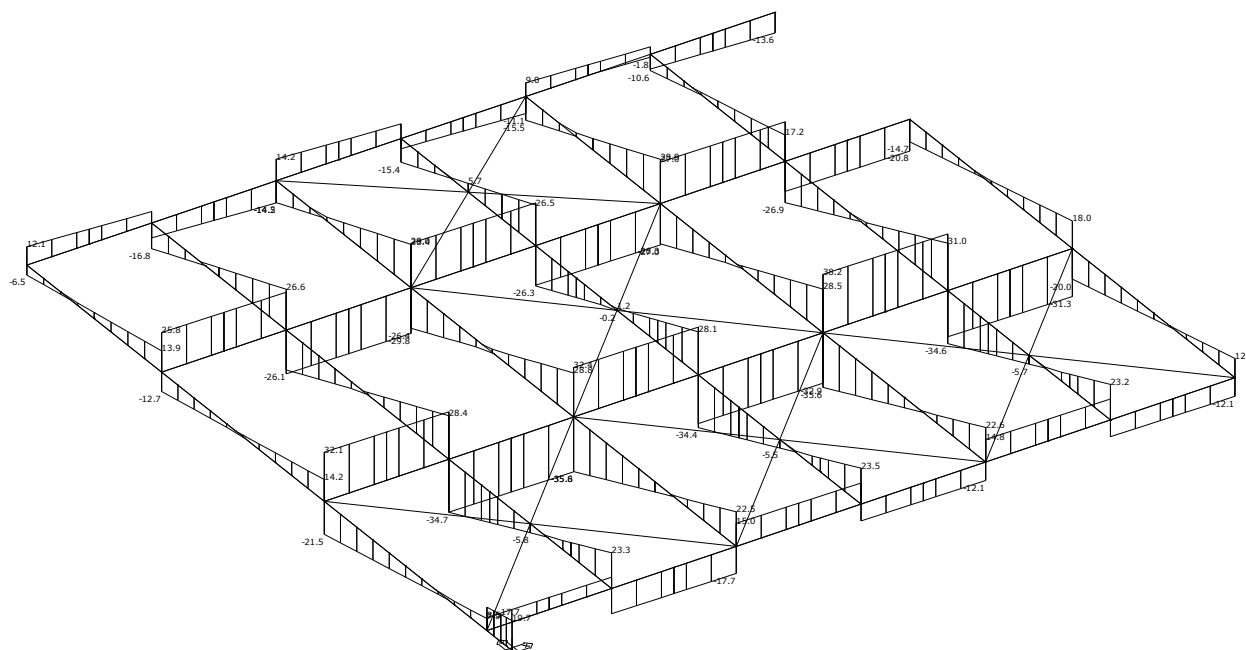
Skupina kombinací na použitelnost :1/119

makro	prut	kombi	dx [mm]	ux [mm]	uy [mm]	uz [mm]	fix [mrad]	fiy [mrad]	fiz [mrad]
1643	2731	56	0.0	0.01	-0.01	-8.75	-0.54	-2.63	-0.26
2178	3596	94		-0.03	3.78	-4.03	1.12	0.05	-2.41
		41	2000.0	-0.01	7.63	-5.49	0.54	-2.09	-1.92
1571	2608	76	2500.0	-0.00	-7.06	-1.30	0.00	-1.11	-0.85
1638	2722	114	1000.0	0.00	-0.12	1.09	0.00	1.81	0.27
1640	2724	95	2500.0	0.00	-0.00	-10.31	-0.36	-3.31	-0.03

