VEDOUCÍ PROJEKTU	ING. MONIKA SYKOROVÁ PHD.		AMBERG ENGINEERING Ptašínského 10, 602 00 Brno Telefon: 541 432 611 E-mail: amberg@amberg.cz
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. JAROSLAV LACINA		
VYPRACOVAL	ING. ONDŘEJ PEŠEK PH.D		
KONTROLOVAL	ING. JAN ROŽEK		

KRAJ: JIHOMORAVSKÝ	MÚ: BRNO – STŘED	DATUM	12/2024
INVESTOR (ZADAVATEL): TECHNICKÉ SÍTĚ BRNO, a.s., BARVÍŘSKÁ 5, 602 00 BRNO		ZMĚNA	
NÁZEV **PD - REKONSTRUKCE TECHNICKÉ GALERIE TG1**		FORMÁT	
		MĚŘÍTKO	
		STUPEŇ	DSP, PDPS
NÁZEV OBJEKTU **SO 02 KONSTRUKCE TG A KABELOVÉ REGISTRY**		ČÍS. ZAKÁZKY	B333-4/1
		ARCHIVNÍ ČÍS.	
NÁZEV PŘÍLOHY **STATICKÝ VÝPOČET KONSTRUKCE GALERIE**		ČÍS. SOUPRAVY	ČÍS. PŘÍLOHY **C.2.10**

Stavba:	**Technická galerie TG1**
Katastrální území:	Brno
Obec:	Brno
Kraj:	Jihomoravský
Investor, objednatel:	Technické sítě Brno, a.s. Barvířská 5 602 00 Brno
Zpracovatel statického posouzení:	Ing. Ondřej Pešek, Ph.D

Použité normativní a technické dokumenty

ČSN EN 1990 ed. 2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí

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

ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-3: Obecná zatížení - Zatížení sněhem

ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem

ČSN EN 1993-1-1 ed. 2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

ČSN EN 1993-1-8 ed. 2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků

ČSN EN 1090-2 Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí - Část 2: Technické požadavky na ocelové konstrukce

TP 258 Mostní zábradlí

Obsah

1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O KONSTRUKCI
1.1 GEOMETRIE
1.2 MATERIÁLY

2 ZATÍŽENÍ
2.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ
2.2 PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ
2.3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

3 ANALÝZA KONSTRUKCE

4 PŘÍČLE RÁMŮ
4.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI
4.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY
4.3 VNITŘNÍ SÍLY
4.4 PRŮŘEZ
4.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI
4.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

5 SEKUNDÁRNÍ NOSNÍKY PLOŠINY
5.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI
5.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY
5.3 VNITŘNÍ SÍLY
5.4 PRŮŘEZ
5.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

6 SLOUPY
6.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI
6.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY
6.3 VNITŘNÍ SÍLY
6.4 PRŮŘEZ
6.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

7 PŘEVÁZKA SLOUPŮ - PODÉLNÉ SPOJKY
7.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI
7.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY
7.3 VNITŘNÍ SÍLY
7.4 PRŮŘEZ
7.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

8 PRVKY ZTUŽENÍ
8.1 VODOROVNÉ ZTUŽENÍ PLOŠINY
8.2 SVISLÉ ZTUŽENÍ KONSTRUKCE

9 ZÁBRADLÍ
9.1 SLOUPEK ZÁBRADLÍ - TYP 1
9.2 SLOUPEK ZÁBRADLÍ - TYP 2

10 POROROŠT
10.1 POLOHA V KONSTRUKCI
10.2 MATERIÁLOVÉ CHATAKTERISTIKY
10.3 ZATÍŽENÍ A VNITŘNÍ SÍLY
10.4 PRŮŘEZ
10.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI
10.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

11 KOTVENÍ DO OSTĚNÍ
11.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI
11.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY
11.3 VNITŘNÍ SÍLY
11.4 PRŮŘEZ
11.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

12 ROZPĚRY
12.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI
12.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY
12.3 VNITŘNÍ SÍLY
12.4 PRŮŘEZ
12.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

13 DETAILY
13.1 KOTVENÍ SLOUPŮ
13.2 PŘÍPOJ KONZOLY LÁVKY
13.3 PŘÍPOJ PŘÍČLE RÁMU NA SLOUP RÁMU
13.4 ATYPICKÝ PŘÍPOJ PŘÍČLE RÁMU NA SLOUP RÁMU
13.5 PŘÍPOJ VÝMĚNY NA PŘÍČEL RÁMU
13.6 PŘÍPOJ SLOUPKU ZÁBRADLÍ

14 ZÁVĚR

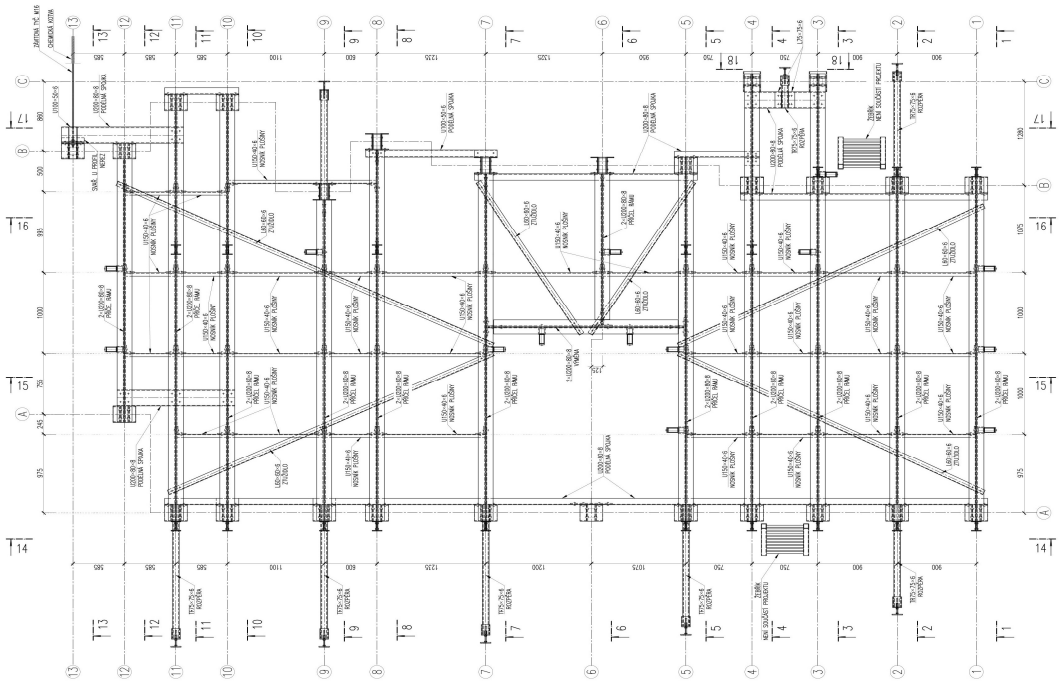
1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O KONSTRUKCI

Posuzovaná konstrukce se nachází v podzemních kolektorech města Brna. Jedná se o plošinu v Galerii TG1. Nosná konstrukce plošiny současně slouží jako nosná konstrukce kabelových registrů - lávek. Příčná vazba je tvořena rámem ze dvou sloupů a příčle (dvě příčné vazby sestávají ze třech sloupů). Přípoj hlavního nosníku na sloupy se považuje za kloubový, kotvení sloupů je také kloubové. Stabilita konstrukce v příčném směru je zajištěna rozpěrami mezi příčnou vazbou a ostěním tunelu. Jedna vazba je zajištěna kotvením do ostění tunelu. V podélném směru jsou příčné vazby propojeny převázkami v úrovni hlav soupů, nosníky plošiny mezi příčlemi rámů a systémem vodorovných a svislých příhradových ztužidel. Pochozí plocha je z pororoštů, konstrukce je doplněna zábradlím a dvěma žebříky (návrh žebříků není součástí této projektové dokumentace). Celká konstrukce je navržena z GFRP kompozitu, některé prvky jsou z nerezové oceli. Spoje jsou šroubované.

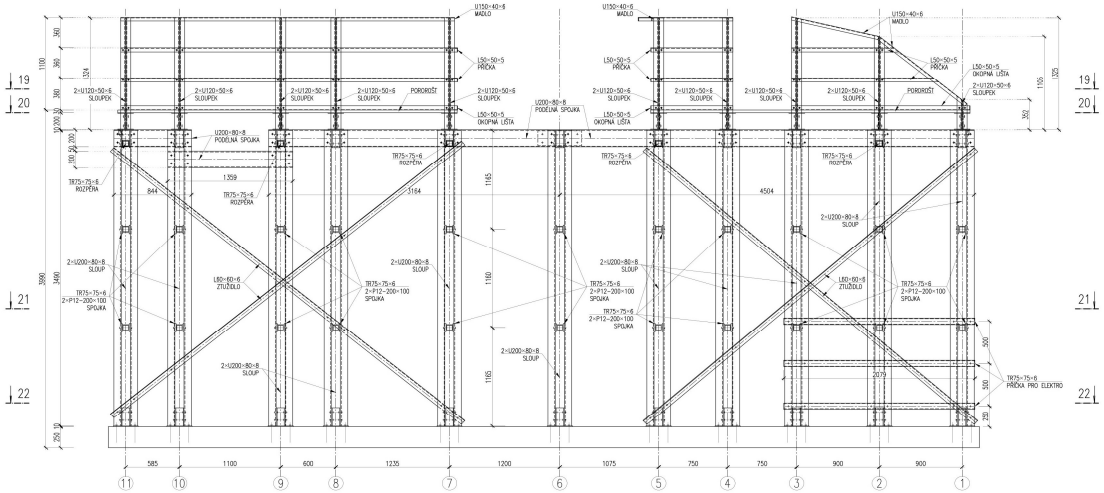
1.1 GEOMETRIE

Výška plošiny nad podlahou	3.99	m
Celková délka galerie	10.50	m
Celková šířka galerie	5.56	m

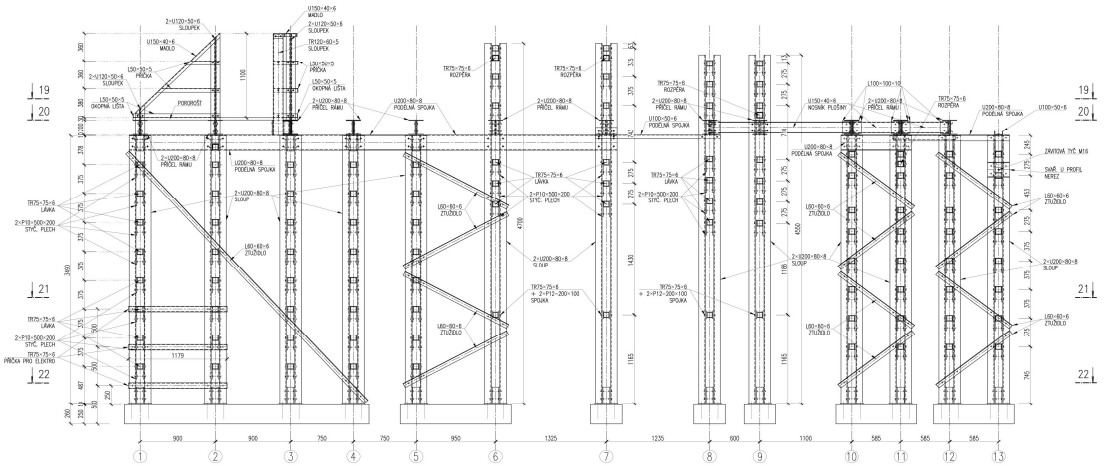
1.1.1 PŮDORYS



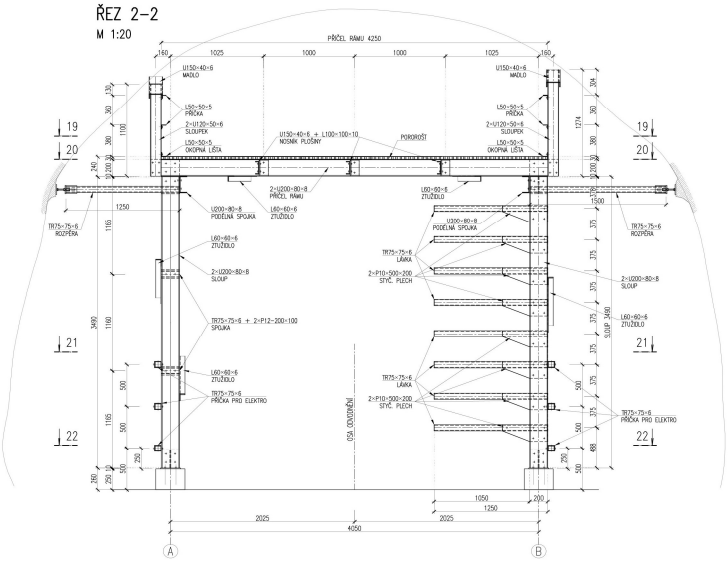
1.1.2 POHLED NA ŘADU A



1.1.3 POHLED NA ŘADU B



1.1.3 TYPICKÝ PŘÍČNÝ ŘEZ



1.2 MATERIÁLY

1.2.1 GFRP KOMPOZIT

Objemová hmotnost	ρ_k	2000	kg/m^3

Pevnosti materiálu

Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa
Pevnost v ohybu kolmo k vláknům	$f_{m.90,k}$	100	MPa
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175	MPa
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120	MPa

Přetvárné vlastnosti materiálu

Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa
Modul pružnosti v tahu kolmo k vláknům	$E_{t,90}$	8	GPa
Modul pružnosti v tlaku rovnoběžně s vlákny	$E_{c,0}$	10	GPa
Modul pružnosti v tlaku kolmo k vláknům	$E_{c,90}$	10	GPa
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa
Součinitel příčné roztažnosti	$v_{0,90}$	0.23	-
Součinitel příčné roztažnosti	$v_{90,0}$	0.09	-

Součinitel spolehlivosti

Vliv doby trvání zatížení

		1 minuta	1 den	1 týden	6 měsíců	10let
A1	E-modul	1.00	1.15	1.30	1.40	1.50
	Pevnost	1.00	1.10	1.25	1.35	1.45

Vliv prostředí

		bez vlivu	přirozené do 30°C	silné UV záření 30-40°C
A2	E-modul	1.00	1.10	1.30
	Pevnost	1.00	1.10	1.30

Vliv teploty

		≤ 20°C	30°C	40°C	80°C
A2	E-modul	1.00	1.05	1.10	1.60
	Pevnost	1.00	1.10	1.20	3.50

Celková hodnota

A = A1 × A2 × A3

1.2.2 KOROZIVZDORNÁ OCEL 1.4404

Ocelové prvky jsou použity jako ztužení konstrukce, styčníkové a kotevní prvky.

Objemová hmotnost	ρ	7850	kg/m^3
Mez kluzu	f_y	200	MPa
Mez pevnosti	f_u	500	MPa
Modul pružnosti v tahu a tlaku	E	200	GPa
Modul pružnosti ve smyku	G	77	GPa
Poissonův součinitel	v	0.30	-
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,0}$	1.10	-
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,1}$	1.10	-
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-

1.2.3 KOROZIVZDORNÁ OCEL A4-70

Spojovací materiál.

Mez kluzu	f_{yb}	450	MPa
Mez pevnosti	f_{ub}	700	MPa
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-

2 ZATÍŽENÍ

2.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ

2.1.1 VLASTNÍ TÍHA NOSNÝCH KONSTRUKCÍ

ZS1 - VLASTNÍ TÍHA NOSNÝCH KONSTRUKCÍ

Generováno výpočetním programem na základě průřezů a materiálů

Objemová tíha GFRP kompozitu	20	kN/m^3
Objemová tíha oceli	78.5	kN/m^3

2.1.2 OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ

Další části konstrukce, které nejsou součástí analytického modelu

- GFRP pororošt

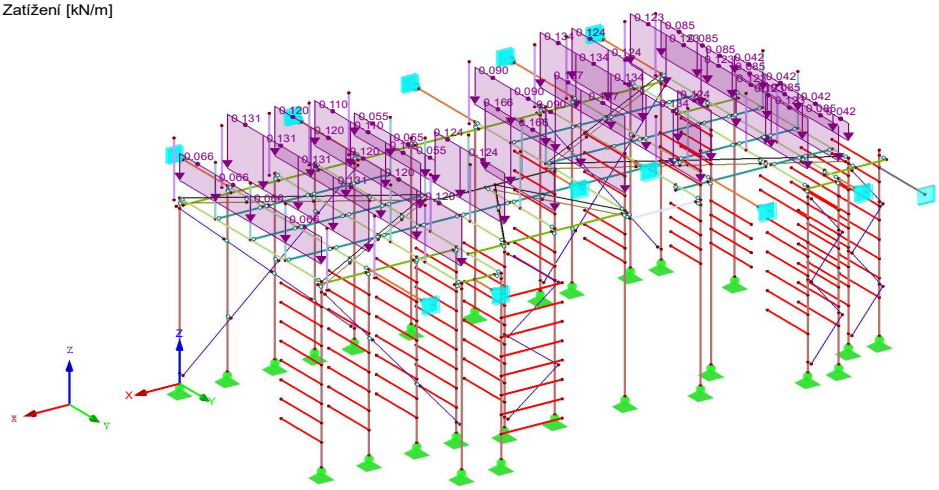
Plošná tíha GFRP pororoštu	14.6	kg/m^2
	0.146	kN/m^2

- Vodorovné prvky zábradlí — zanedbá se

ZS2 - OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ

ZS2 : OSTATNÍ STÁLÉ ZATÍŽENÍ
Zatížení [kN/m]

Izometrie



2.2 PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

2.2.1 UŽITNÉ ZATÍŽENÍ

Svislé plošné zatížení	q_k	3.00	kN/m^2
Vodorovné ploš. příčné zat. (10 % ze svislého)	$q_{k,hor,př}$	0.30	kN/m^2
Vodorovné ploš. podélné zat. (10 % ze svislého)	$q_{k,hor,pod}$	0.30	kN/m^2

Vodorovné příčné a podélné zatížení může působit v obou směrech - celkem čtyři směry

Zatížení na zábradlí se uvažuje podle TP 258 Mostní zábradlí

Užitné zatížení na zábradlí (vodorovné)

- liniové	$q_{k,hor}$	1.00	kN/m
- osamělá síla	$Q_{k,hor}$	1.00	kN

Užitné zatížení na zábradlí (svislé)

- liniové	$q_{k,ver}$	1.00	kN/m
- osamělá síla	$Q_{k,ver}$	1.00	kN

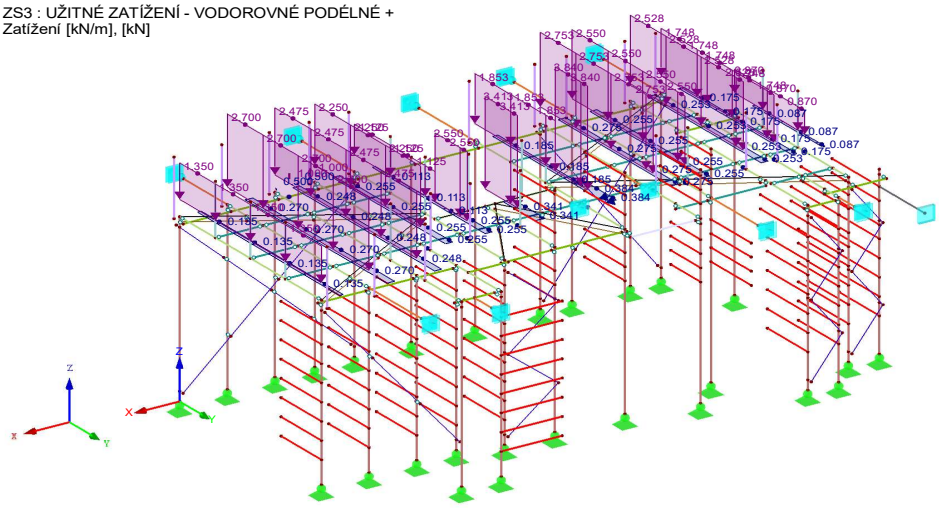
Svislé a vodorovné zatížení působí současně.

V každém zatěžovacím stavu je svislé plošné zatížení a jedno z vodorovných plošných zatížení a zatížení na zábradlí. Celkem čtyři zatěžovací stavy.