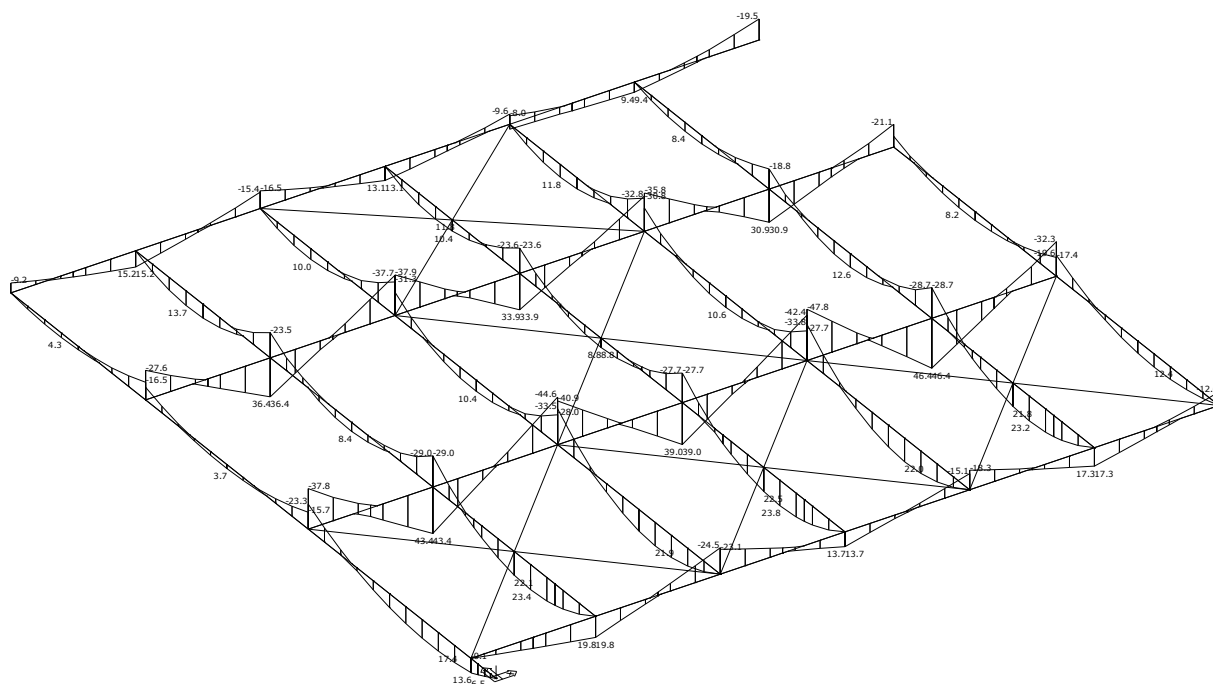
makro	prut	kombi	dx [mm]	ux	uy	uz	fix	fiy	fiz
2178	3596	94	0.0	1 / 10000	1 / 1529	1 / 1432	0.00	0.00	0.00
1571	2608	76	2500.0	0.0	1 / 708	1 / 3848	0.00	0.00	0.00
1640	2724	95		0.0	0.0	1 / 485	0.00	0.00	0.00



Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/179 _N



Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/179 _Vz



Vnitřní síly na makru(ech). Únos. kombi : 1/179_My

Vnitřní síly na makru(ech). Globální extrém

Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina maker :1477/1483,1564/1573,1591/1592,1637/1645,2130/2132,2178

Skupina kombinací na únosnost :1/179

makro	prut	kombi	dx [mm]	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
1477	2438	138	0.0	33.48	-0.07	13.61	-0.00	-14.21	0.21
2178	3594	127		-50.79	-6.96	9.50	-0.01	-0.00	0.51
1569	2604	54		-17.21	-0.05	38.21	-0.00	-47.66	0.07
1479	2441	48	2500.0	-16.51	0.02	-35.76	0.00	-44.58	0.04
1569	2604	54		-17.21	-0.05	37.06	-0.00	46.43	-0.04
		142	0.0	-18.09	-0.04	38.05	0.00	-47.81	0.06

4.2.3 posouzení střešní OK

Posouzení průřezů OK dle normy ČSN EN 1993-1-1. Stávající válcované průřezy střešních průvlaků a nosníků.

Nosníky _Průřez : 12 - OK-vstup-03 (IPE200)

Makro 1591	Prut 2634	OK-vstup-03	S 355	Únos. kom 137	0.99
------------	-----------	-------------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-11.31	0.00	-35.60	-0.00	-33.53	-0.00

Kritický posudek v místě 5.00 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	neposuvné	
Štíhlost	51.20	170.12	
Redukovaná štíhlost	0.67	2.23	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce	0.21	0.34	
Redukční součinitel	0.86	0.17	
Délka	5.00	5.00	m
Součinitel vzpěru	0.85	0.76	
Vzpěrná délka	4.23	3.80	m
Kritické Eulerovo zatížení	2251.65	203.97	kN

LTB		
Délka klopení	5.00	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	1.57	
C2	0.72	
C3	2.64	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Vy	0.00 < 1
Vz	0.12 < 1
M	0.18 < 1

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.06 < 1
Klopení	0.95 < 1
Tlak + moment	0.50 < 1
Tlak + klopení	0.99 < 1

Průvlaky _Průřez : 13 - OK-vstup-04 (IPE220)

Makro 1569	Prut 2604	OK-vstup-04	S 355	Únos. kom 140	0.56
------------	-----------	-------------	-------	---------------	------

NSd [kN]	Vy.Sd [kN]	Vz.Sd [kN]	Mt.Sd [kNm]	My.Sd [kNm]	Mz.Sd [kNm]
-20.87	-0.06	37.70	-0.00	-47.55	0.10

Kritický posudek v místě 0.00 m

Parametry vzpěru	yy	zz	
typ	neposuvné	neposuvné	
Štíhlost	19.78	82.74	
Redukovaná štíhlost	0.26	1.08	
Vzpěr. křivka	a	b	
Imperfekce	0.21	0.34	
Redukční součinitel	0.99	0.55	
Délka	2.50	2.50	m
Součinitel vzpěru	0.72	0.82	
Vzpěrná délka	1.80	2.05	m
Kritické Eulerovo zatížení	17669.59	1010.40	kN

LTB		
Délka klopení	2.50	m
k	1.00	
kw	1.00	
C1	2.69	
C2	0.00	
C3	0.68	

zatížení v těžišti

POSUDEK ÚNOSNOSTI	
Vy	0.00 < 1
Vz	0.12 < 1
M	0.22 < 1

Stabilitní posudek	
Vzpěr	0.03 < 1
Klopení	0.53 < 1
Tlak + moment	0.50 < 1
Tlak + klopení	0.56 < 1

R E S U M E :

Přes vysoké procento využití průřezu nosníku (IPE200) _99%, lze prohlásit, že stávající střešní OK má dostatečnou rezervu v únosnost a **vyhoví** na I. mezní stav i při navrhovaném nárůstu zatížení od střešní skladby.

Zvětšené průhyby v důsledku přetížení stále splňují normou stanovené limity relativních deformací pro daný typ HNK _OBK **vyhoví** na II. mezní stav.

Podmínkou kladného vyhodnocení je plná spojitost nosníků i průvlaků, tedy prokázání dostatečné únosnosti montážních spojů / jejich případné zesílení _viz. následující kapitoly!

4.3 SV detailů

Výše uvedený kladný posudek střešní OK je podmíněn plnou spojitostí nosníků i průvlaků -> prokázání dostatečné kapacity konstrukčních detailů, především montážních šroubových spojů!

Dále jsou podrobně počítány rozhodující detaily. V případě nevyhovujícího výsledku je pak popsán možný návrh řešení a jeho statické posouzení, obvykle ve dvou proveditelných variantách.

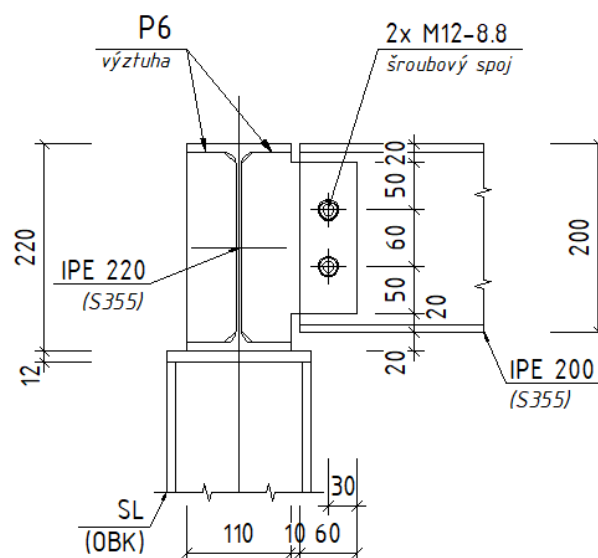
4.3.1 det. 24

SS – schéma (z původní DPS)