ZS3 - Svislé + vodorovné podélné "+"

ZS3 : UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - VODOROVNÉ PODÉLNÉ +
Zatížení [kN/m], [kN]

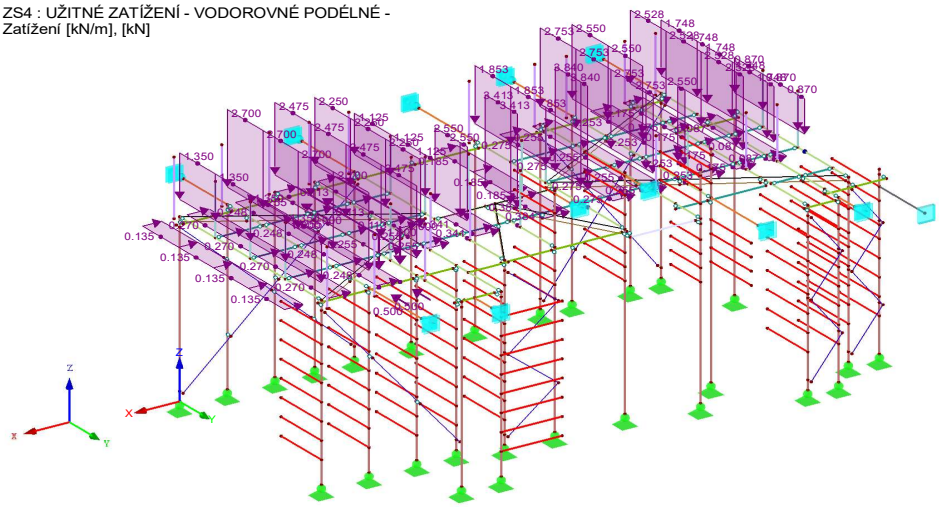
Izometrie



ZS4 - Svislé + vodorovné podélné "-"

ZS4 : UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - VODOROVNÉ PODÉLNÉ -
Zatížení [kN/m], [kN]

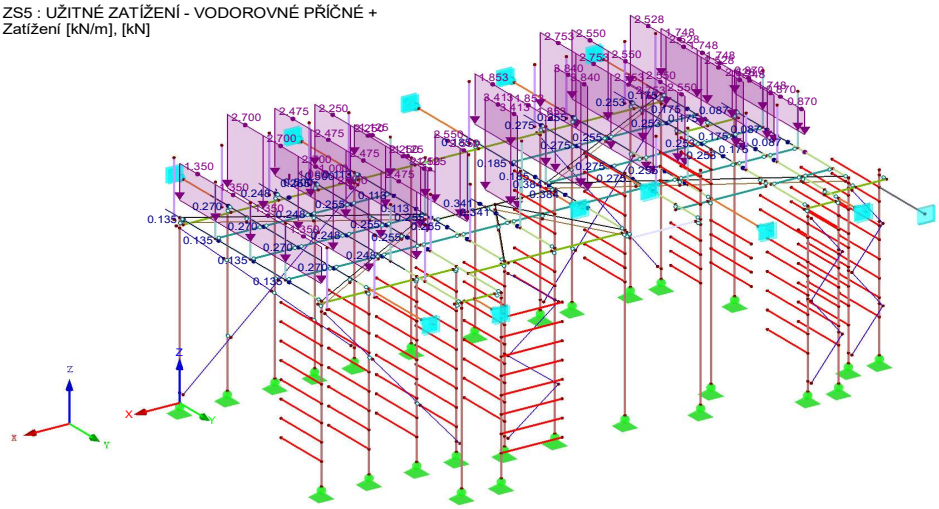
Izometrie



ZS5 - Svislé + vodorovné příčné "+"

ZS5 : UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - VODOROVNÉ PŘÍČNÉ +
Zatížení [kN/m], [kN]

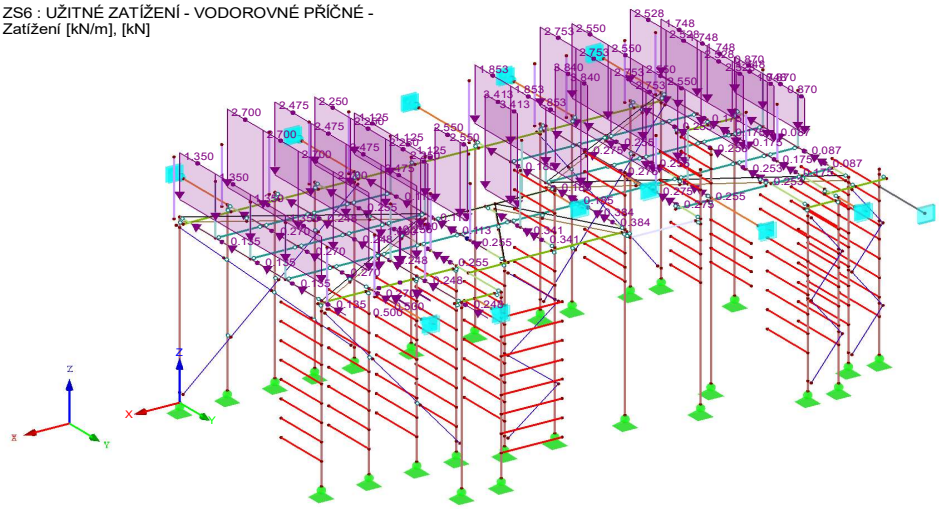
Izometrie



ZS6 - Svislé + vodorovné příčné "-"

ZS6 : UŽITNÉ ZATÍŽENÍ - VODOROVNÉ PŘÍČNÉ -
Zatížení [kN/m], [kN]

Izometrie



2.2.2 UŽITNÉ ZATÍŽENÍ LÁVEK REGISTRU

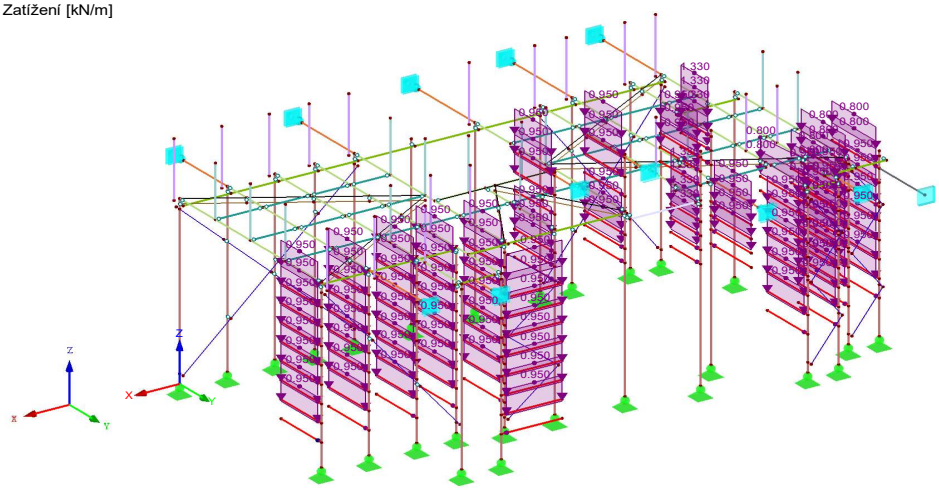
Na každou konzolku vynášející lávku registru se aplikuje celkové zatížení v hodnotě 1 kN.

Celkové zatížení na 1 konzolku	Q_k	1.00	kN
Délka, na které zatížení působí	L	1.15	m
Přepočtené spojité zatížení na lávku	q_k	0.87	kN/m

ZS7 - Užitné zatížení lávek

ZS7 : UŽITNÉ ZATÍŽENÍ LÁVEK
Zatížení [kN/m]

Izometrie



2.2.3 MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK REGISTRU

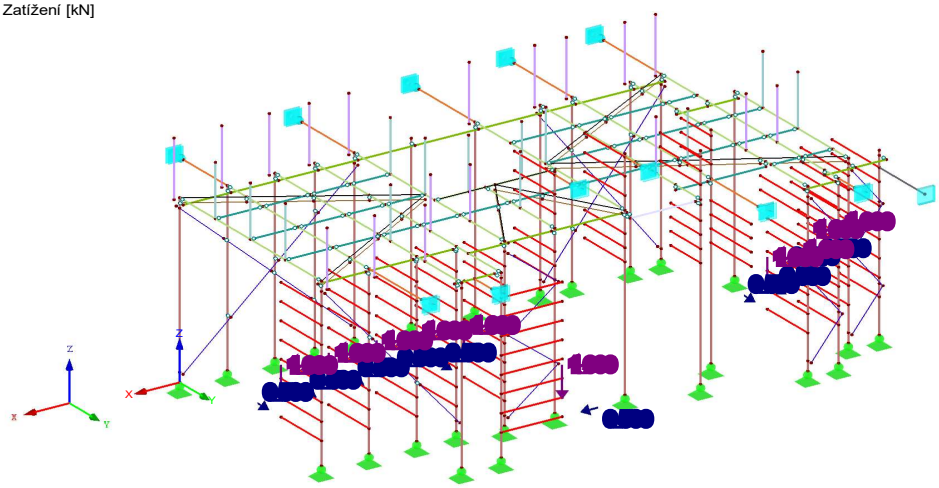
Na konci každé konzoly lávky se uvažuje svislé a vodorovné zatížení simulující montážního dělníka během montáže/údržby/revize.

Svislé zatížení	F_{sv}	1.00	kN
Vodorovné zatížení	F_{vod}	0.50	kN

ZS8 - Montážní zatížení lávky č. 1

ZS8 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK Č.1
Zatížení [kN]

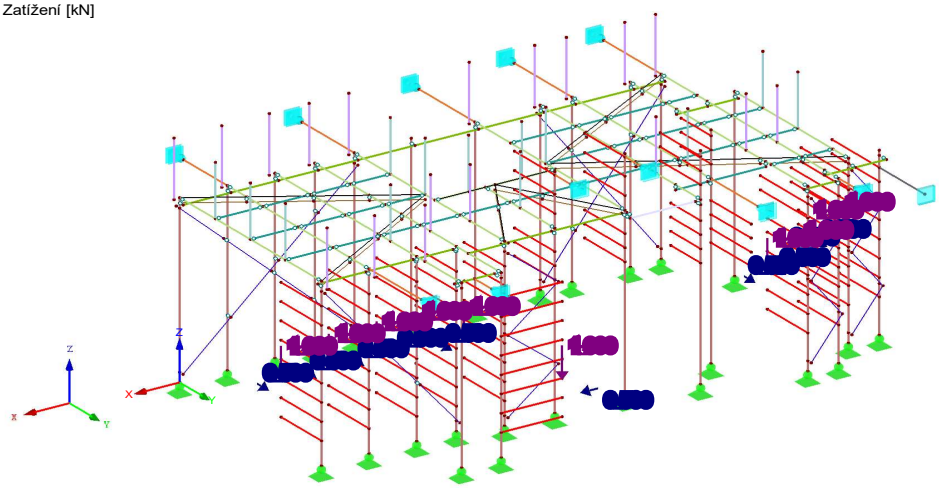
Izometrie



ZS9 - Montážní zatížení lávky č. 2

ZS9 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK Č.2
Zatížení [kN]

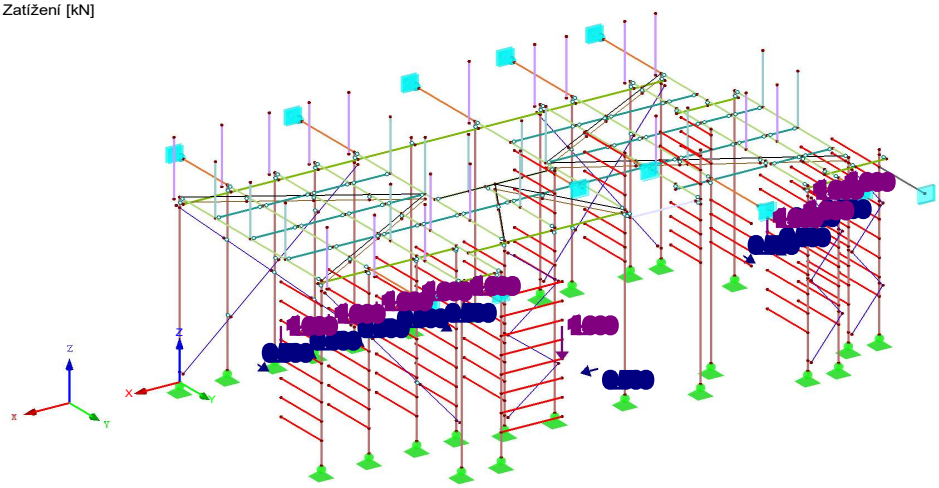
Izometrie



ZS10 - Montážní zatížení lávky č. 3

ZS10 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK Č.3
Zatížení [kN]

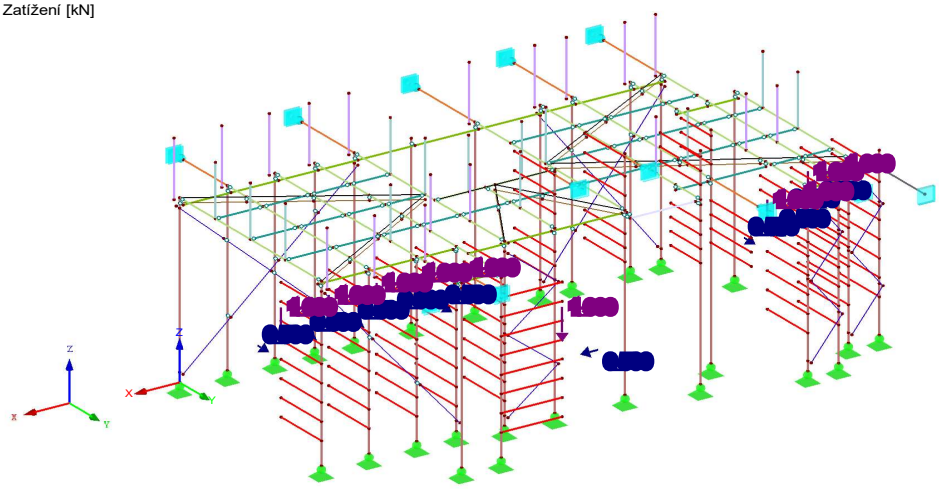
Izometrie



ZS11 - Montážní zatížení lávky č. 4

ZS11 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK Č.4
Zatížení [kN]

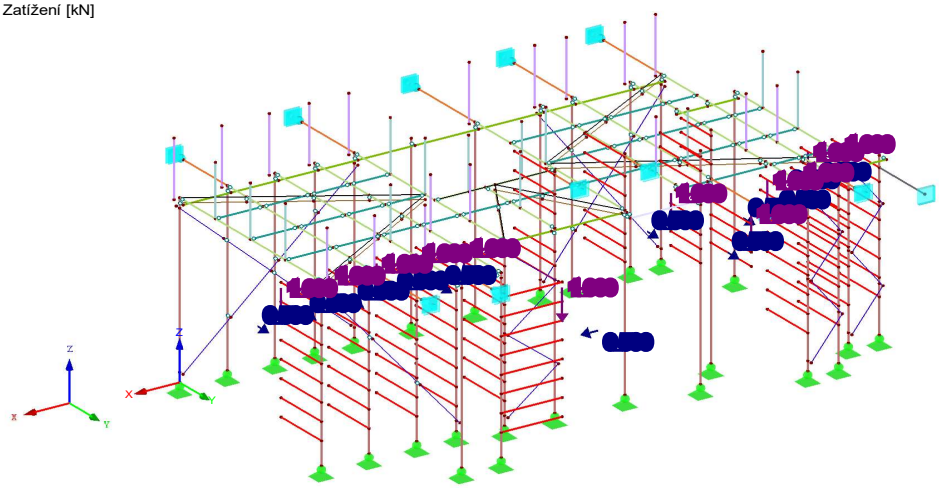
Izometrie



ZS12 - Montážní zatížení lávky č. 5

ZS12 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK Č.5
Zatížení [kN]

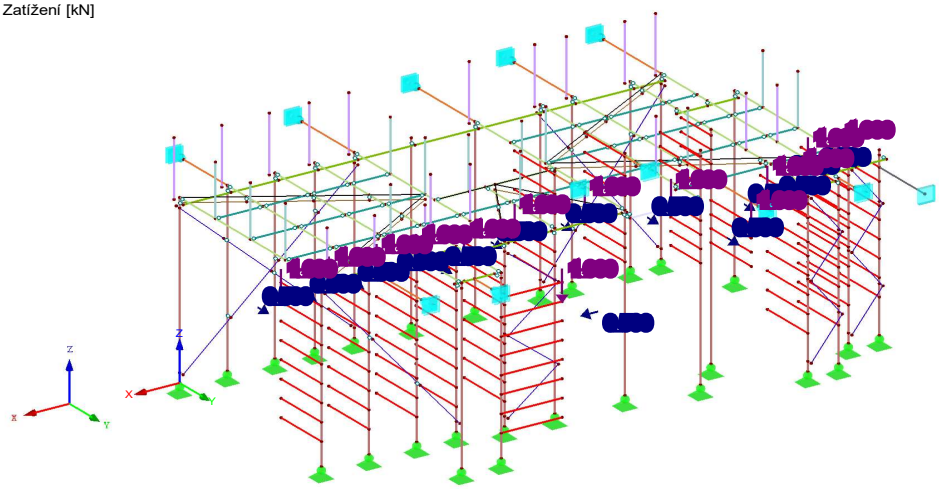
Izometrie



ZS13 - Montážní zatížení lávky č. 6

ZS13 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK Č.6
Zatížení [kN]

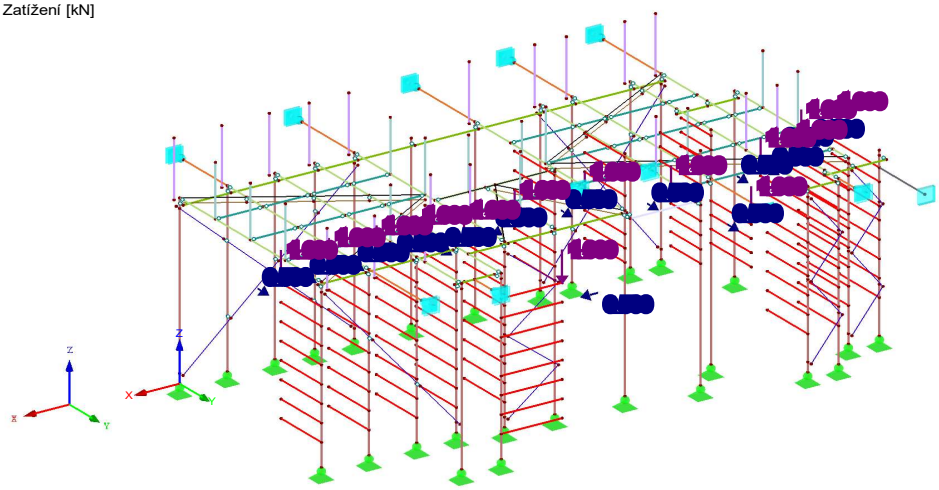
Izometrie



ZS14 - Montážní zatížení lávky č. 7

ZS14 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK Č.7
Zatížení [kN]

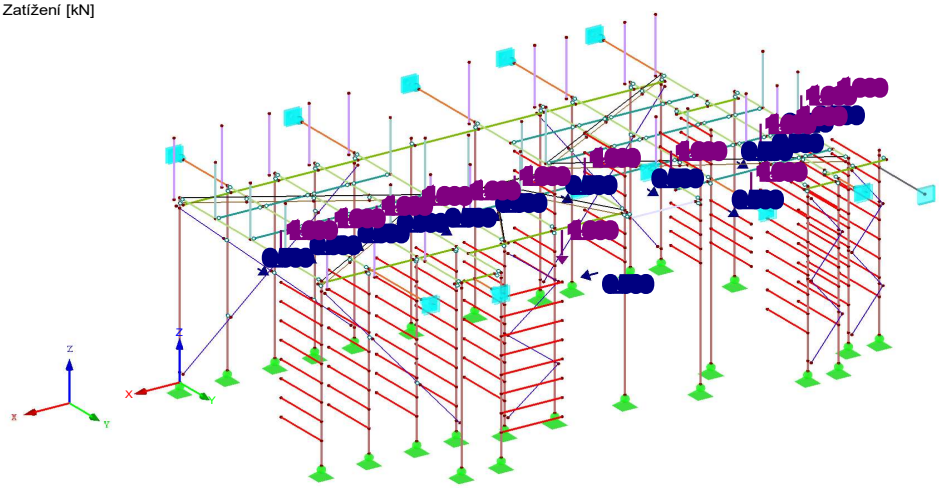
Izometrie



ZS15 - Montážní zatížení lávky č. 8

ZS15 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ LÁVEK Č.8
Zatížení [kN]

Izometrie



2.3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

2.3.1 KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSÚ

Kombinace zatížení jsou vytvořeny podle výrazu (6.10) podle ČSN EN 1990 ed. 2, Tabulka A1.2(B). Užitné zatížení se uvažuje vždy jako hlavní proměnné zatížení, uvažuj se příznivé účinky stálých zatížení.

$$\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} G_{k,j} \text{"+"} \gamma_P P \text{"+"} \gamma_{Q,1} Q_{k,1} \text{"+"} \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i} \qquad (6.10)$$