det. 24, M 1:10

Mont. přípoj IPE200 na krajní IPE 220

šroubový přípoj – kloubový



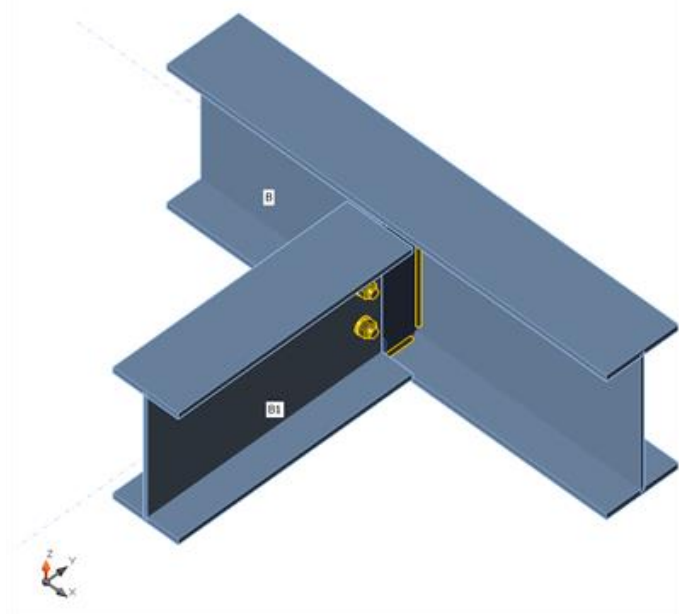
det. 24

kloub IPE200

Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β – Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v	X [mm]
B	14 - IPE220	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel	0
B1	15 - IPE200	-90,0	0,0	0,0	65	0	10	Šrouby	30



Materiál

Ocel	S 235 (EN), S 355 (EN)
Šrouby	M12 8.8

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	10,0	0,0	-23,5	0,0	0,0	0,0

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,0 < 5%	OK
Šrouby	45,1 < 100%	OK
Svary	40,5 < 100%	OK

R E S U M E :

Detail ve stávajícím provedení **vyhoví** na změnu zatížení střešení OK

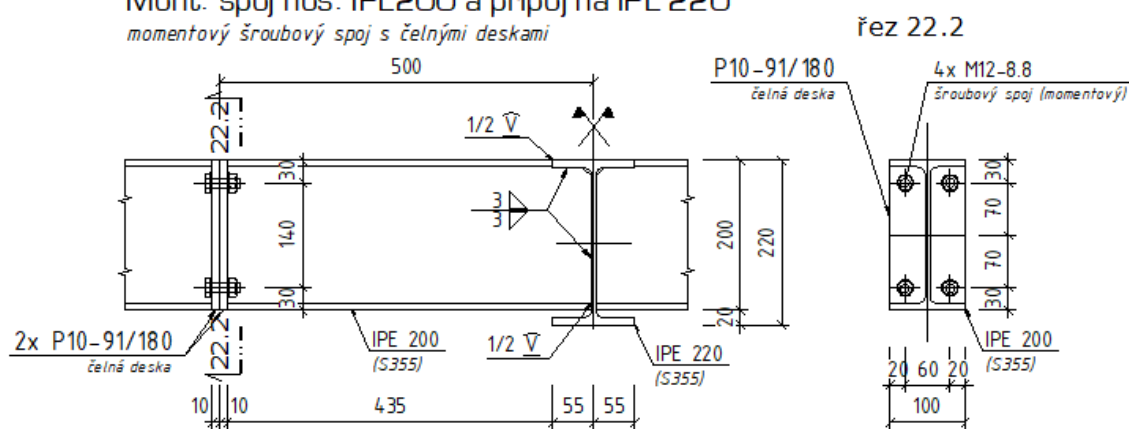
4.3.2 det. 23a

SS – schéma (z původní DPS)

řez 23-23, M 1:10

Mont. spoj nos. IPE200 a přípoj na IPE 220

momentový šroubový spoj s čelními deskami



A.) posouzení dílenského svarového přípoje _křížení nosníků – přípoj IPE200 na IPE220

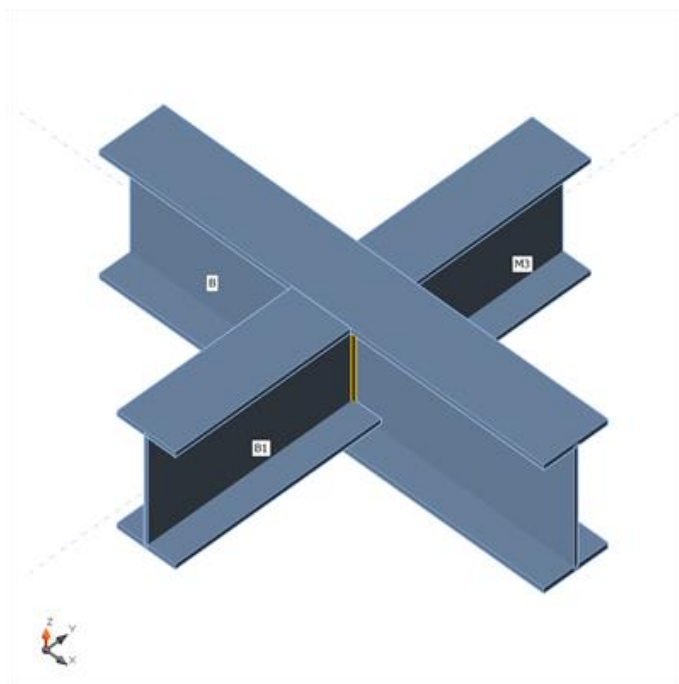
det. 23 a

svar _IPE200 na IPE220

Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β – Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v
B	14 - IPE220	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
B1	15 - IPE200	-90,0	0,0	0,0	0	0	10	Šrouby
M3	15 - IPE200	90,0	0,0	0,0	0	0	10	Šrouby

**Materiál**

Ocel	S 355 (EN)
------	------------

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	0,0	0,0	-35,6	0,0	33,8	0,0
	M3	0,0	0,0	-28,5	0,0	27,7	0,0

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,0 < 5%	OK
Svary	74,7 < 100%	OK

R E S U M E :

Detail ve stávajícím provedení **vyhoví** na změnu zatížení střechení OK

4.3.3 det. 23b

B.) posouzení montážního šroubového přípoje _IPE200 (schéma viz 23a, kap. 4.3.2)

Souhrn

Název	Parametry	Výsledky		
det. 23 b	IPE200 S 355 M12 8.8 Napětí, přetvoření	Výpočet	100,0%	OK
		Plech	0,4 < 5%	OK
		Šrouby	104,7 > 100%	Nevyhovuje!
		Svary	98,0 < 100%	OK
		Boulení	Nespočteno	

R E S U M E _ 1 :

Detail ve stávajícím provedení **nevyhoví** na změnu zatížení střešení OK

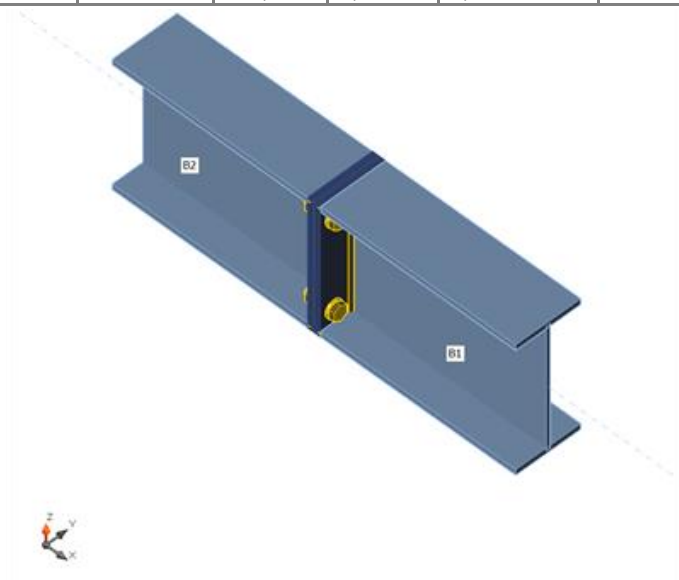
⇒ návrh1: **výměna šroubů** za únosnější typ – předpínané **HV šrouby 4x M12-10.9** dle ČSN EN 14399-4 (DIN6914) Všechny šrouby budou utaženy na předepsaný moment, mazání závitů šroubů při utahování - MoS2.