Součinitel stálého nepříznivého zatížení	$\gamma_{G,j,sup}$	1.35	-
Součinitel stálého příznivého zatížení	$\gamma_{G,j,inf}$	1.00	-
Součinitel proměnného nepříznivého zatížení	γ_Q	1.50	-
Součinitel proměnného příznivého zatížení	γ_Q	0.00	-
Součinitel pro stálé zatížení	ξ	0.85	-
Kombinační součinitel	ψ_0	1.00	-

Výpis kombinací

KZ1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
KZ2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3
KZ3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4
KZ4	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5
KZ5	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6
KZ6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7
KZ7	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7
KZ8	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7
KZ9	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7
KZ10	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS8
KZ11	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS9
KZ12	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS10
KZ13	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS11
KZ14	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS12
KZ15	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS13
KZ16	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS14

KZ17	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS15
KZ18	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS8
KZ19	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS9
KZ20	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS10
KZ21	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS11
KZ22	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS12
KZ23	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS13
KZ24	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS14
KZ25	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS15
KZ26	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS8
KZ27	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS9
KZ28	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS10
KZ29	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS11
KZ30	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS12
KZ31	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS13
KZ32	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS14
KZ33	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS15
KZ34	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS8
KZ35	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS9
KZ36	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS10
KZ37	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS11
KZ38	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS12
KZ39	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS13
KZ40	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS14
KZ41	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS15
KZ42	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS8
KZ43	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS9
KZ44	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS10
KZ45	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS11
KZ46	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS12
KZ47	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS13
KZ48	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS14
KZ49	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS15
KZ50	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS8
KZ51	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS9
KZ52	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS10
KZ53	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS11
KZ54	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS12
KZ55	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS13
KZ56	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS14
KZ57	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS4 + 1.5*ZS15
KZ58	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS8
KZ59	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS9
KZ60	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS10
KZ61	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS11
KZ62	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS12
KZ63	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS13
KZ64	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS14
KZ65	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS5 + 1.5*ZS15
KZ66	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS8
KZ67	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS9
KZ68	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS10
KZ69	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS11
KZ70	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS12
KZ71	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS13
KZ72	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS14
KZ73	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS6 + 1.5*ZS15
KZ74	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7
KZ75	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS8

KZ76	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS9
KZ77	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS10
KZ78	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS11
KZ79	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS12
KZ80	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS13
KZ81	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS14
KZ82	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS7 + 1.5*ZS15
KZ83	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS8
KZ84	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS9
KZ85	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS10
KZ86	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS11
KZ87	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS12
KZ88	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS13
KZ89	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS14
KZ90	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS15

2.3.2 KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSP

Kombinace zatížení jsou vytvořeny podle výrazu (6.14b) podle ČSN EN 1990 ed. 2

$$\sum_{j\geq 1} G_{k,j} "+" P "+" Q_{k,1} "+" \sum_{i>1} \psi_{0,i} Q_{k,i} \qquad (6.14b)$$

Výpis kombinací

KZ91	ZS1 + ZS2
KZ92	ZS1 + ZS2 + ZS3
KZ93	ZS1 + ZS2 + ZS4
KZ94	ZS1 + ZS2 + ZS5
KZ95	ZS1 + ZS2 + ZS6
KZ96	ZS1 + ZS2 + ZS3 + ZS7
KZ97	ZS1 + ZS2 + ZS4 + ZS7
KZ98	ZS1 + ZS2 + ZS5 + ZS7
KZ99	ZS1 + ZS2 + ZS6 + ZS7
KZ100	ZS1 + ZS2 + ZS7

2.4 OBÁLKY ZATÍŽENÍ

KV1	KZ1-KZ90	pro MSÚ
KV2	KZ91-KZ100	pro MSP

3 ANALÝZA KONSTRUKCE

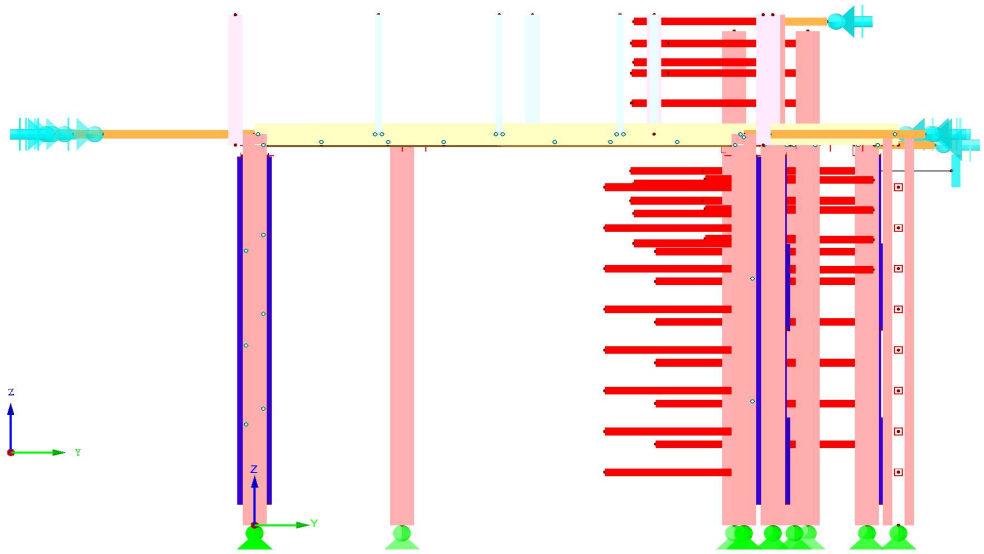
Pro statickou analýzu byl vytvořen prostorový prutový model v programu Dlubal RFEM (verze 5.26.01 x64). Analýza vnitřních sil a deformací byla nastavena jako geometricky nelineární pružnostní (GNA) - výpočet podle teorie II. řádu. Materiálové modely GFRP a oceli byly lineárně pružné.

Údaje o modelu:

Počet uzlů:	553
Počet prutů:	458
Počet uzlových podpor:	40
Počet průřezů:	12
Počet deskostěn	0

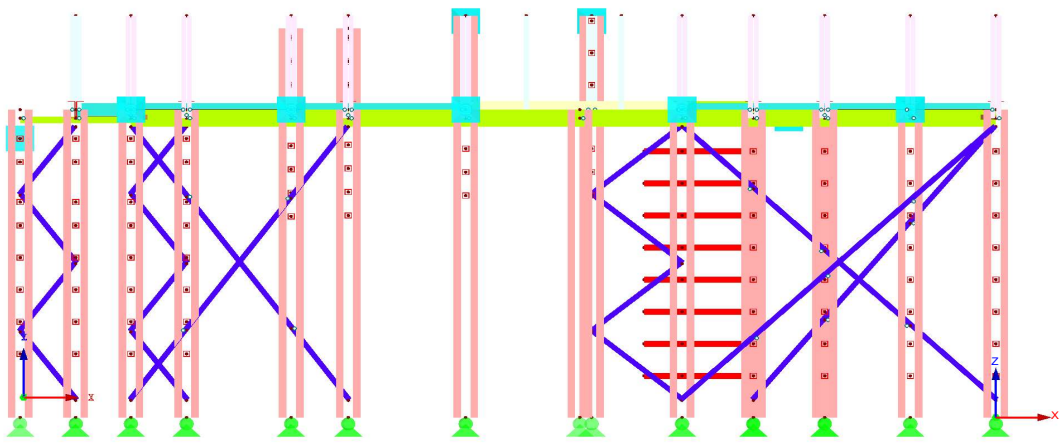
Pohled proti směru x

Proti směru osy X

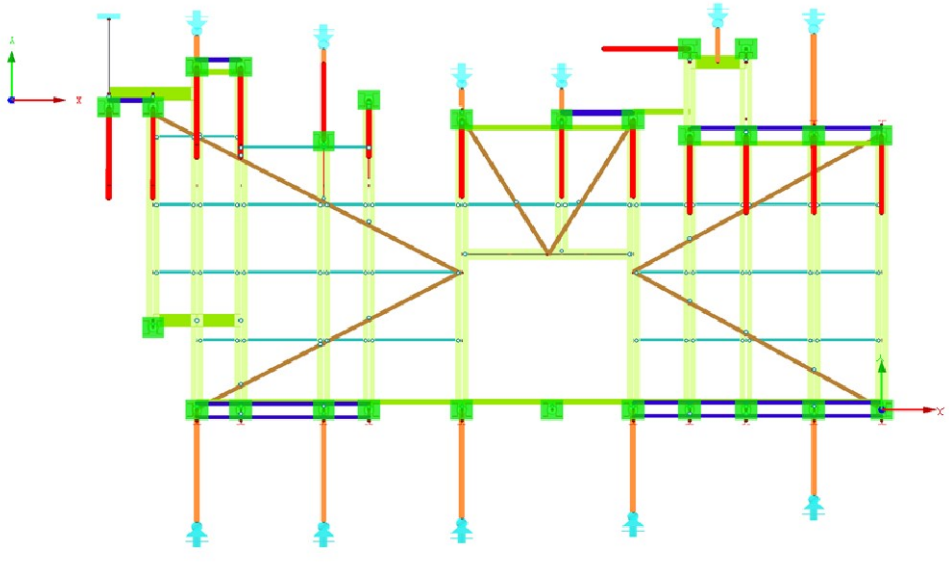


Pohled ve směru y

Ve směru Y

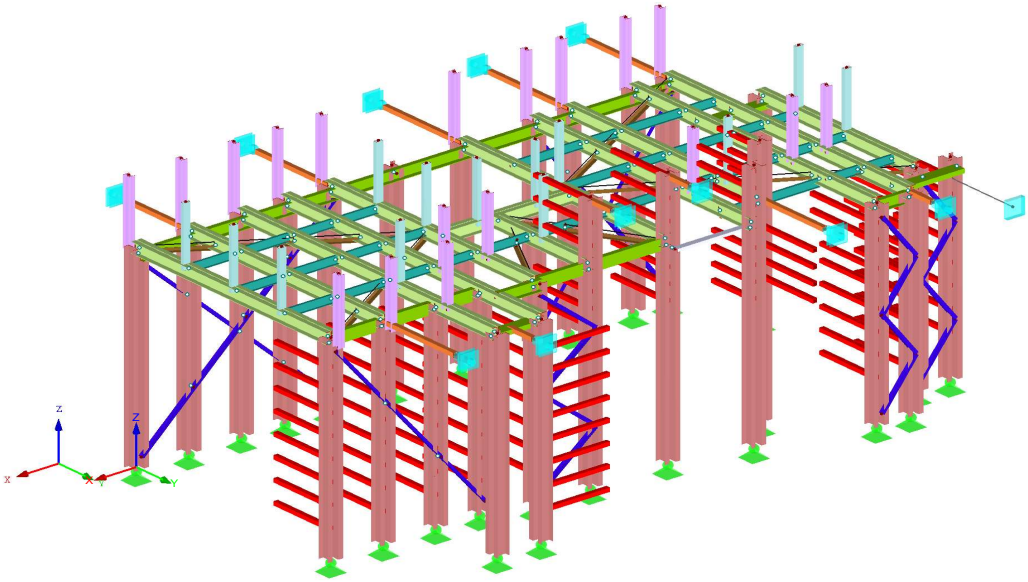


Pohled proti směru z



Axonometrický pohled

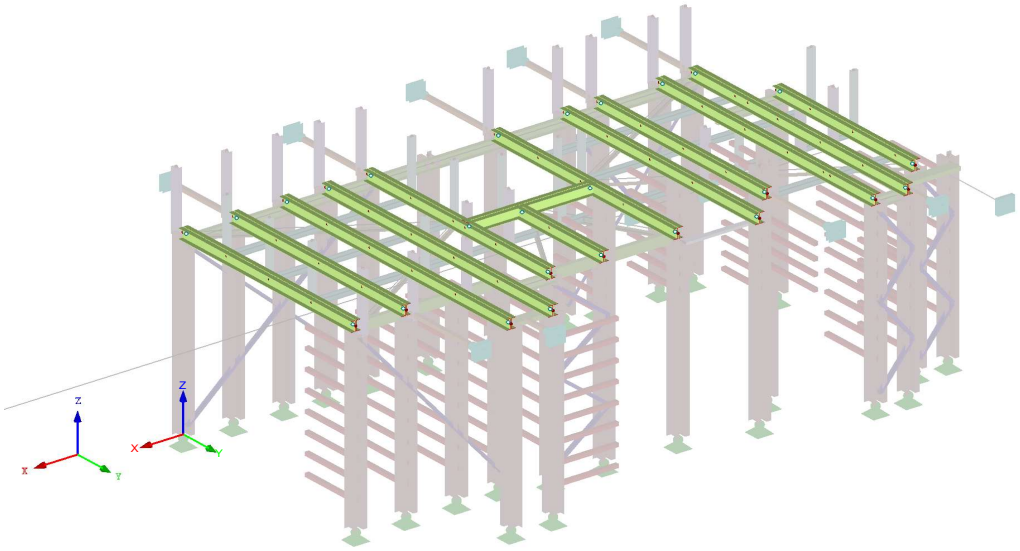
Izometrie



4 PŘÍČLE RÁMŮ

4.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

Izometrie



4.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

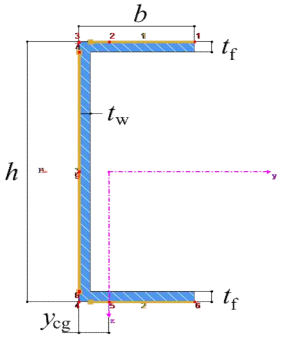
Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

4.3 VNITŘNÍ SÍLY

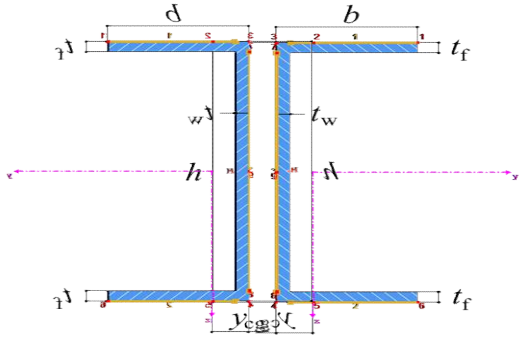
	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	*kombinace*
MAX N	**2.60**	-1.06	5.24	0.00	-6.50	-0.95	KZ 10
MIN N	**-9.15**	0.01	4.81	0.00	0.00	0.00	KZ 34
MAX V_y	0.08	**2.28**	2.07	0.00	5.66	0.26	KZ 49
MIN V_y	-1.84	**-2.50**	-5.73	0.29	2.40	-0.32	KZ 18
MAX V_z	-1.39	-0.03	**9.01**	0.00	0.00	0.00	KZ 38
MIN V_z	-0.93	0.03	**-10.88**	0.00	-6.90	-0.16	KZ 42
MAX M_T	-1.84	-2.50	-5.73	**0.29**	2.40	-0.32	KZ 18
MIN M_T	-3.37	0.80	-0.62	**-0.13**	0.59	-0.23	KZ 17
MAX M_y	-0.23	0.69	-1.55	-0.01	**10.28**	0.37	KZ 49
MIN M_y	-1.13	-0.10	5.65	0.00	**-6.91**	-0.13	KZ 2
MAX M_z	-0.19	-0.57	-8.84	0.00	-6.59	**0.57**	KZ 57
MIN M_z	0.00	-2.41	5.09	0.00	-4.72	**-2.27**	KZ 10

4.4 PRŮŘEZ

Dílčí průřez



Složený průřez



4.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY DÍLČÍHO PRŮŘEZU

Výška průřezu	h	200	mm
Šířka průřezu	b	80	mm
Tloušťka pásnic	t_f	8	mm
Tloušťka stojiny	t_w	8	mm
Výška stojiny	h_w	184	mm
Plocha pásnice	A_f	640	mm^2
Plocha stojiny	A_w	1472	mm^2
Celková průřezová plocha	A	2752	mm^2
Poloha těžiště	y_{cg}	20.7	mm
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	1.60E+07	mm^4
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	1.58E+06	mm^4
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	5.87E+04	mm^4

Výsečový moment setrvačnosti	I_w	1.02E+10	mm^6
Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	76.1	mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	23.9	mm
Průřezový modul k ose y	W_y	1.60E+05	mm^3
Průřezový modul k ose z	W_z	2.66E+04	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	9.53E+04	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	2.81E+04	mm^3
Výsečová souřadnice	w	4729	mm^2
Vzdálenost středu smyku od těžiště	y_{cs}	43.5	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	90.9	mm

4.4.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY SLOŽENÉHO PRŮŘEZU

Šířka mezery mezi průřezy	t_p	10	mm
Průřezová plocha	A	5504	mm^2
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	3.19E+07	mm^4
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	6.80E+06	mm^4
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	117419	mm^4
Výsečový moment setrvačnosti	I_w	1.07E+11	mm^6
Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	76.1	mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	35.2	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	83.9	mm
Průřezový modul k ose y	W_y	319126	mm^3
Průřezový modul k ose z	W_z	80041	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	190592	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	56448	mm^3
Výsečová souřadnice	w	8543	mm^2

4.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

4.5.1 TAH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	2.60	kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{t,0,d}$	0.473	MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	**0.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.5.2 PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-9.154	kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	1.663	MPa	
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	**0.02 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.5.3 SMYK

Smyk ve směru y

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed}$	2.497	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	1.295	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.08 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	10.877	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	4.060	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.26 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.5.4 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	10.283	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	32.222	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.15 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	2.265	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,Z,d}$	28.298	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,z,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.14 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Šikmý ohyb

Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.29 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.5.5 KROUCENÍ

Posouzení není provedeno na maximální hodnotu krouticího momentu z globální analýzy konstrukce. Krouticí momenty nebudou ve skutečnosti tak vysoké, kroucení bude částečně bráněno připojením pororoštů a připojením diagonálních prutů ztužení ke každému prutu příčle zvlášť.

Návrhový moment prostého kroucení (přibližně)	$T_{t,Ed}$	0.1	kNm	
Smykové napětí od prostého kroucení	τ_d	6.813	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.43 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Excentricita zatížení vzhledem k Cs	e	0.0	mm	
Délka prutu při kroucení	L	1000	mm	
Bezrozměrný param. tuhosti prutu při kroucení	K_t	0.351	-	
Koef. pro typ zatížení a okrajových podmínek	α	3.7	-	
Koef. pro typ zatížení a okrajových podmínek	β	1.08	-	
Opravný součinitel	κ	0.009	-	

Návrhový bimoment (přibližně)	B_{Ed}	0.000	kNm^2	
Normálové napětí od bimomentu	$\sigma_{B,d}$	0.000	MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{B,d}/f_{t,0,d}$	**0.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.5.6 VZPĚR

Vybočení kolmo k ose y

Výpočet je proveden jako pro celistvý průřez

Vzpěrná délka	$L_{cr,y}$	4290	mm	
Kritická síla	$N_{cr,y}$	427.846	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	1.522	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_y	1.982	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_y	0.308	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	9.154	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	159.220	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.06 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení kolmo k ose z

Výpočet je proveden pro jeden U průřez

Vzpěrná délka	$L_{cr,z}$	1000	mm	
Kritická síla	$N_{cr,z}$	389.313	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,z}$	1.595	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_z	2.114	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_z	0.286	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	4.577	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	73.909	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.06 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení zkroucením kolem osy x

Výpočet je proveden pro jeden U průřez

Vzpěrná délka	$L_{cr,x}$	1000	mm	
Kritická síla	$N_{cr,x}$	324.011	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,x}$	1.236	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_x	1.518	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_x	0.417	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	4.577	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	107.856	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.04 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.5.7 KLOPENÍ

Délka prutu	L	1000	mm	
Součinitel vzpěrné délky	k_w	1.00	-	
Součinitel vzpěrné délky	k_z	1.00	-	
Souřadnice působiště zatížení k Cs	z_g	100.00	mm	
	z_j	0.00	mm	
Bezrozměrný parametr kroucení	κ_{wt}	8.948	-	
Bezrozměrný parametr působiště zatížení	ς_g	7.146	-	
Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu	ς_j	0.000	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_1	1.00	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_2	1.00	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_3	1.00	-	
Bezrozměrný kritický moment	μ_{cr}	4.349	-	
Pružný kritický moment	M_{cr}	102.162	kNm	
Poměrná štíhlost při klopení	λ_{LT}	1.118	-	
Součinitel imperfekce	α_{LT}	0.490	-	
	ϕ_{LT}	1.325	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_{LT}	0.491	-	
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	10.283	kNm	
Návrhová únosnost v klopení	$M_{b,Rd}$	32.745	kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{b,Rd}$	**0.31 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.5.8 INTERAKCE VZPĚRU A KLOPENÍ

Jednotkový posudek na vzpěr (nejhorší případ)	η_{FB}	0.06	-	
Jednotkový posudek na klopení	η_{LT}	0.31	-	
Jednotkový posudek na ohyb kolem osy z	η_{MZ}	0.14	-	
Jedtnotkový posudek na interakci	$\eta_{FB} + \eta_{LT} + \eta_{MZ}$	**0.51 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.5.9 INTERAKCE SMYKU A KROUCENÍ

Jednotkový posudek na smyk ve směru y	η_y	0.08	-	
Jednotkový posudek na smyk ve směru z	η_z	0.14	-	
Jednotkový posudek na smyk od kroucení	η_T	0.43	-	
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_y + \eta_T$	**0.52 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_z + \eta_T$	**0.57 < 1,0**		***=> vyhovuje***

4.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

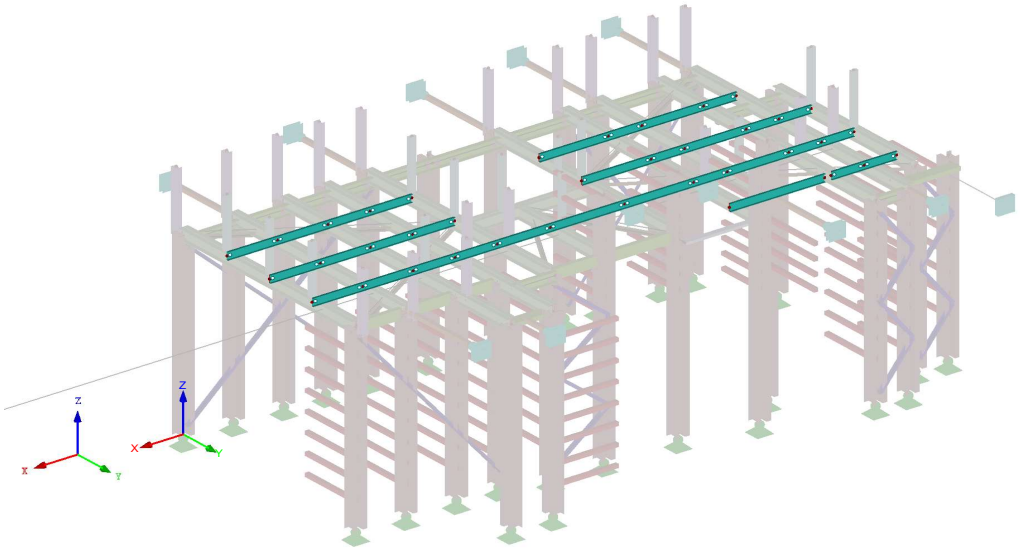
4.6.1 SVISLÝ PRŮHYB

Rozpětí nosníku		L	4290	mm	
Největší svislý průhyb od užitného zat.		u_z	15.10	mm	
Limitní svislý průhyb	L / 250	$u_{z,llim}$	17.16	mm	
Jednotkový posudek		$u_z/u_{z,llim}$	**0.88 < 1,0**		***=> vyhovuje***

5 SEKUNDÁRNÍ NOSNÍKY PLOŠINY

5.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

Izometrie



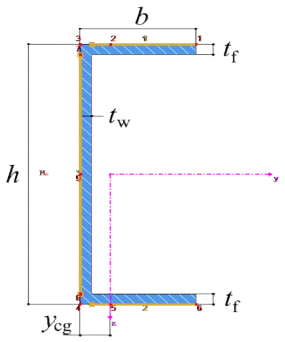
5.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

5.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	*kombinace*
MAX N	**2.36**	0.00	1.21	0.00	-0.51	0.00	KZ 17
MIN N	**-3.89**	0.00	0.07	0.00	-0.22	0.00	KZ 49
MAX V_y	-0.03	**0.11**	2.84	0.00	-1.17	0.07	KZ 65
MIN V_y	-0.03	**-0.28**	-5.68	0.00	0.00	-0.10	KZ 65
MAX V_z	0.09	0.09	**2.90**	0.00	-1.17	0.05	KZ 49
MIN V_z	-0.03	-0.28	**-5.70**	0.00	-1.17	0.07	KZ 65
MAX M_T	0.21	-0.06	-0.22	**0.00**	-0.01	-0.01	KZ 82
MIN M_T	-0.50	0.08	-0.97	**-0.01**	-0.20	0.02	KZ 42
MAX M_y	0.22	0.00	1.97	0.00	**1.26**	0.00	KZ 63
MIN M_y	-0.03	-0.28	-5.70	0.00	**-1.17**	0.07	KZ 65
MAX M_z	-0.03	-0.28	-5.70	0.00	-1.17	**0.07**	KZ 65
MIN M_z	-0.03	-0.28	-5.68	0.00	0.00	**-0.10**	KZ 65

5.4 PRŮŘEZ



5.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Výška průřezu	h	150	mm
Šířka průřezu	b	40	mm
Tloušťka pásnic	t_f	6	mm
Tloušťka stojiny	t_w	6	mm
Výška stojiny	h_w	138	mm
Plocha pásnice	A_f	240	mm^2
Plocha stojiny	A_w	828	mm^2
Celková průřezová plocha	A	1308	mm^2
Poloha těžiště	y_{cg}	9.2	mm
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	3.80E+06	mm^4
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	1.54E+05	mm^4
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	1.57E+04	mm^4
Výsečový moment setrvačnosti	I_w	5.73E+08	mm^6

Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	53.9	mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	10.9	mm
Průřezový modul k ose y	W_y	5.07E+04	mm^3
Průřezový modul k ose z	W_z	5.02E+03	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	3.16E+04	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	5.68E+03	mm^3
Výsečová souřadnice	w	1856	mm^2
Vzdálenost středu smyku od těžiště	y_{cs}	17.5	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	57.7	mm

5.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

5.5.1 TAH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	2.36	kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{t,0,d}$	1.806	MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	**0.01 < 1,0**		***=> vyhovuje***

5.5.2 PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-3.894	kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	2.977	MPa	
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	**0.03 < 1,0**		***=> vyhovuje***

5.5.3 SMYK

Smyk ve směru y

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed}$	0.283	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.868	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.06 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	5.7	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	3.941	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.25 < 1,0**		***=> vyhovuje***

5.5.4 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	1.263	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	24.903	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.12 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0.099	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,Z,d}$	19.737	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,z,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.09 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Šikmý ohyb

Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.21 < 1,0**		***=> vyhovuje***

5.5.5 KROUCENÍ

Návrhový moment prostého kroucení (přibližně)	$T_{t,Ed}$	0.008	kNm	
Smykové napětí od prostého kroucení	τ_d	3.058	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.20 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Excentricita zatížení vzhledem k Cs	e	0.0	mm	
Délka prutu při kroucení	L	1235	mm	
Bezrozměrný param. tuhosti prutu při kroucení	K_t	2.164	-	
Koef. pro typ zatížení a okrajových podmínek	α	3.7	-	
Koef. pro typ zatížení a okrajových podmínek	β	1.08	-	
Opravný součinitel	κ	0.250	-	
Návrhový bimoment (přibližně)	B_{Ed}	0.000	kNm^2	
Normálové napětí od bimomentu	$\sigma_{B,d}$	0.000	MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{B,d}/f_{t,0,d}$	**0.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***

5.5.6 VZPĚR

Vybočení kolmo k ose y

Vzpěrná délka	$L_{cr,y}$	1235	mm	
Kritická síla	$N_{cr,y}$	615.351	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	0.619	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_y	0.794	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_y	0.774	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	3.894	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	95.250	kN	
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	**0.04 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení kolmo k ose z

Vzpěrná délka	$L_{cr,z}$	1235	mm	
Kritická síla	$N_{cr,z}$	24.961	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,z}$	3.071	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_z	5.920	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_z	0.091	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	3.894	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	11.203	kN	
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	**0.35 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení zkroucením kolem osy x

Vzpěrná délka	$L_{cr,x}$	1235	mm	
Kritická síla	$N_{cr,x}$	40.982	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,x}$	2.397	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_x	3.911	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_x	0.143	-	
Návrhová osová síla	$N_{ch,Ed}$	3.894	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{ch,b,Rd}$	17.571	kN	
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	**0.22 < 1,0**		***=> vyhovuje***

5.5.7 KLOPENÍ

Délka prutu	L	1235	mm	
Součinitel vzpěrné délky	k_w	1.00	-	
Součinitel vzpěrné délky	k_z	1.00	-	
Souřadnice působiště zatížení k Cs	z_g	0.00	mm	
	z_j	0.00	mm	
Bezrozměrný parametr kroucení	κ_{wt}	1.452	-	
Bezrozměrný parametr působiště zatížení	ς_g	0.000	-	
Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu	ς_j	0.000	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_1	1.70	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_2	1.00	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_3	1.00	-	
Bezrozměrný kritický moment	μ_{cr}	2.997	-	
Pružný kritický moment	M_{cr}	3.139	kNm	
Poměrná štíhlost při klopení	λ_{LT}	2.542	-	
Součinitel imperfekce	α_{LT}	0.490	-	
	ϕ_{LT}	4.281	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_{LT}	0.129	-	
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	1.263	kNm	
Návrhová únosnost v klopení	$M_{b,Rd}$	1.372	kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{b,Rd}$	**0.92 < 1,0**		***=> vyhovuje***

5.5.8 INTERAKCE VZPĚRU A KLOPENÍ

Jednotkový posudek na vzpěr (nejhorší případ)	η_{FB}	0.35	-
Jednotkový posudek na klopení	η_{LT}	0.92	-
Jednotkový posudek na ohyb kolem osy z	η_{MZ}	0.09	-

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z
MIN N	**-3.89**	0.00	0.07	0.00	-0.22	0.00
MAX M_y	0.22	0.00	1.97	0.00	**1.26**	0.00
MAX M_z	-0.03	-0.28	-5.70	0.00	-1.17	**0.07**

Jednotkový posudek na interakci

pro MIN N	$\eta_{FB} + \eta_{LT} + \eta_{MZ}$	**0.51 < 1,0**	***=> vyhovuje***
pro MAX M_y	$\eta_{FB} + \eta_{LT} + \eta_{MZ}$	**0.94 < 1,0**	***=> vyhovuje***
pro MAX M_z	$\eta_{FB} + \eta_{LT} + \eta_{MZ}$	**0.95 < 1,0**	***=> vyhovuje***

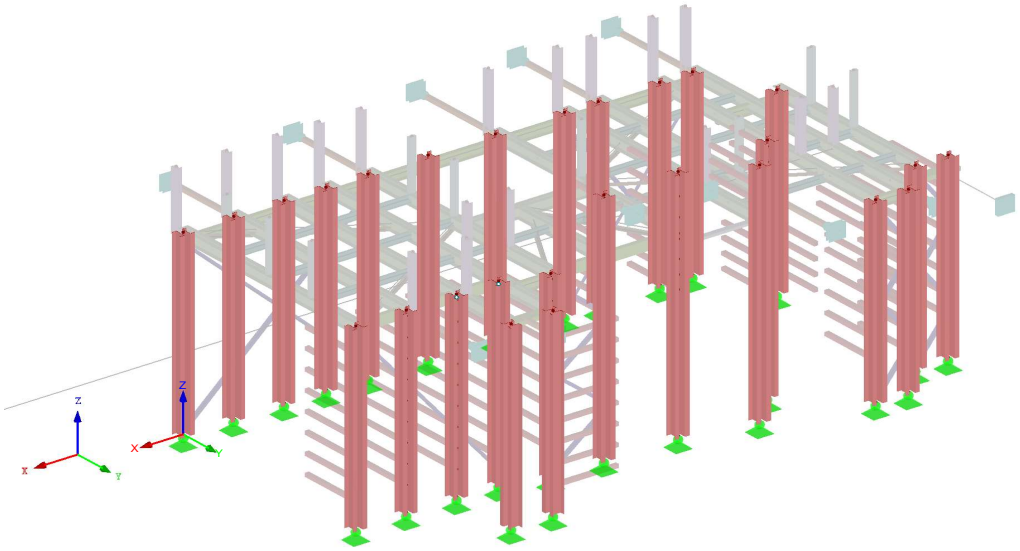
5.5.9 INTERAKCE SMYKU A KROUCENÍ

Jednotkový posudek na smyk ve směru y	η_y	0.06	-	
Jednotkový posudek na smyk ve směru z	η_z	0.09	-	
Jednotkový posudek na smyk od kroucení	η_T	0.20	-	
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_y + \eta_T$	**0.25**	**< 1,0**	***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_z + \eta_T$	**0.29**	**< 1,0**	***=> vyhovuje***

6 SLOUPY

6.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

Izometrie



6.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

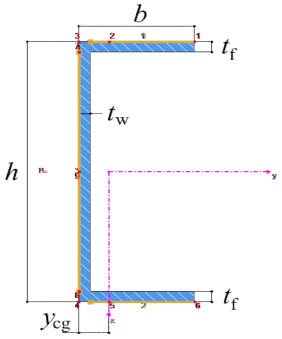
Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

6.3 VNITŘNÍ SÍLY

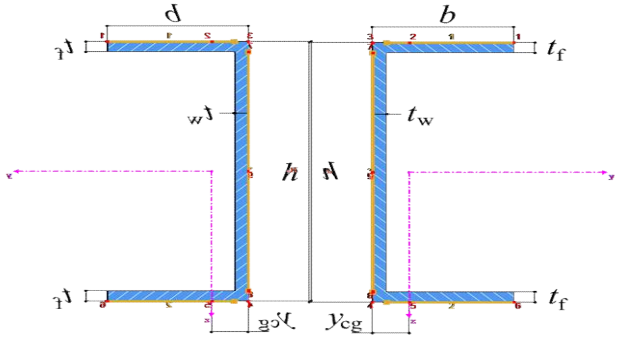
	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	*kombinace*
MAX N	**8.73**	0.12	0.48	-0.01	0.44	-0.12	KZ 2
MIN N	**-31.48**	-0.07	2.81	0.00	0.00	0.00	KZ 25
MAX V_y	-6.05	**2.39**	2.55	-0.23	-0.17	-0.13	KZ 10
MIN V_y	-3.97	**-3.56**	2.07	0.18	-0.26	0.04	KZ 18
MAX V_z	-6.53	-0.18	**5.31**	0.00	-0.58	0.02	KZ 34
MIN V_z	-5.40	-0.43	**-3.36**	0.00	0.34	-0.04	KZ 18
MAX M_T	-4.35	-2.48	2.81	**0.23**	-0.50	0.00	KZ 18
MIN M_T	-9.51	-2.46	0.04	**-0.27**	0.00	0.00	KZ 18
MAX M_y	-11.15	-0.04	2.41	0.01	**6.05**	-0.03	KZ 15
MIN M_y	-14.91	-0.01	-0.85	0.00	**-2.00**	0.02	KZ 82
MAX M_z	-6.45	-0.25	-0.07	0.00	-0.23	**0.88**	KZ 22
MIN M_z	-2.61	1.44	-0.43	-0.18	0.07	**-0.52**	KZ 2

6.4 PRŮŘEZ

Dílčí průřez



Složený průřez



6.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY DÍLČÍHO PRŮŘEZU

Výška průřezu	h	200	mm
Šířka průřezu	b	80	mm
Tloušťka pásnic	t_f	8	mm
Tloušťka stojiny	t_w	8	mm
Výška stojiny	h_w	184	mm
Plocha pásnice	A_f	640	mm^2
Plocha stojiny	A_w	1472	mm^2
Celková průřezová plocha	A	2752	mm^2
Poloha těžiště	y_{cg}	20.7	mm
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	1.60E+07	mm^4
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	1.58E+06	mm^4
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	5.87E+04	mm^4

Výsečový moment setrvačnosti	I_w	1.02E+10	mm^6
Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	76.1	mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	23.9	mm
Průřezový modul k ose y	W_y	159563	mm^3
Průřezový modul k ose z	W_z	26627	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	95296	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	28090	mm^3
Výsečová souřadnice	w	4729	mm^2
Vzdálenost středu smyku od těžiště	y_{cs}	43.5	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	90.9	mm

6.4.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY SLOŽENÉHO PRŮŘEZU

Šířka mezery mezi průřezy	t_p	99	mm
Průřezová plocha	A	5504	mm^2
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	3.19E+07	mm^4
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	3.03E+07	mm^4
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	1.17E+05	mm^4
Výsečový moment setrvačnosti	I_w	8.90E+10	mm^6
Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	76.1	mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	74.2	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	106.3	mm
Průřezový modul k ose y	W_y	319126	mm^3
Průřezový modul k ose z	W_z	234083	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	190592	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	107712	mm^3
Výsečová souřadnice	w	9183	mm^2

6.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

6.5.1 TAH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	8.73	kN
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{t,0,d}$	2	MPa
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa
Jednotkový posudek	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	**0.01 < 1,0**	***=> vyhovuje***

6.5.2 PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-31.475	kN
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	5.719	MPa
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044	MPa
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	**0.06 < 1,0**	***=> vyhovuje***

6.5.3 SMYK

Smyk ve směru y

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed}$	3.564	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.791	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.05 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	5.309	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	1.982	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.13 < 1,0**		***=> vyhovuje***

6.5.4 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	6.048	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	18.952	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.09 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0.884	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,Z,d}$	3.776	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,z,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.02 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Šikmý ohyb

Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.11 < 1,0**		***=> vyhovuje***

6.5.5 KROUCENÍ

Posouzení není provedeno na maximální hodnotu krouticího momentu z globální analýzy konstrukce. Krouticí momenty v modelu jsou způsobeny exdentrickým připojením ztužidel ke sloupům. V místech připojení diagonál ztužidel je průřez sloupu ztužen svařenci z nerezových plechů.

Návrhový moment prostého kroucení (přibližně)	$T_{t,Ed}$	0.1	kNm	
Smykové napětí od prostého kroucení	τ_d	6.813	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.43 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Excentricita zatížení vzhledem k Cs	e	0.0	mm
Délka prutu při kroucení	L	3490	mm
Bezrozměrný param. tuhosti prutu při kroucení	K_t	1.341	-
Koeficient pro typ zatížení a okrajových podmíne	α	3.7	-
Koeficient pro typ zatížení a okrajových podmíne	β	1.08	-
Opravný součinitel	κ	0.115	-

Návrhový bimoment (přibližně)	B_{Ed}	0.000	kNm^2	
Normálové napětí od bimomentu	$\sigma_{B,d}$	0.000	MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{B,d}/f_{t,0,d}$	**0.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***

6.5.6 VZPĚR

Vybočení kolmo k ose y

Výpočet je proveden jako pro celistvý průřez

Vzpěrná délka	$L_{cr,y}$	3490	mm	
Kritická síla	$N_{cr,y}$	646.474	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	1.238	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_y	1.521	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_y	0.416	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	31.475	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	215.363	kN	
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	**0.15 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení kolmo k ose z

Výpočet je proveden jako pro členěný prut s rámovými spojkami

Návrhová osová síla v členěném prutu	N_{Ed}	31.475	kN	
Vzpěrná délka členěnéhu prutu	$L_{cr,z}$	3490	mm	
Vzdálenost těžišť pásů	h_0	140.49	mm	
Vzdálenost spojek	a	1163	mm	
Moment setrvačnosti spojky	I_b	1.33E+08	mm	
Amplituda počáteční imperfekce $L_{cr,z}/500$	e_0	6.98	mm	
Moment setrvačnosti celistvého průřezu	I_z	3.03E+07	mm^4	
Poloměr setrvačnosti celistvého průřezu	i_z	74.21	mm	
Štíhlost celistvého průřezu	λ_z	47.03	-	
Součinitel účinnosti	μ	1.00	-	
Účinný moment setrvačnosti čl. prutu	$I_{z,eff}$	3.03E+07	mm^4	
Kritická síla čl. prutu	$N_{cr,z}$	614.085	kN	
Smyková tuhost čl. prutu	S_v	697.529	kN	
Maximální smyková tuhost čl. prutu	$S_{v,max}$	575.334	kN	
Moment s účinky II. řádu	M_{Ed}	0.246	kNm	
Návrhová osová síla v pásu	$N_{ch,Ed}$	17.305	kN	
Kritická síla pásu	$N_{cr,ch,z}$	287.667	kN	
Poměrná štíhlost pásu	$\lambda_{rel,ch,z}$	1.312	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_z	1.633	-	

Součinitel vzpěrnosti	$\chi_{ch,z}$	0.384	-	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{ch,b,Rd}$	99.302	kN	
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	**0.17 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení zkroucením kolem osy x

Výpočet je proveden jako pro členěný prut s rámovými spojkami

Vzpěrná délka	$L_{cr,x}$	3490	mm	
Kritická síla	$N_{cr,x}$	44.855	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,x}$	3.323	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_x	6.787	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_x	0.079	-	
Návrhová osová síla	$N_{ch,Ed}$	17.305	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{ch,b,Rd}$	20.371	kN	
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	**0.85 < 1,0**		***=> vyhovuje***