det. 23 b _R2

m.s. IPE200 _Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β – Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v
B1	15 - IPE200	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
B2	15 - IPE200	180,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel



Materiál

Ocel	S 355 (EN)
Šrouby	M12 10.9

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	5,0	0,0	-29,9	0,0	17,4	0,0

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,4 < 5%	OK
Šrouby	93,0 < 100%	OK
Svary	98,0 < 100%	OK

R E S U M E _ 2 :

Zesílený / upravený montážní spoj **vyhoví** na nový stav nosné střešení OK

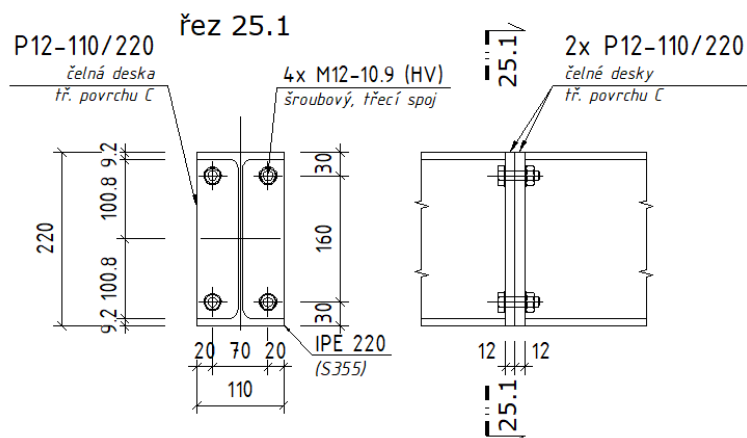
4.3.4 det. 25

SS – schéma (z původní DPS)

det. 25, M 1:10

Mont. spoj pr. IPE 220

šroubový, třecí spoj s čelními deskami



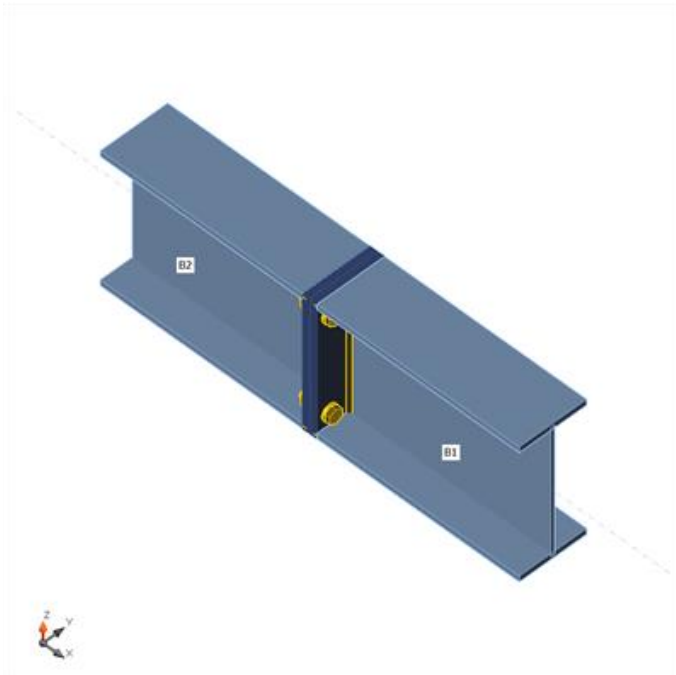
posouzení montážního šroubového připoje _IPE220 _4x M12-10.9 (stávající provedení)

det. 25

m.s. IPE220 _Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

Nosníky a sloupy

Název	Průřez	β – Směr [°]	γ - Sklon [°]	α - Pootočení [°]	Odsazení ex [mm]	Odsazení ey [mm]	Odsazení ez [mm]	Síly v
B1	14 - IPE220	0,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel
B2	14 - IPE220	180,0	0,0	0,0	0	0	0	Uzel