6.5.7 KLOPENÍ

Délka prutu	L	3490	mm	
Součinitel vzpěrné délky	k_w	1.00	-	
Součinitel vzpěrné délky	k_z	1.00	-	
Souřadnice působiště zatížení k Cs	z_g	0.00	mm	
	z_j	0.00	mm	
Bezrozměrný parametr kroucení	κ_{wt}	2.342	-	
Bezrozměrný parametr působiště zatížení	ς_g	0.000	-	
Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu	ς_j	0.000	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_1	1.80	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_2	1.00	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_3	1.00	-	
Bezrozměrný kritický moment	μ_{cr}	4.584	-	
Pružný kritický moment	M_{cr}	65.130	kNm	
Poměrná štíhlost při klopení	λ_{LT}	1.400	-	
Součinitel imperfekce	α_{LT}	0.490	-	
	ϕ_{LT}	1.749	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_{LT}	0.357	-	
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	6.048	kNm	
Návrhová únosnost v klopení	$M_{b,Rd}$	23.831	kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{b,Rd}$	**0.25 < 1,0**		***=> vyhovuje***

6.5.8 INTERAKCE VZPĚRU A KLOPENÍ

Jednotkový posudek na vzpěr (nejhorší případ)	η_{FB}	0.85	-
Jednotkový posudek na klopení	η_{LT}	0.25	-
Jednotkový posudek na ohyb kolem osy z	η_{MZ}	0.02	-

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z
MIN N	**-31.48**	-0.07	2.81	0.00	0.00	0.00
MAX M_y	-11.15	-0.04	2.41	0.01	**6.05**	-0.03
MAX M_z	-6.45	-0.25	-0.07	0.00	-0.23	**0.88**

Jednotkový posudek na interakci

pro MIN N	$\eta_{FB} + \eta_{LT} + \eta_{MZ}$	**0.85 < 1,0**	***=> vyhovuje***
pro MAX M_y	$\eta_{FB} + \eta_{LT} + \eta_{MZ}$	**0.55 < 1,0**	***=> vyhovuje***
pro MAX M_z	$\eta_{FB} + \eta_{LT} + \eta_{MZ}$	**0.18 < 1,0**	***=> vyhovuje***

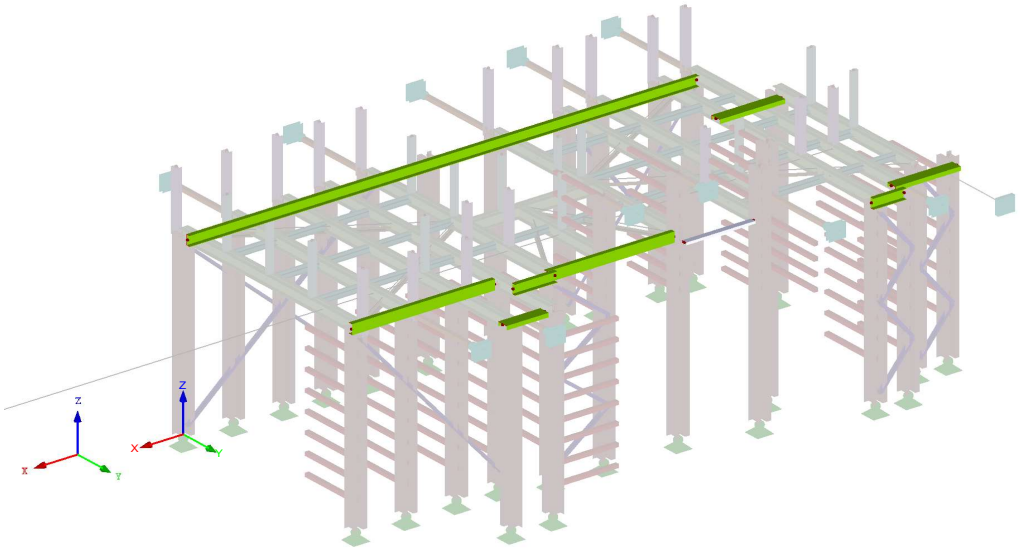
6.5.9 INTERAKCE SMYKU A KROUCENÍ

Jednotkový posudek na smyk ve směru y	η_y	0.05	-
Jednotkový posudek na smyk ve směru z	η_z	0.02	-
Jednotkový posudek na smyk od kroucení	η_T	0.43	-
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_y + \eta_T$	**0.49 < 1,0**	***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_z + \eta_T$	**0.45 < 1,0**	***=> vyhovuje***

7 PŘEVÁZKA SLOUPŮ - PODÉLNÉ SPOJKY

7.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

Izometrie



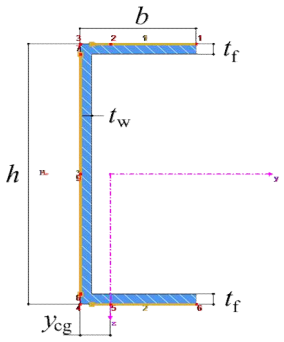
7.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

7.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	*kombinace*
MAX N	**2.26**	0.40	-0.22	0.00	-0.16	0.36	KZ 10
MIN N	**-3.80**	-2.22	-0.57	0.00	0.40	-0.20	KZ 18
MAX V_y	0.05	**1.51**	2.57	0.00	0.00	0.45	KZ 34
MIN V_y	-1.36	**-2.60**	0.03	0.00	-0.05	-0.28	KZ 10
MAX V_z	-0.01	0.15	**2.75**	0.00	-1.03	0.07	KZ 65
MIN V_z	-0.01	-0.21	**-4.29**	0.00	-0.94	0.00	KZ 24
MAX M_T	-0.07	0.61	0.25	**0.01**	-0.06	0.34	KZ 58
MIN M_T	0.03	1.37	0.00	**-0.01**	0.00	0.67	KZ 25
MAX M_y	0.07	0.72	2.64	0.00	**1.56**	-0.23	KZ 17
MIN M_y	-0.01	0.18	-2.75	0.00	**-1.03**	0.07	KZ 65
MAX M_z	-2.40	-2.60	-0.19	0.00	0.00	**1.72**	KZ 34
MIN M_z	-0.87	0.71	0.11	0.00	0.21	**-0.64**	KZ 34

7.4 PRŮŘEZ



7.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Výška průřezu	h	200	mm
Šířka průřezu	b	80	mm
Tloušťka pásnic	t_f	8	mm
Tloušťka stojiny	t_w	8	mm
Výška stojiny	h_w	184	mm
Plocha pásnice	A_f	640	mm^2
Plocha stojiny	A_w	1472	mm^2
Celková průřezová plocha	A	2752	mm^2
Poloha těžiště	y_{cg}	20.7	mm
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	1.60E+07	mm^4
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	1.58E+06	mm^4
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	5.87E+04	mm^4
Výsečový moment setrvačnosti	I_w	1.02E+10	mm^6

Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	76.1	mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	23.9	mm
Průřezový modul k ose y	W_y	1.60E+05	mm^3
Průřezový modul k ose z	W_z	2.66E+04	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	9.53E+04	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	2.81E+04	mm^3
Výsečová souřadnice	w	4729	mm^2
Vzdálenost středu smyku od těžiště	y_{cs}	43.5	mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	90.9	mm

7.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

7.5.1 TAH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	2.26	kN
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{t,0,d}$	0.823	MPa
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa
Jednotkový posudek	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	**0.00 < 1,0**	***=> vyhovuje***

7.5.2 PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-3.795	kN
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	1.379	MPa
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044	MPa
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	**0.01 < 1,0**	***=> vyhovuje***

7.5.3 SMYK

Smyk ve směru y

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed}$	2.599	kN
Návrhové smykové napětí	τ_d	2.892	MPa
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.18 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	4.288	kN
Návrhové smykové napětí	τ_d	1.601	MPa
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.10 < 1,0**	***=> vyhovuje***

7.5.4 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	1.557	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	9.758	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.05 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	1.715	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,Z,d}$	64.407	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,z,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.31 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Šikmý ohyb

Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.35 < 1,0**		***=> vyhovuje***

7.5.5 KROUCENÍ

Návrhový moment prostého kroucení	$T_{t,Ed}$	0.009	kNm	
Smykové napětí od prostého kroucení	τ_d	1.226	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.08 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Excentricita zatížení vzhledem k Cs	e	0.0	mm	
Délka prutu při kroucení	L	750	mm	
Bezrozměrný param. tuhosti prutu při kroucení	K_t	0.603	-	
Koef. pro typ zatížení a okrajových podmínek	α	3.7	-	
Koef. pro typ zatížení a okrajových podmínek	β	1.08	-	
Opravný součinitel	κ	0.026	-	
Návrhový bimoment (přibližně)	B_{Ed}	0.000	kNm^2	
Normálové napětí od bimomentu	$\sigma_{B,d}$	0.000	MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{B,d}/f_{t,0,d}$	**0.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***

7.5.6 VZPĚR

Vybočení kolmo k ose y

Vzpěrná délka	$L_{cr,y}$	750	mm	
Kritická síla	$N_{cr,y}$	6999.220	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	0.266	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_y	0.552	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_y	0.966	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	3.795	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	250.122	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.02 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení kolmo k ose z

Vzpěrná délka	$L_{cr,z}$	750	mm	
Kritická síla	$N_{cr,z}$	692.112	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,z}$	0.846	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_z	1.016	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_z	0.633	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	3.795	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	163.908	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.02 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení zkroucením kolem osy x

Výpočet je proveden jako pro členěný prut s rámovými spojkami

Vzpěrná délka	$L_{cr,x}$	750	mm	
Kritická síla	$N_{cr,x}$	560.552	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,x}$	0.940	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_x	1.123	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_x	0.575	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	3.795	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	148.928	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.03 < 1,0**		***=> vyhovuje***

7.5.7 KLOPENÍ

Délka prutu	L	585	mm	
Součinitel vzpěrné délky	k_w	1.00	-	
Součinitel vzpěrné délky	k_z	1.00	-	
Souřadnice působiště zatížení k Cs	z_g	0.00	mm	
	z_j	0.00	mm	
Bezrozměrný parametr kroucení	κ_{wt}	6.685	-	
Bezrozměrný parametr působiště zatížení	ς_g	0.000	-	
Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu	ς_j	0.000	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_1	1.00	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_2	1.00	-	
Součinitel okrajových podmínek	C_3	1.00	-	
Bezrozměrný kritický moment	μ_{cr}	6.759	-	
Pružný kritický moment	M_{cr}	92.433	kNm	
Poměrná štíhlost při klopení	λ_{LT}	0.831	-	
Součinitel imperfekce	α_{LT}	0.490	-	
	ϕ_{LT}	0.975	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_{LT}	0.673	-	
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	1.557	kNm	
Návrhová únosnost v klopení	$M_{b,Rd}$	22.440	kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{b,Rd}$	**0.07 < 1,0**		***=> vyhovuje***

7.5.8 INTERAKCE VZPĚRU A KLOPENÍ

Jednotkový posudek na vzpěr (nejhorší případ)	η_{FB}	0.03	-	
Jednotkový posudek na klopení	η_{LT}	0.07	-	
Jednotkový posudek na ohyb kolem osy z	η_{MZ}	0.31	-	
Jedtnotkový posudek na interakci	$\eta_{FB} + \eta_{LT} + \eta_{MZ}$	**0.40 < 1,0**		***=> vyhovuje***

7.5.9 INTERAKCE SMYKU A KROUCENÍ

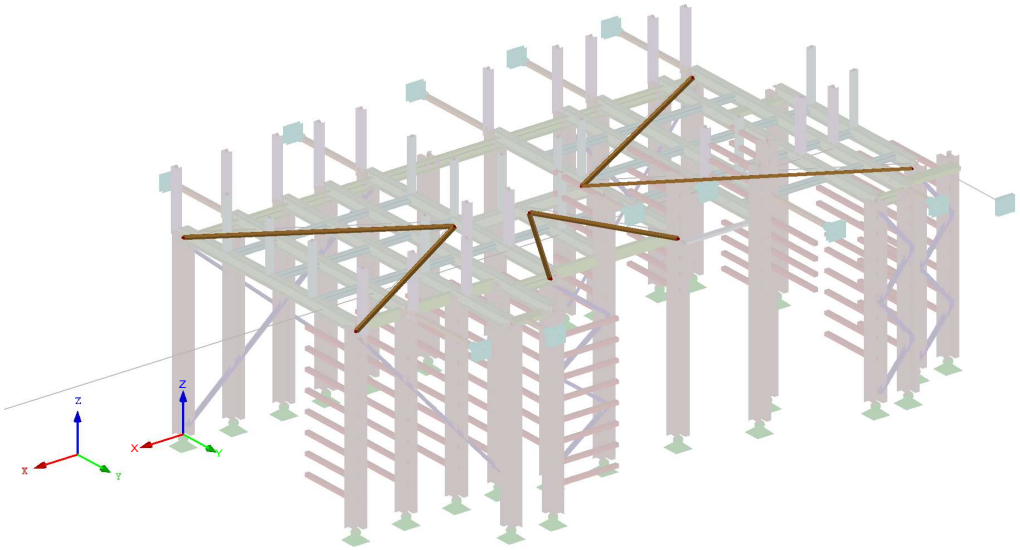
Jednotkový posudek na smyk ve směru y	η_y	0.18	-	
Jednotkový posudek na smyk ve směru z	η_z	0.31	-	
Jednotkový posudek na smyk od kroucení	η_T	0.08	-	
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_y + \eta_T$	**0.26 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_z + \eta_T$	**0.39 < 1,0**		***=> vyhovuje***

8 PRVKY ZTUŽENÍ

8.1 VODOROVNÉ ZTUŽENÍ PLOŠINY

8.1.1 UMÍSTĚNÍ PRUTŮ V KONSTRUKCI

Izometrie



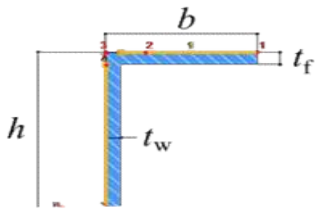
8.1.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

8.1.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	*kombinace*
MAX N	**6.12**	0.03	0.11	0.00	-0.09	0.03	KZ 18
MIN N	**-5.39**	0.02	0.12	0.00	0.00	0.00	KZ 10
MAX V_y	0.25	**0.14**	0.47	0.00	0.15	-0.05	KZ 9
MIN V_y	1.65	**-0.15**	-0.16	0.00	0.07	-0.05	KZ 65
MAX V_z	0.14	0.13	**0.48**	0.00	-0.18	0.04	KZ 34
MIN V_z	-0.40	-0.09	**-0.28**	0.00	-0.13	0.05	KZ 34
MAX M_T	2.43	-0.01	-0.02	**0.00**	-0.02	-0.01	KZ 34
MIN M_T	-1.54	0.00	-0.01	**0.00**	0.03	0.01	KZ 57
MAX M_y	-0.40	-0.10	-0.27	0.00	**0.16**	-0.04	KZ 34
MIN M_y	0.14	0.13	0.48	0.00	**-0.18**	0.04	KZ 34
MAX M_z	0.99	-0.09	-0.19	0.00	-0.08	**0.06**	KZ 34
MIN M_z	0.25	0.14	0.47	0.00	0.15	**-0.05**	KZ 9

8.1.4 PRŮŘEZ



8.1.5 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Výška průřezu	h	60	mm
Šířka průřezu	b	60	mm
Tloušťka pásnic	t	6	mm
Celková průřezová plocha	A	684	mm^2
	$A_{v,y}$	360	mm^2
	$A_{v,z}$	360	mm^2
	I_y	2.33E+05	mm^4
	I_z	2.33E+05	mm^4
Nejmenší moment setrvačnosti	I_{min}	9.38E+04	mm^4
	W_y	1.36E+04	mm^4
	W_z	1.36E+04	mm^4

8.1.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

TAH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	6.12 kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{t,0,d}$	8.943 MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	**0.05 < 1,0**	***=> vyhovuje***

PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-5.389 kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	7.879 MPa	
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	**0.08 < 1,0**	***=> vyhovuje***

SMYK

Smyk ve směru y

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed}$	0.148 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.411 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.03 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	0.475 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	1.319 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.08 < 1,0**	***=> vyhovuje***

PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0.181 kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	13.353 MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.06 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0.056 kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,Z,d}$	4.131 MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,z,d}$	208.986 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.02 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Šikmý ohyb

Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.08 < 1,0**	***=> vyhovuje***

VZPĚR

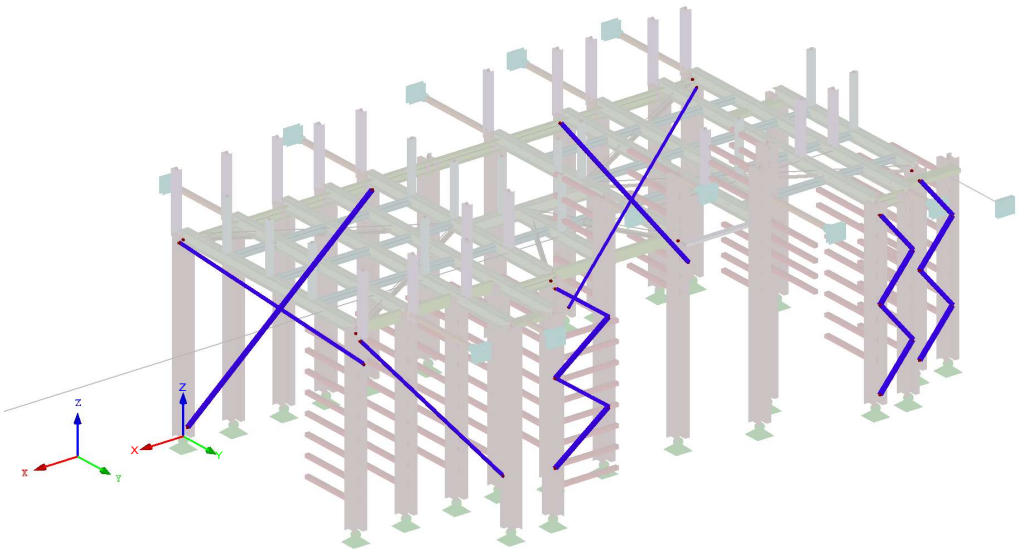
Prut je zjednodušeně posouzen na rovinný vzpěr pro vybočení kolmo k ose nejmenší hodnoty momentu setrvačnosti

Vzpěrná délka	L_{cr}	1005	mm	
Kritická síla	N_{cr}	22.915	kN	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	1.222	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_y	1.497	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_y	0.424	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	5.389	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	27.246	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.20 < 1,0**		***=> vyhovuje***

8.2 SVISLÉ ZTUŽENÍ KONSTRUKCE

8.2.1 UMÍSTĚNÍ PRUTŮ V KONSTRUKCI

Izometrie



8.2.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

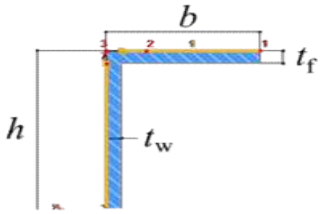
Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa

Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

8.2.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	kombinace
MAX N	**3.88**	-0.05	0.04	0.00	-0.01	-0.03	KZ 14
MIN N	**-3.97**	0.11	-0.08	0.00	-0.05	-0.06	KZ 18
MAX V_y	-3.97	**0.11**	-0.08	0.00	-0.05	-0.06	KZ 18
MIN V_y	3.07	**-0.08**	0.08	0.00	-0.04	-0.04	KZ 46
MAX V_z	3.07	-0.08	**0.08**	0.00	-0.04	-0.04	KZ 46
MIN V_z	3.08	0.06	**-0.11**	0.00	-0.07	-0.02	KZ 18
MAX M_T	3.36	-0.04	0.05	**0.00**	0.02	0.01	KZ 46
MIN M_T	-2.75	0.03	-0.06	**0.00**	0.05	0.02	KZ 25
MAX M_y	3.17	0.05	-0.07	0.00	**0.05**	0.03	KZ 18
MIN M_y	3.08	0.06	-0.11	0.00	**-0.07**	-0.02	KZ 18
MAX M_z	-3.95	0.10	-0.07	0.00	0.02	**0.05**	KZ 18
MIN M_z	-3.97	0.11	-0.08	0.00	-0.05	**-0.06**	KZ 18

8.2.4 PRŮŘEZ



8.2.5 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Výška průřezu	h	60	mm
Šířka průřezu	b	60	mm
Tloušťka pásnic	t	6	mm
Celková průřezová plocha	A	684	mm^2
	$A_{v,y}$	360	mm^2
	$A_{v,z}$	360	mm^2
	I_y	2.33E+05	mm^4

	I_z	2.33E+05	mm^4
Nejmenší moment setrvačnosti	I_{min}	9.38E+04	mm^4
	W_y	1.36E+04	mm^4
	W_z	1.36E+04	mm^4

8.2.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

TAH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	3.88 kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{t,0,d}$	5.668 MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	**0.03 < 1,0**	***=> vyhovuje***

PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-3.965 kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	5.797 MPa	
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	**0.06 < 1,0**	***=> vyhovuje***

SMYK

Smyk ve směru y

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed}$	0.111 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.308 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.02 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	0.108 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.300 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.02 < 1,0**	***=> vyhovuje***

PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0.074 kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	5.459 MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.03 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0.057 kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,Z,d}$	4.205 MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,z,d}$	208.986 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.02 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Šikmý ohyb

Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.05 < 1,0**	***=> vyhovuje***

VZPĚR

Prut je zjednodušeně posouzen na rovinný vzpěr pro vybočení kolmo k ose nejmenší hodnoty momentu setrvačnosti

Vzpěrná délka	L_{cr}	1616	mm
Kritická síla	N_{cr}	8.863	kN
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	1.964	-
Součinitel imperfekce	α	0.490	-
	ϕ_y	2.862	-
Součinitel vzpěrnosti	χ_y	0.202	-
Návrhová osová síla	N_{Ed}	3.965	kN
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	13.014	kN
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.30 < 1,0**	***=> vyhovuje***

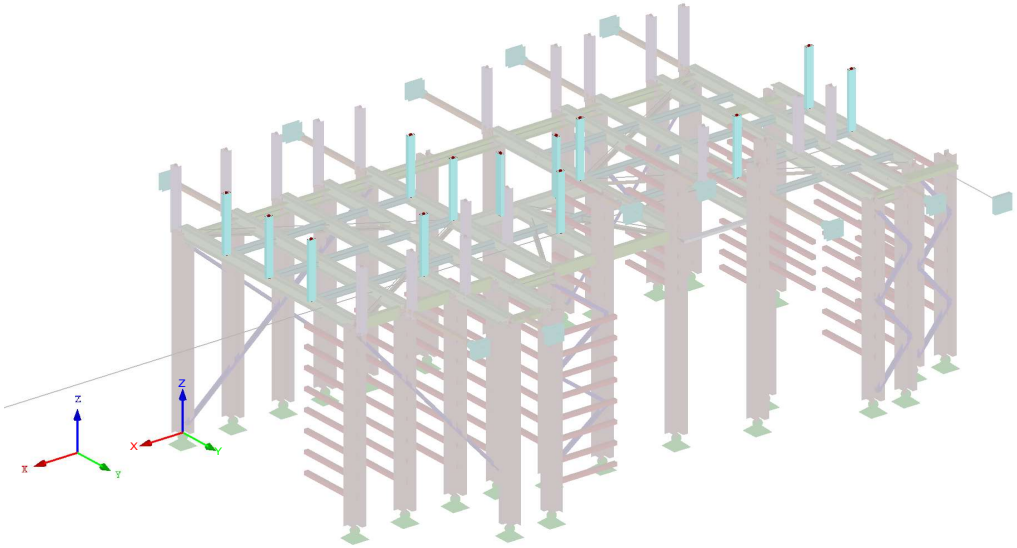
9 ZÁBRADLÍ

Na konstrukci se nachází dva typy sloupků zábradlí.

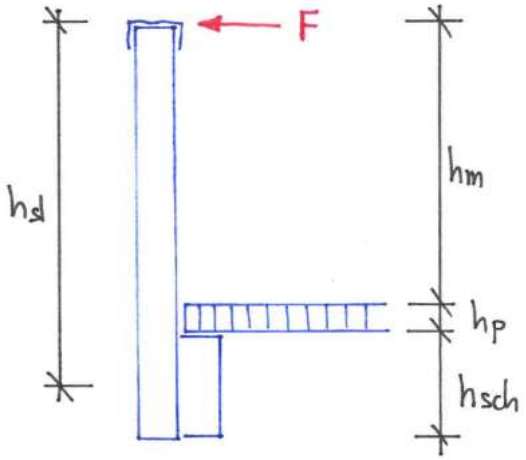
9.1 SLOUPEK ZÁBRADLÍ - TYP 1

9.1.1 Poloha sloupků v konstrukci a geometrie

Izometrie



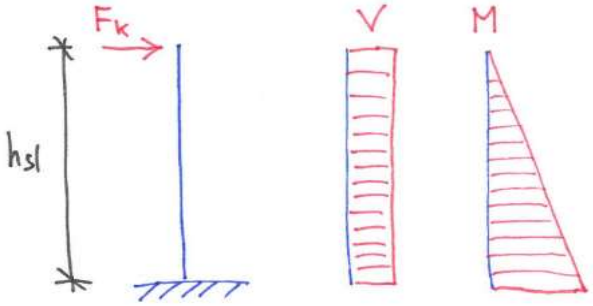
Výška madla zábradlí nad pochůznou plochou	h_m	1100	mm
Výška pororoštu	h_p	30	mm
Výška průřezu stropního nosníku	h_{sch}	200	mm
Teoretická výška sloupku zábradlí	h_{sl}	1230	mm



9.1.2 ZATÍŽENÍ A VNITŘNÍ SÍLY

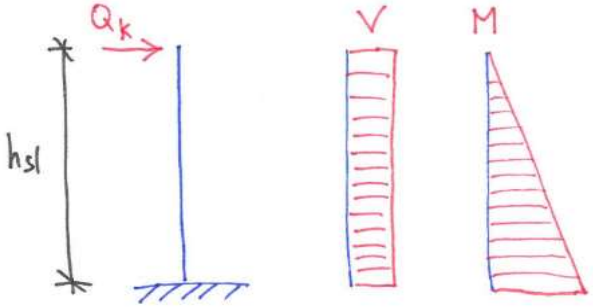
Od spojitého zatížení

Užitné zatížení na zábradlí	$q_{k,hor}$	1.00	kN/m
Běžná vzdálenost sloupků zábradlí	b	1.00	m
Zatížení přepočtené na jeden sloupek	F_k	1.00	kN
Součinitel zatížení	γ_Q	1.50	-
Délka konzoly	h_{sl}	1230	mm
Charakteristický ohybový moment	M_{Ek}	1.23	kNm
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	1.85	kNm
Charakteristická posouvající síla	V_{Ek}	1.00	kN
Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	1.50	kN



Od osamělého břemene

Užitné zatížení na zábradlí	$Q_{k,hor}$	1.00	kN
Součinitel zatížení	γ_Q	1.50	-
Délka konzoly	h_{sl}	1230	mm
Charakteristický ohybový moment	M_{Ek}	1.23	kNm
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	1.85	kNm
Charakteristická posouvající síla	V_{Ek}	1.00	kN
Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	1.50	kN



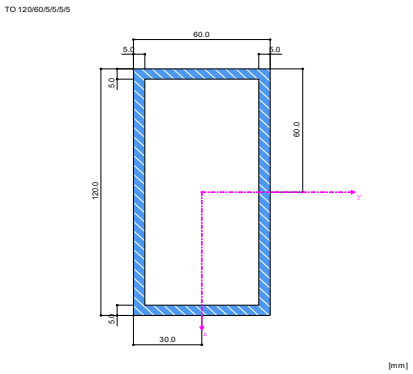
Extrémní návrhové účinky

Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	1.85	kNm
Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	1.50	kN

9.1.3 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

9.1.4 PRŮŘEZ A PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY



Výška průřezu	h	120	mm	
Šířka průřezu	b	60	mm	
Tloušťka pásnic	t_f	5	mm	
Tloušťka stojiny	t_w	5	mm	
Délka střednice pásnic	b_f	55	mm	
Délka střednice stojin	b_w	115	mm	
Plocha pásnice	A_f	275	mm^2	
Plocha stojiny	A_w	575	mm^2	
Celková průřezová plocha	A	1700	mm^2	
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	3094166.7	mm^4	
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	1014166.7	mm^4	
Průřezový modul k ose y	W_y	51569	mm^3	
Průřezový modul k ose z	W_z	33806	mm^3	
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	24813	mm^3	

9.1.5 POSOUZENÍ SLOUPKU NA MSÚ A MSP

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	1.50	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	1.203	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.08 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	1.845	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	35.777	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.17 < 1,0**		***=> vyhovuje***

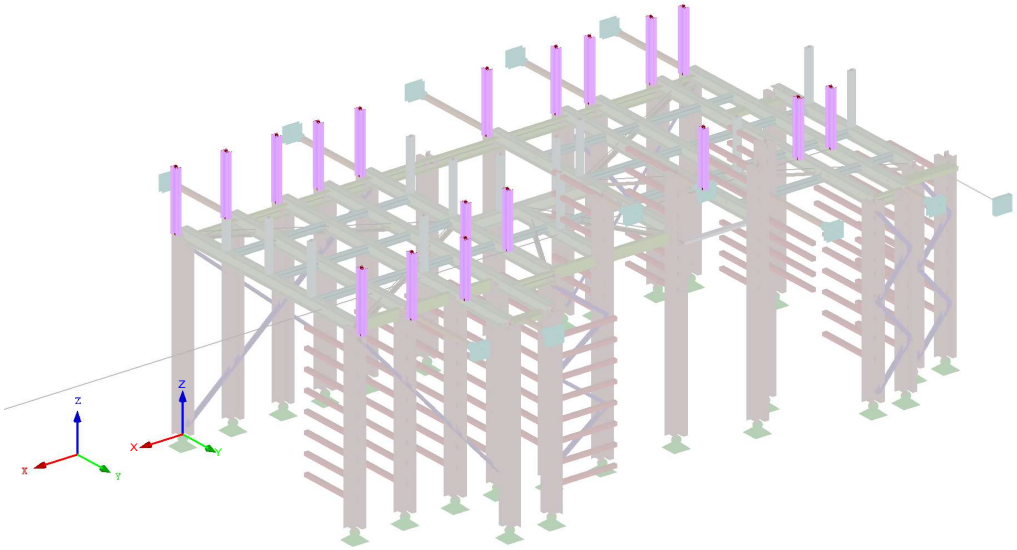
PRŮHYB V MSP

Průhyb konce konzoly od spojitého zat.		u_y	8.019	mm	
Průhyb konce konzoly od osamělého břemena		u_y	8.019	mm	
Limitní průhyb	h_{sl}/ 100	$u_{y,lim}$	12.300	mm	
Jednotkový posudek		$u_z/u_{z,lim}$	**0.65 < 1,0**		***=> vyhovuje***

9.2 SLOUPEK ZÁBRADLÍ - TYP 2

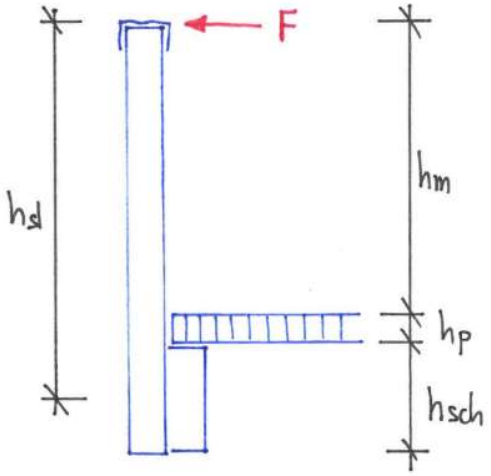
9.2.1 Poloha sloupků v konstrukci a geometrie

Izometrie



Výška madla zábradlí nad pochůznou plochou	h_m	1100	mm
Výška pororoštu	h_p	30	mm

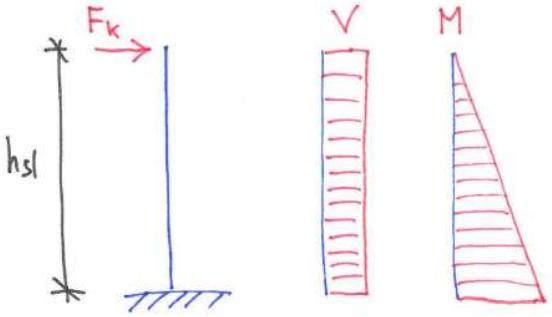
Výška průřezu stropního nosníku	h_{sch}	200.00	mm
Teoretická výška sloupku zábradlí	h_{sl}	1230	mm



9.2.2 ZATÍŽENÍ A VNITŘNÍ SÍLY

Od spojitého zatížení

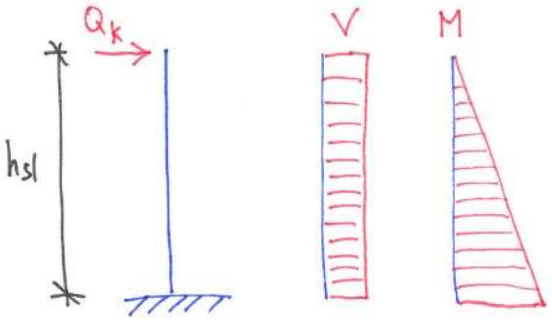
Užitné zatížení na zábradlí	$q_{k,hor}$	1.00	kN/m
Běžná vzdálenost sloupků zábradlí	b	1.10	m
Zatížení přepočtené na jeden sloupek	F_k	1.10	kN
Součinitel zatížení	γ_Q	1.50	-
Délka konzoly	h_{sl}	1230	mm
Charakteristický ohybový moment	M_{Ek}	1.35	kNm
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	2.03	kNm
Charakteristická posouvající síla	V_{Ek}	1.10	kN
Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	1.65	kN



Od osamělého břemene

Užitné zatížení na zábradlí	$Q_{k,hor}$	1.00	kN
Součinitel zatížení	γ_Q	1.50	-
Délka konzoly	h_{sl}	1230	mm
Charakteristický ohybový moment	M_{Ek}	1.23	kNm

Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	1.85	kNm
Charakteristická posouvající síla	V_{Ek}	1.00	kN
Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	1.50	kN



Extrémní návrhové účinky

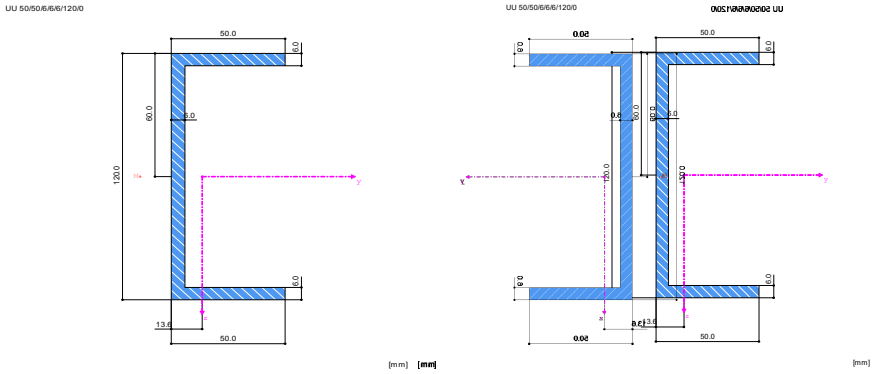
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	2.03	kNm
Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	1.65	kN

9.2.3 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

9.2.4 PRŮŘEZ A PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Průřez je složen ze dvou U profilů. Průřezové charakteritiky uvedené níže platí pro jeden U průřez.



Výška průřezu	h	120	mm
Šířka průřezu	b	50	mm
Tloušťka pásnic	t_f	6	mm
Tloušťka stojiny	t_w	6	mm
Délka střednice pásnic	b_f	44	mm
Délka střednice stojin	b_w	114	mm
Plocha pásnice	A_f	264	mm^2
Plocha stojiny	A_w	684	mm^2
Celková průřezová plocha	A	1212	mm^2
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	2541428	mm^4
Moment setrvačnosti k ose z	I_z		mm^4
Průřezový modul k ose y	W_y	42357	mm^3
Průřezový modul k ose z	W_z		mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	24795	mm^3

9.2.5 POSOUZENÍ SLOUPKU NA MSÚ A MSP

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	1.65	kN
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.671	MPa
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.04 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	2.030	kNm
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	23.957	MPa
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986	MPa
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.11 < 1,0**	***=> vyhovuje***

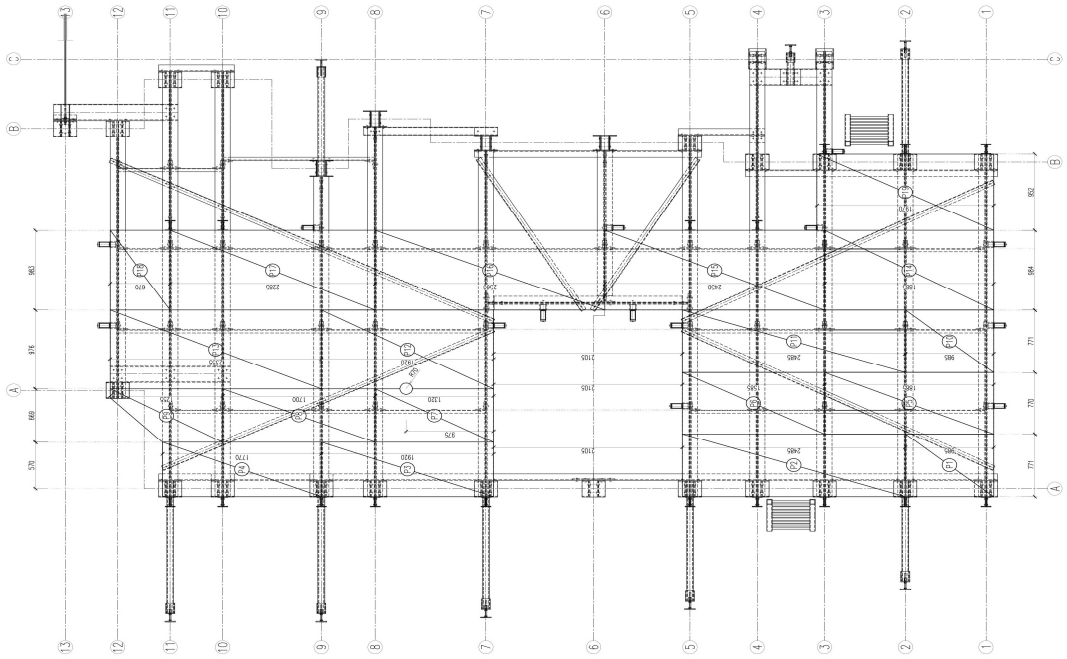
PRŮHYB V MSP

Průhyb konce konzoly od spojitého zat.		u_y	5.370	mm	
Průhyb konce konzoly od osamělého břemena		u_y	4.881	mm	
Limitní průhyb	h_{sl}/ 100	$u_{y,lim}$	12.300	mm	
Jednotkový posudek		$u_z/u_{z,lim}$	**0.44**	**< 1,0**	***=> vyhovuje***

10 POROROŠT

10.1 POLOHA V KONSTRUKCI

Pororošty jsou ukládány na horní pásnice hlavních nosníků. Malá šířka nosníků umožňuje uspořádání s jedním roštěm přes celou plošinu, případně se zvolí vystřídané uspořádání pororoštů tak, aby došlo k vzájemnému provázání prutů nosné konstrukce.



10.2 MATERIÁLOVÉ CHATAKTERISTIKY

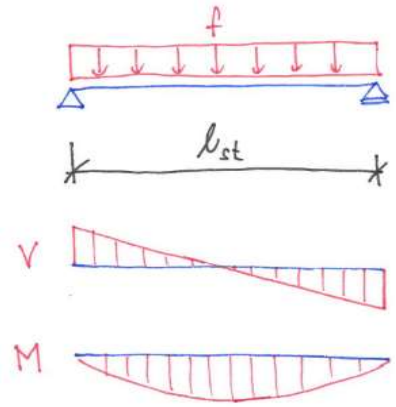
Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	12	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	12	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

10.3 ZATÍŽENÍ A VNITŘNÍ SÍLY

Analýza je zjednodušeně provedena na prostém nosníku, ve skutečnosti bude pororošt působit jako spojitý nosník o dvou nebo třech polích.

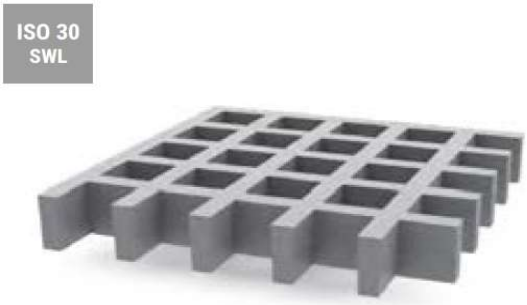
Teoretické rozpětí pororoštu	l_{st}	1.24	m
Vlastní tíha pororoštu	g_k	0.15	kN/m^2
Užitné plošné zatížení	f_k	3.00	kN/m^2
Šířka pororoštu	b_{st}	1.00	m
Přepočtené liniové zatížení na pororošt	g_k	0.15	kN/m
Přepočtené liniové zatížení na pororošt	f_k	3.00	kN/m
Součinitel zatížení	γ_G	1.35	-
Součinitel zatížení	γ_Q	1.50	-

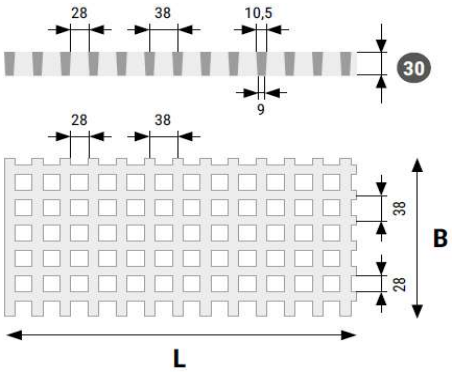
Charakteristický ohybový moment	$M_{g,Ek}$	0.03	kNm
Charakteristický ohybový moment	$M_{q,Ek}$	0.57	kNm
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	0.90	kNm
Charakteristická posouvající síla	$V_{g,Ek}$	0.09	kN
Charakteristická posouvající síla	$V_{q,Ek}$	1.85	kN
Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	2.90	kN



10.4 PRŮŘEZ

FIBROLUX ISO 30 SWL





10.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERITIKY POROROŠTU

Uvedené hodnoty jsou orientační.