Materiál

Ocel	S 355 (EN)
Šrouby	M12 10.9

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	16,0	0,0	-38,0	0,0	28,8	0,0

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,7 < 5%	OK
Šrouby	126,0 > 100%	Nevyhovuje!
Svary	98,0 < 100%	OK

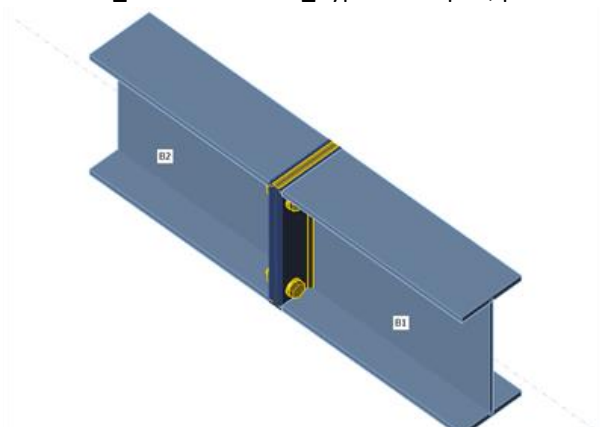
R E S U M E :

Detail ve stávajícím provedení **nevyhoví** na změnu zatížení střechy OK

⇒ návrh1: **zesílení detailu** pomocí **svaření čelných desek v horní hraně**, v celé šířce _tupý montážní V-svar, a = min. 6,0 mm, přebroušený (vyžaduje vytvoření oboustranného úkosu shora na styku čelných desek, do hloubky min. 6,0 mm).

det. 25_R1

m.s. IPE220_zesílení svarem _Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení

**Materiál**

Ocel	S 355 (EN)
Šrouby	M12 10.9

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	16,0	0,0	-38,0	0,0	28,8	0,0

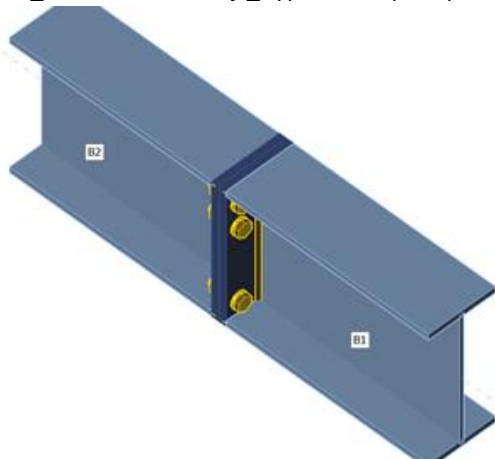
Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	0,0 < 5%	OK
Šrouby	12,7 < 100%	OK
Svary	54,3 < 100%	OK

⇒ návrh2: zesílení detailu pomocí přidání 2 horní řady šroubů _+ 2x M12-10.9 (HV)

det. 25_R2

m.s. IPE220 _zesílení +2 šrouby _Výpočet: Napětí, přetvoření/ zjednodušené zatížení



Materiál

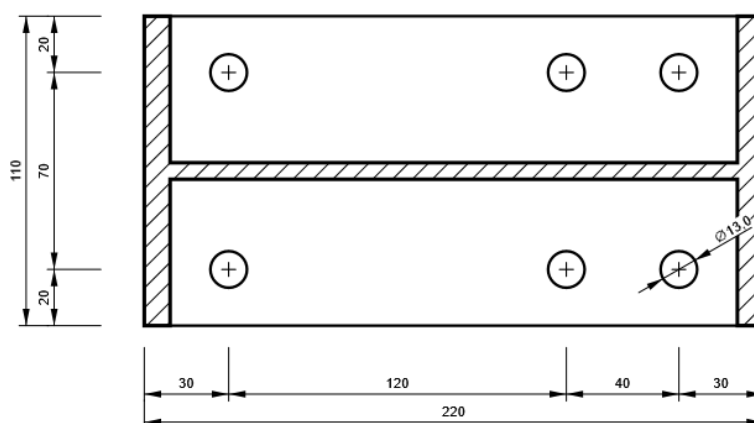
Ocel	S 355 (EN)
Šrouby	M12 10.9

Účinky zatížení (rovnováha není požadována)