Výška roštu	h	30	mm
Rozteč žeber v příčném směru (osově)	b_1	38	mm
Rozteč žeber v podélném směru (osově)	b_2	38	mm
Šířka žebra měřená v příčném směru	t_1	10	mm
Šířka žebra měřená v podélném směru	t_2	10	mm
Počet žeber v šířce b_{st}	n	26.32	ks
Moment setrvačnosti jednoho žebra	$I_{y,1}$	22500	mm^4
Moment setrvačnosti na šířku stupně b_{st}	I_y	592105	mm^4
Průřezová plocha jednoho žebra	A_1	300	mm^2
Průřezová plocha na šířku stupně b_{st}	A	7895	mm^4
Průřezový modul k ose y	W_y	39474	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	$S_{y,1}$	1125	mm^3
Statický moment plochy na šířku stupně b_{st}	S_y	29605	mm^3

10.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

10.5.1 SMYK

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	2.90	N	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.551	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.04 < 1,0**		***=> vyhovuje***

10.5.2 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0.896	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	22.686	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.11 < 1,0**		***=> vyhovuje***

10.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

Svislý průhyb

Průhyb uprostřed rozpětí		u_y	12.789	mm	
Limitní průhyb	l_{st}/ 200	$u_{y,lim}$	6.175	mm	
Jednotkový posudek		$u_z/u_{z,lim}$	**2.07**	**>1,0**	***=> nevyhovuj***

Průhyb je stanoven na modelu prostého nosníku, ve skutečnosti bude pororošt uložen jako spojitý nosník a průhyby budou menší.

Návrh podle tabulek Fibrolux:

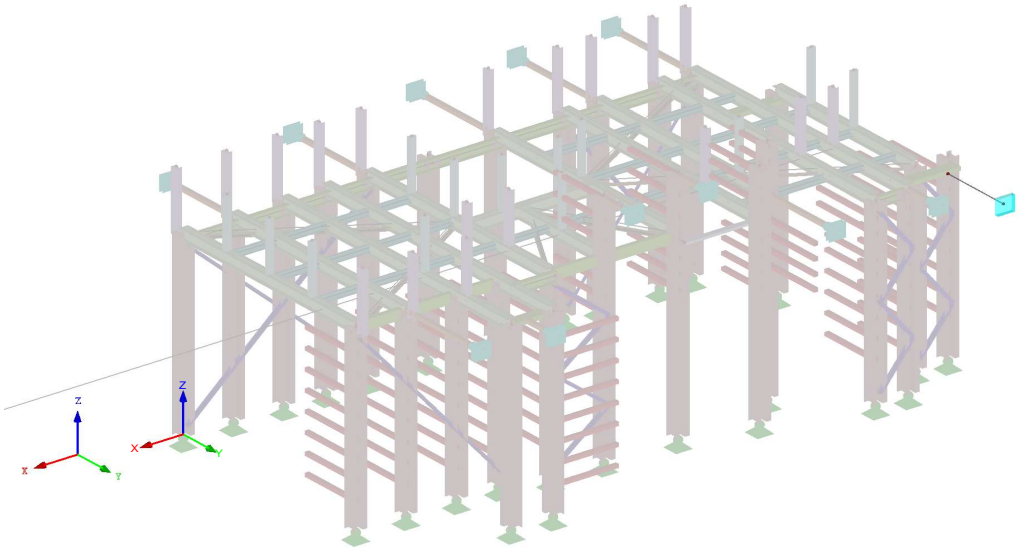


400 mm	810 kg	9 x F	4.629 kg/m²	10 x q
600 mm	360 kg	13 x F	1.372 kg/m²	16 x q
800 mm	203 kg	18 x F	579 kg/m²	21 x q
1.000 mm	130 kg	23 x F	296 kg/m²	27 x q
1.200 mm	90 kg	27 x F	171 kg/m²	32 x q
1.400 mm	66 kg	32 x F	108 kg/m²	38 x q
L/125 = 0,75%				

11 KOTVENÍ DO OSTĚNÍ

11.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

Izometrie



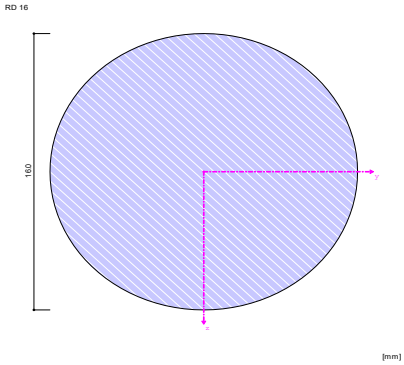
11.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Mez kluzu	f_{yb}	450	MPa
Mez pevnosti	f_{ub}	700	MPa
Modul pružnosti v tahu a tlaku	E	200	GPa
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,0}$	1.10	-
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,1}$	1.10	-
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-

11.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	*kombinace*
MAX N	**4.56**	-0.01	0.02	0.00	-0.01	-0.01	KZ 10
MIN N	**0.00**	0.01	0.03	0.00	-0.01	0.01	KZ 3
MAX V_y	2.86	**0.02**	0.03	0.00	-0.01	0.01	KZ 18
MIN V_y	0.91	**-0.02**	0.02	0.00	-0.01	-0.01	KZ 48
MAX V_z	2.30	0.01	**0.03**	0.00	-0.01	0.01	KZ 7
MIN V_z	0.00	0.01	**-0.01**	0.00	0.00	-0.01	KZ 57
MAX M_T	0.00	0.01	0.02	**0.00**	-0.01	0.01	KZ 57
MIN M_T	4.56	-0.01	0.02	**0.00**	-0.01	-0.01	KZ 10
MAX M_y	0.16	0.01	0.00	0.00	**0.01**	-0.01	KZ 50
MIN M_y	2.50	0.02	0.03	0.00	**-0.01**	0.01	KZ 20
MAX M_z	0.91	-0.02	-0.01	0.00	0.00	**0.01**	KZ 48
MIN M_z	2.32	0.02	-0.01	0.00	0.00	**-0.01**	KZ 21

11.4 PRŮŘEZ



11.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Průměr	d	16	mm
Průřezová plocha	A	201	mm^2
Moment setrvačnosti	I	3217	mm^4
Poloměr setrvačnosti	i	4.0	mm
Průřezový modul	W	402	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S	341	mm^3

11.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

11.5.1 TAH

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	4.56	kN	
Návrhová únosnost v tahu	$N_{t,Rd}$	101.34	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$	**0.04 < 1,0**		***=> vyhovuje***

11.5.2 SMYK

Smyk ve směru osy y

Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	0.02 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.106 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	236 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.00 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Smyk ve směru osy z

Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	0.03 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.186 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	236 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.00 < 1,0**	***=> vyhovuje***

11.5.3 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	0.013 kNm	
Návrhová ohybová únosnost	$M_{c,Rd}$	0.165 kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{c.Rd}$	**0.08 < 1,0**	***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	0.011 kNm	
Návrhová ohybová únosnost	$M_{c,Rd}$	0.165 kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{c.Rd}$	**0.07 < 1,0**	***=> vyhovuje***

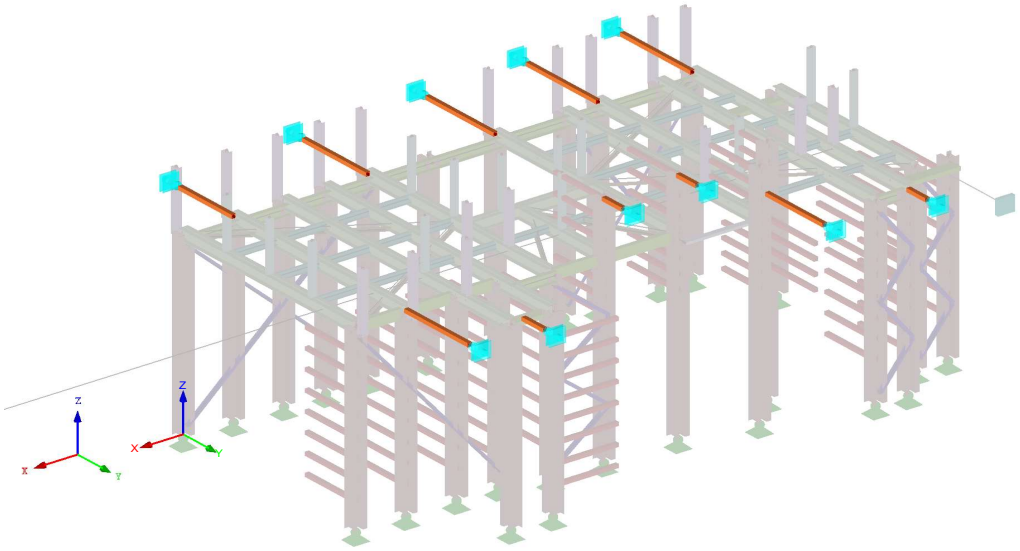
11.5.4 INTERAKCE TAHU A OHYBU

Jednotkový posudek na tah	η_T	0.04 -	
Jednotkový posudek na ohyb kolem osy y	η_{My}	0.08 -	
Jednotkový posudek na ohyb kolem osy z	η_{Mz}	0.07 -	
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_T + \eta_{My}$	**0.12 < 1,0**	***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_T + \eta_{Mz}$	**0.11 < 1,0**	***=> vyhovuje***

12 ROZPĚRY

12.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

Izometrie



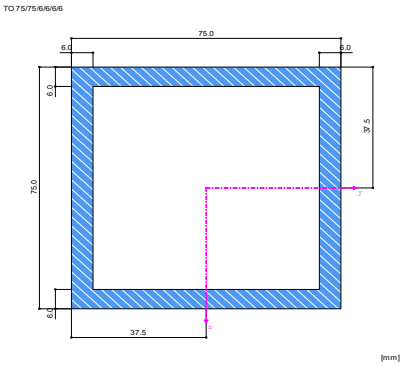
12.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

Pevnost v ohybu rovnoběžně s vlákny	$f_{m.0,k}$	400	MPa	
Pevnost v ohybu kolmo na vlákna	$f_{m.90,k}$	100	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,k}$	180	MPa	
Pevnost v tlaku kolmo k vláknům	$f_{c,90,k}$	80	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Modul pružnosti v ohybu podél vláken	$E_{m,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti v tahu rovnoběžně s vlákny	$E_{t,0}$	25	GPa	
Modul pružnosti ve smyku podél vláken	G	2.8	GPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

12.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	*kombinace*
MAX N	**0.00**	0.00	0.02	0.00	-0.01	0.00	KZ 41
MIN N	**-10.42**	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	KZ 34
MAX V_y	0.00	**0.00**	0.00	0.00	0.00	0.00	KZ 3
MIN V_y	-5.50	**0.00**	0.02	0.00	-0.01	0.00	KZ 65
MAX V_z	0.00	0.00	**0.07**	0.00	-0.05	0.00	KZ 1
MIN V_z	-0.20	0.00	**-0.07**	0.00	-0.06	0.00	KZ 1
MAX M_T	-0.20	0.00	0.00	**0.00**	0.00	0.00	KZ 1
MIN M_T	-0.20	0.00	0.00	**0.00**	0.00	0.00	KZ 1
MAX M_y	-0.20	0.00	0.00	0.00	**0.00**	0.00	KZ 1
MIN M_y	-0.09	0.00	-0.07	0.00	**-0.06**	0.00	KZ 1
MAX M_z	-10.42	0.00	-0.06	0.00	-0.04	**0.00**	KZ 34
MIN M_z	-4.55	0.00	0.06	0.00	-0.04	**0.00**	KZ 65

12.4 PRŮŘEZ



12.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Výška průřezu	h	75	mm
Šířka průřezu	b	75	mm
Tloušťka pásnic	t_f	6	mm
Tloušťka stojiny	t_w	6	mm
Délka střednice pásnic	b_f	69	mm
Délka střednice stojin	b_w	69	mm
Plocha pásnice	A_f	414	mm^2
Plocha stojiny	A_w	414	mm^2
Celková průřezová plocha	A	1656	mm^2
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	1323972	mm^4
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	1323972	mm^4
Průřezový modul k ose y	W_y	35306	mm^3
Průřezový modul k ose z	W_z	35306	mm^3
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	18502	mm^3

12.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

12.5.1 TAH ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	0.00	kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{t,0,d}$	0.000	MPa	
Návrhová pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,d}$	182.86	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{t,0,d}/f_{t,0,d}$	**0.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***

12.5.2 PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-10.418	kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	6.291	MPa	
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	**0.07 < 1,0**		***=> vyhovuje***

12.5.3 SMYK

Smyk ve směru y

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed}$	0.000	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.000	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	0.074	kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.086	MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674	MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	**0.01 < 1,0**		***=> vyhovuje***

12.5.4 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	0.061	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	1.728	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	**0.01 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0	kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,Z,d}$	0.000	MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,z,d}$	208.986	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Šikmý ohyb

Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d} + \sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	**0.01 < 1,0**		***=> vyhovuje***

12.5.6 VZPĚR

Vybočení kolmo k ose y

Vzpěrná délka	$L_{cr,y}$	1350	mm	
Kritická síla	$N_{cr,y}$	179.247	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	0.645	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_y	0.817	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_y	0.759	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	10.418	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	29.533	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.35 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Vybočení kolmo k ose z

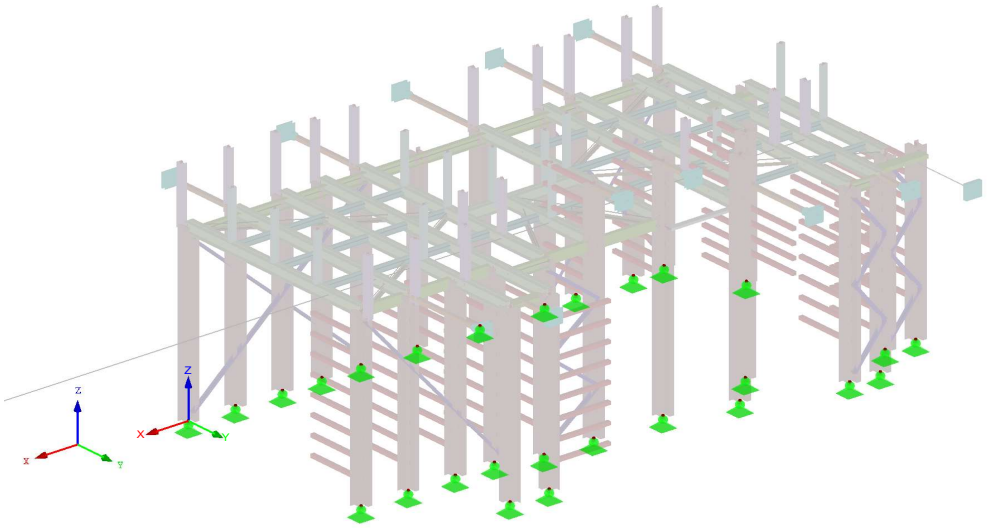
Vzpěrná délka	$L_{cr,z}$	1350	mm	
Kritická síla	$N_{cr,z}$	179.247	kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,z}$	0.645	-	
Součinitel imperfekce	α	0.490	-	
	ϕ_z	0.817	-	
Součinitel vzpěrnosti	χ_z	0.759	-	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	10.418	kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	29.533	kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	**0.35 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13 DETAILY

13.1 KOTVENÍ SLOUPŮ

13.1.1 UMÍSTĚNÍ KOTVENÍ V KONSTRUKCI

Izometrie



13.1.2 REAKCE

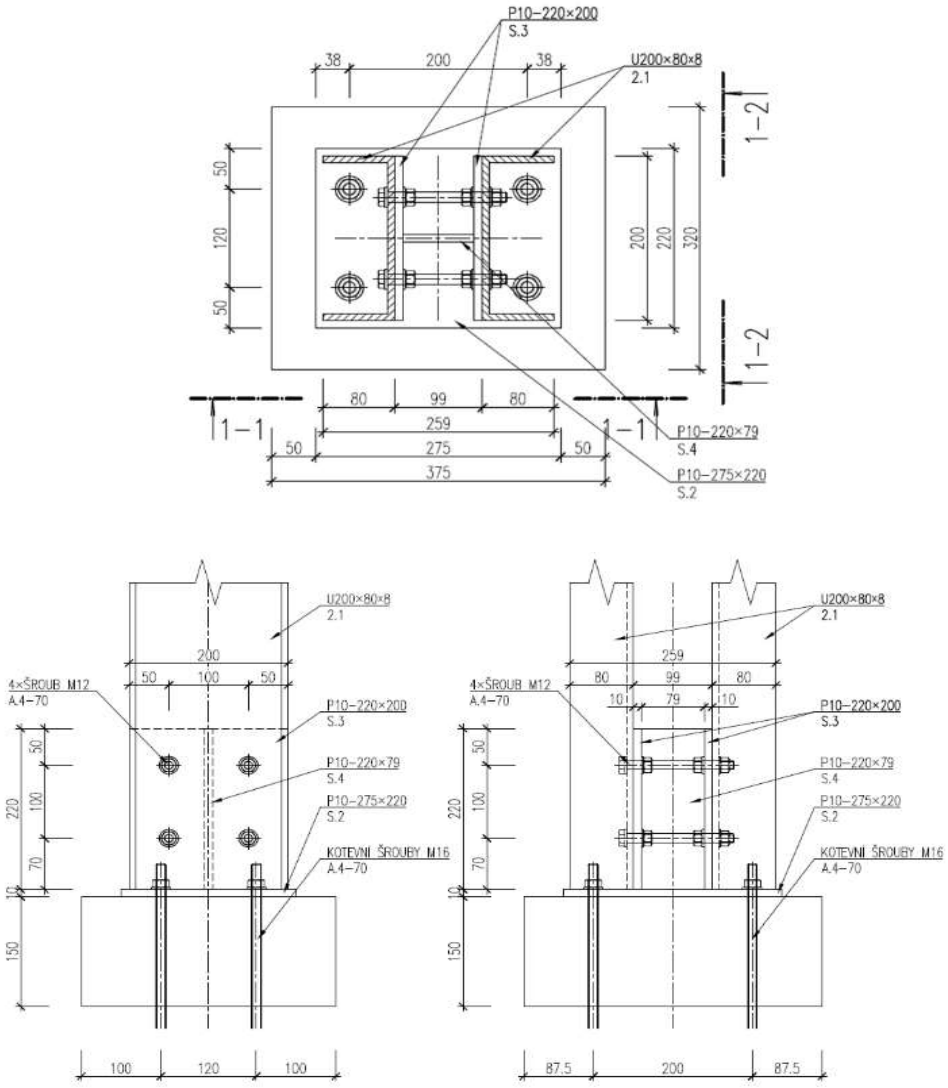
	R_x	R_y	R_z	M_x	M_y	M_z	*kombinace*
MAX R_x	**3.25**	-	-	0.00	0.00	0.00	-
MIN R_x	**-2.46**	-	-	0.00	0.00	0.00	-
MAX R_y	-	**3.98**	-	0.00	0.00	0.00	-
MIN R_y	-	**-0.85**	-	0.00	0.00	0.00	-
MAX R_z	-	-	**8.51**	0.00	0.00	0.00	-
MIN R_z	-	-	**-31.48**	0.00	0.00	0.00	-

R_x vodorovná reakce - ve směru kolmo na hl. nosníky

R_y vodorovná reakce - ve směru hl. nosníků

R_z svislá reakce ("+" tah, "-" tlak)

13.1.3 GEOMETRIE KOTEVNÍHO PRVKU



13.1.4 KOTEVNÍ ŠROUBY

Vodorovná reakce - ve směru kolmo na hl. nosní	R_x	3.25 kN
Vodorovná reakce - ve směru rovnoběžně s hl. n	R_y	3.98 kN
Svislá tahová reakce	R_z	8.51 kN