Název	Prvek	N [kN]	Vy [kN]	Vz [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Mz [kNm]
LE1	B1	16,0	0,0	-38,0	0,0	28,8	0,0

Souhrn

Název	Hodnota	Status
Výpočet	100,0%	OK
Plech	$0,2 < 5\%$	OK
Šrouby	$96,0 < 100\%$	OK
Svary	$96,9 < 100\%$	OK



R E S U M E _ 2 :

Obě varianty **zesílení / upravení** montážní spoje spoje jsou možné a spoj **vyhoví** na nový stav nosné střešní OK. Za výrobně snazší považují 1. navrženou úpravu _svaření čelních desek.

5 závěr - zhodnocení

Návrh nosných konstrukcí a statické posouzení stávajících konstrukcí i jejich úprav bylo provedeno v souladu s předpisy a doporučeními platných norem ČSN EN.

Navržené konstrukce podmíněně vyhovují požadavkům mechanické odolnosti a stability (I. MS) a to s požadovanou mírou bezpečnosti! Rovněž je statickou analýzou prokázána dostatečná tuhost primárních prvků, kdy deformace a průhyby splňují normové limity použitelnosti (II. MS).

Vyslovený **závěr platí při provedení předepsaných konstrukčních úprav – nutných zesílení** stávajících prvků nosné konstrukce, tak jak tento elaborát popisuje.

Stručný souhr požadovaných úprav:

1. zesílení horního i spodního pásu trubkových vazníků pomocí navaření ohybaných tenkostěnných U profilů;
2. dodržení navržené dimenze nosného trapézového plechu střešní skladby a jeho pevné přikotvení (např. přivaření, přistřelení) TR plechů v každé vlně;
3. zesílení stávajícího mont. spoje u všech střešních nosníků IPE 200 _det. 23 B_výměna šroubů za únosnější typ (předpínané HV šrouby 4x M12-10.9 dle ČSN EN 14399-4);
4. zesílení stávajícího mont. šroubového spoje u všech střešních průvlaků IPE 220 _det. 25 _dodatečné svaření čelních desek / přidání 2. horní řady šroubů.

Případné změny v navrženém statickém a konstrukčním řešení, jakož to i změny zatížení, vyžadují souhlas statika. Následné úpravy zadání a nové požadavky mohou vést k nutnosti dodatečných úprav PD. Provádění se musí řídit navrženými postupy a dbát na správný souběh prací. V případě komplikací nebo nejasností je vždy nutné přizvat statika, který rozhodne o dalším postupu!

Posuzované čistě ocelové konstrukce nemají dostatečné rezervy v únosnosti pro vyhovující posudek průřezu za požární situace dle ČSN EN 1993-1-2. **OK musí být proti požáru ochráněny -> druhotná ochrana pomocí obkladu nebo nátěru dle PBř.** Spřažené ocelobetonové sloupy ve foyer, jsou posouzeny na požární odolnost _REI 45 dle ČSN EN 1994-1-2 v souladu s požadavky PBř a není nutná jejich druhotná ochrana.

Stavebně konstrukční řešení vyžaduje zpracování podrobné dodavatelské dok. stavby, která bude odsouhlasena odpovědným projektantem (statikem) a GP.

Předepisují, aby v rámci autorském dozoru projektanta byl zastoupen i statik a podílel se na průběžné kontrole provádění oprav nosné konstrukce stavby.

počet stran:

-62-

odpovědný projektant:

Ing. Jan Lukáš

(autorizovaný inženýr pro obor statika a dynamika staveb, 1103418)

V Ostravě, dne 02. 09. 2022