Návrh

Kotevní šrouby HILTI HAS-U s epoxidovou lepicí hmotou HIT-RE 500 V4

Počet kotevních šroubů		n	4	ks
Průměr kotevního šroubu		D	16.00	mm
Pevnostní třída kotevního šroubu			A4-70	
Efektivní kotevní hloubka	(min)	h_{ef}	110	mm

Návrhové únosnosti pro beton s trhlinami

Návrhová únosnost v tahu (1 kotva)	$N_{Rd,1}$	26.50	kN	
Návrhová únosnost ve smyku (1 kotva)	$V_{Rd,1}$	19.20	kN	
Návrhová únosnost kotvení v tahu	N_{Rd}	106.00	kN	
Návrhová tahová síla na kotvení	R_z	8.51	kN	
Jednotkový posudek na tah	R_z / N_{Rd}	**0.08 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Návrhová únosnost kotvení ve smyku	V_{Rd}	76.80	kN	
Celková návrhová smyková síla na kotvení	$R_{HOR,d}$	5.14	kN	
Jednotkový posudek na smyk	R_x / V_{Rd}	**0.07 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13.1.5 PATNÍ PLECH A BETON

Svislá tlaková reakce	R_z	31.48	kN	

Návrh

Pevnostní třída oceli		1.4404		
Mez kluzu	f_y	200	MPa	
Součinitel spolehlivosti	γ_{M0}	1.10	-	
Tloušťka patního plechu	t	10	mm	
Šířka patního plechu	b_1	275	mm	
Délka patního plechu	d_1	220	mm	
Pevnostní třída betonu (předpoklad)		C25/30		
Pevnost betonu v tlaku	f_{ck}	25	MPa	
Součinitel spolehlivosti	γ_c	1.50	-	
Výška betonové patky	h	150	mm	
Šířka betonové patky	b	375	mm	
Délka betonové patky	d	320	mm	
Tloušťka podlití	t_{grout}	0	mm	
Délka styčníkového plechu	b_{st}	200	mm	
Tloušťka styčníkového plechu	t_{st}	10	mm	

Posouzení

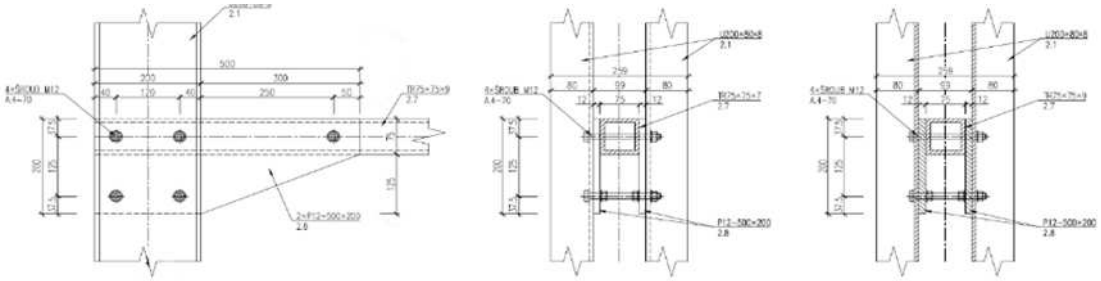
Součinitel vlivu podlití	β_j	0.67	-	
Rozměr podstavy komolého jehlanu	b_2	375	mm	
Rozměr podstavy komolého jehlanu	d_2	320	mm	
Součinitel koncentrace napětí	k_j	1.41	-	
Návrhová pevnost betonu v soustředěném tlaku	f_{jd}	15.73	MPa	
Účinná délka konzoly	c	19.63	mm	
Účinná plocha patního plechu	A_{eff}	19705	mm^2	
Návrhová únosnost	N_{Rd}	309.89	kN	
Jednotkový posudek	R_z / N_{Rd}	**0.10 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13.2 PŘÍPOJ KONZOLY LÁVKY

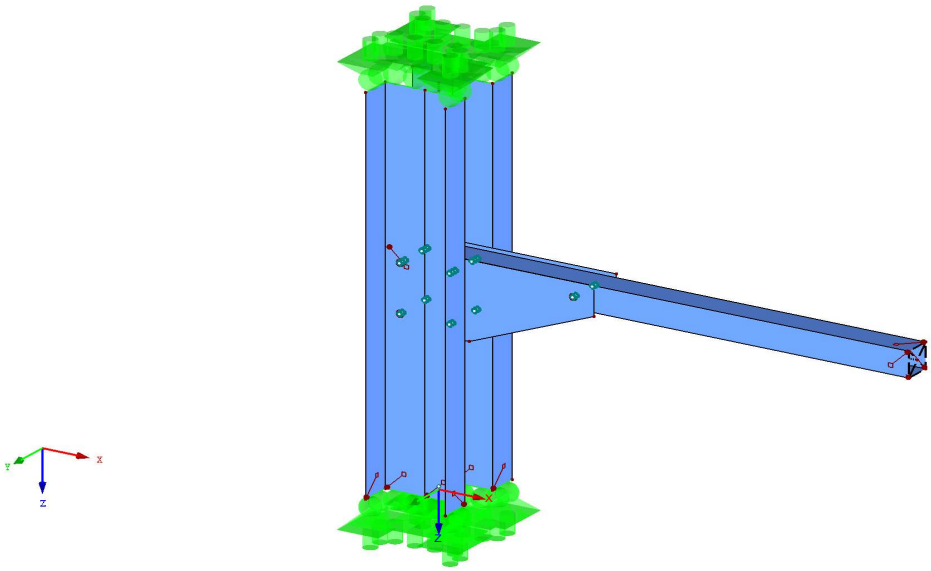
Tento detail je analyzován na samostatném modelu. Analýza je provedena na deskostěnovém modelu analýzou podle teorie II. řádu.

Sloupy, konzolka a styčníkový plech jsou modelovány deskostěnami, šrouby jsou modelovány pomocí prutů.

13.2.1 GEOMETRIE SPOJE



Izometrie

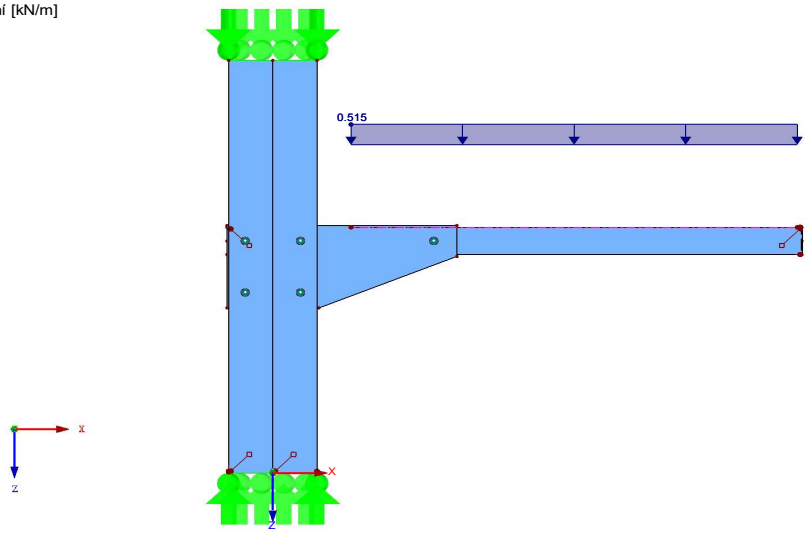


13.2.2 ZATÍŽENÍ

ZS1 - Užitné zatížení lávek

ZS1 : UŽITNÉ ZATÍŽENÍ LÁVEK
Zatížení [kN/m]

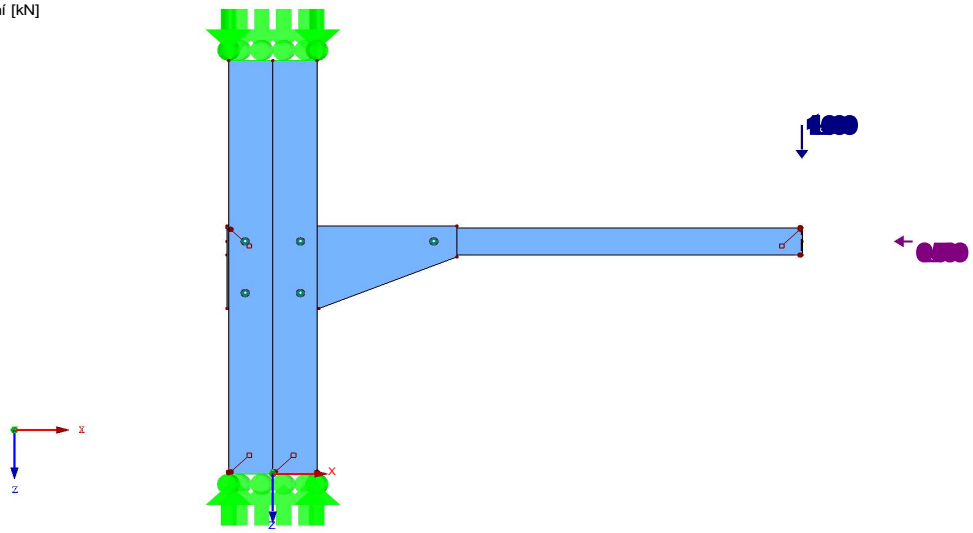
Proti směru osy Y



ZS2 - Montážní zatížení

ZS2 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ
Zatížení [kN]

Proti směru osy Y



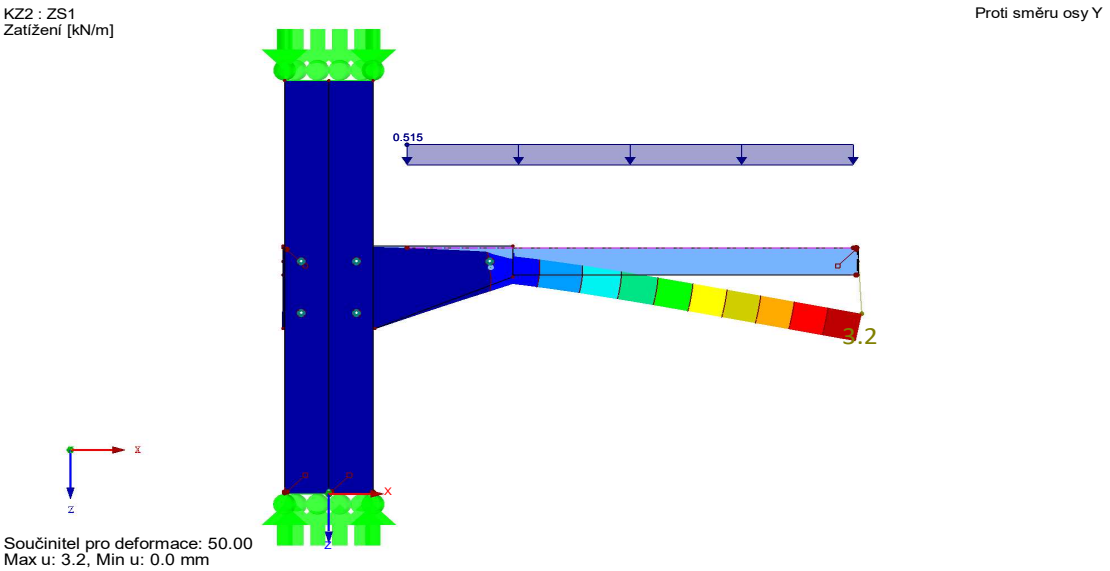
Kombinace zatížení

KZ1: 1,5×ZS1 + 1,2×ZS2	pro MSÚ
KZ2: ZS1	pro MSP

13.2.3 VÝSLEDKY ANALÝZY

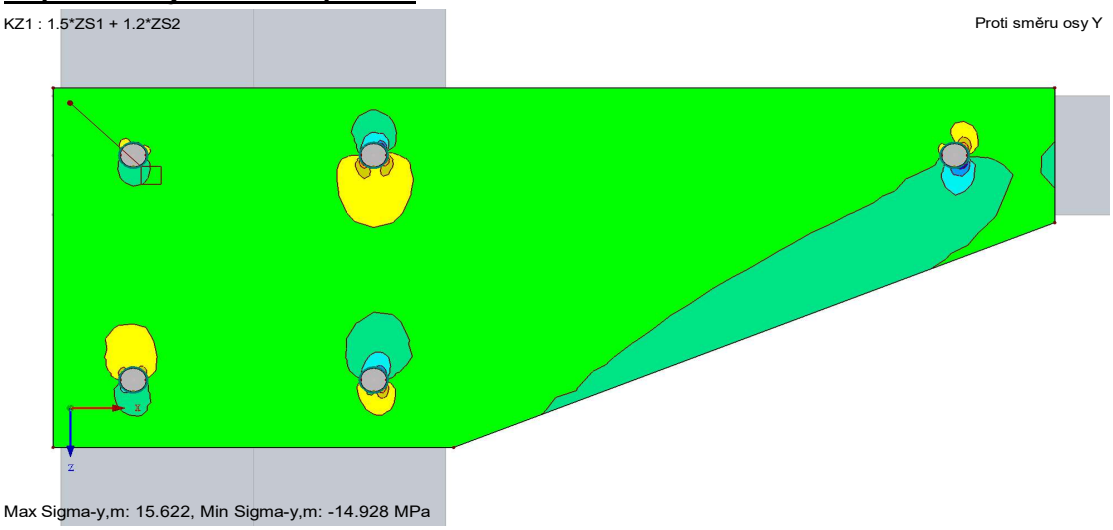
Deformace

Posouzení na deformace v mezním stavu použitelnosti je provedeno pouze pro užitné zatížení.

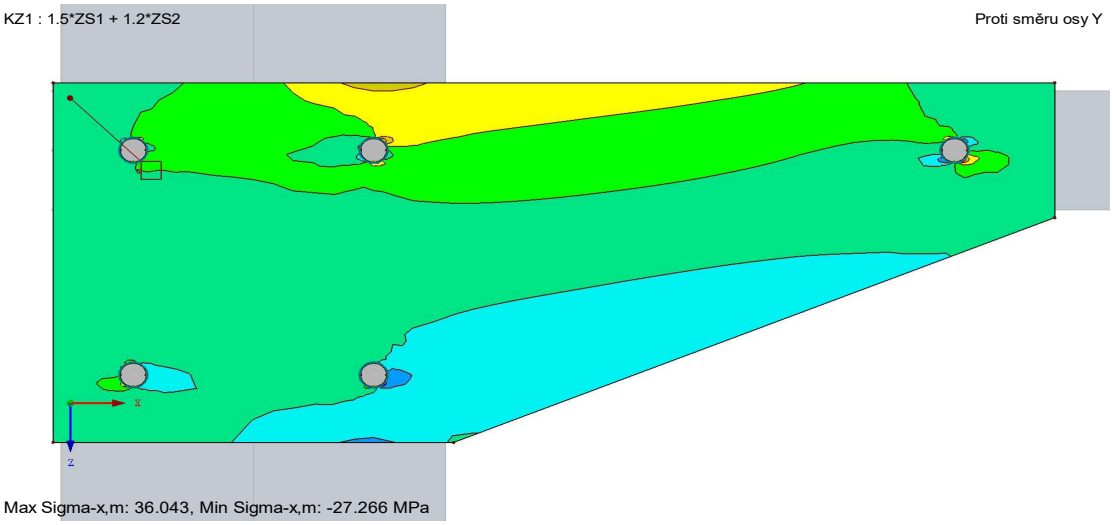


Přečnívající část konzoly		L	1050.00	mm	
Největší svislý průhyb		u_z	3.20	mm	
Limitní svislý průhyb	L / 100	$u_{z,llim}$	10.50	mm	
Jednotkový posudek		$u_z/u_{z,llim}$	**0.30 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Napětí na styčníkovém plechu



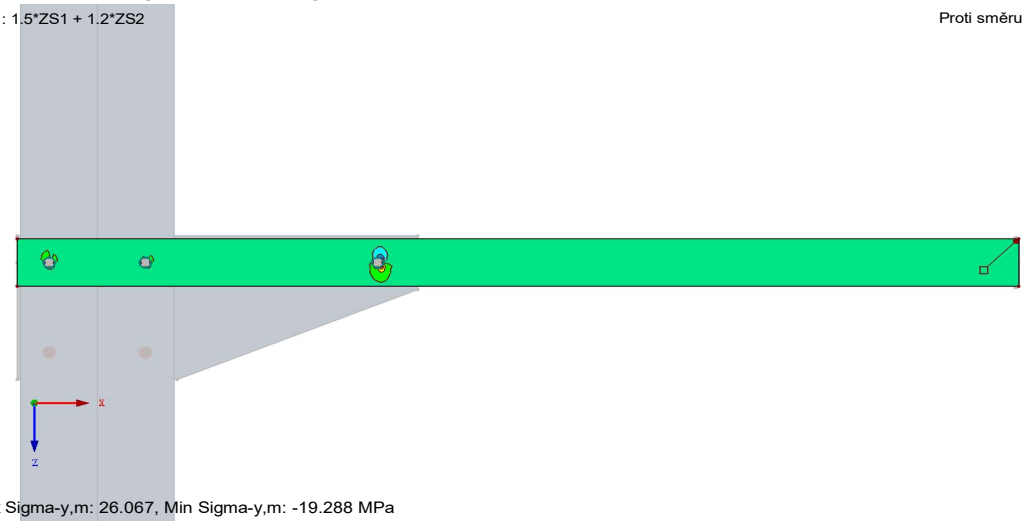
Napětí v tahu kolmo k vláknům	$\sigma_{y,+}$	15.62	MPa	
Napětí v tlaku kolmo k vláknům	$\sigma_{y,-}$	14.93	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50.00	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120.00	MPa	
Součinitel spolehlivosti	A	1.91	-	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,d}$	26.12	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,d}$	62.70	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{y,+} / f_{t,90,d}$	**0.60 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek	$\sigma_{y,-} / f_{b,90,d}$	**0.24 < 1,0**		***=> vyhovuje***



Napětí v tahu rovnoběžně s vlákny	$\sigma_{x,+}$	36.04	MPa	
Napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny	$\sigma_{x,-}$	27.27	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350.00	MPa	
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175.00	MPa	
Součinitel spolehlivosti	A	1.91	-	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,d}$	182.86	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,d}$	91.43	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{x,+} / f_{t,0,d}$	**0.20 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek	$\sigma_{x,-} / f_{b,0,d}$	**0.30 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Napětí ve stojině konzolky

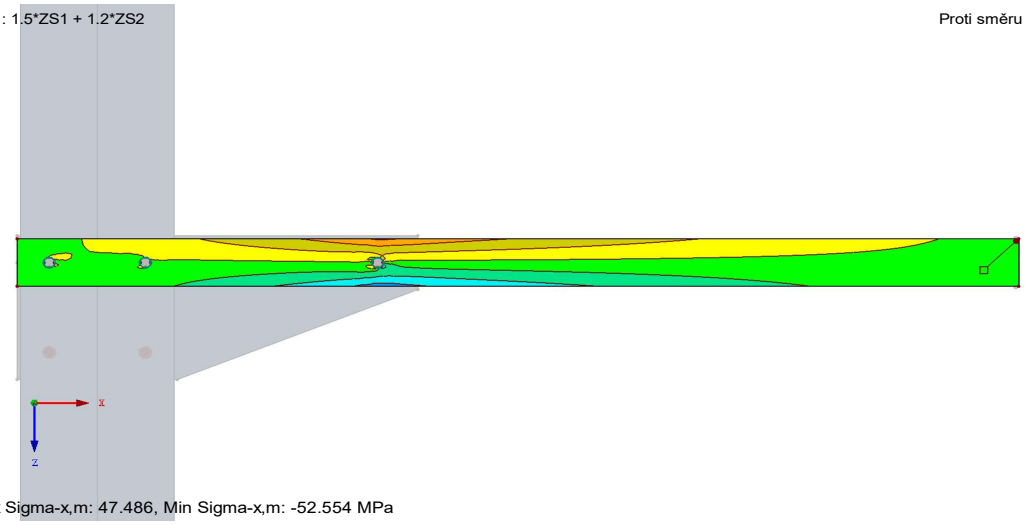
KZ1 : 1.5*ZS1 + 1.2*ZS2 Proti směru osy Y



Max Sigma-y,m: 26.067, Min Sigma-y,m: -19.288 MPa

Napětí v tahu kolmo k vláknům	$\sigma_{y,+}$	26.07	MPa	
Napětí v tlaku kolmo k vláknům	$\sigma_{y,-}$	19.29	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50.00	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120.00	MPa	
Součinitel spolehlivosti	A	1.91	-	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,d}$	26.12	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,d}$	62.70	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{y,+} / f_{t,90,d}$	**1.00 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek	$\sigma_{y,-} / f_{b,90,d}$	**0.31 < 1,0**		***=> vyhovuje***

KZ1 : 1.5*ZS1 + 1.2*ZS2 Proti směru osy Y



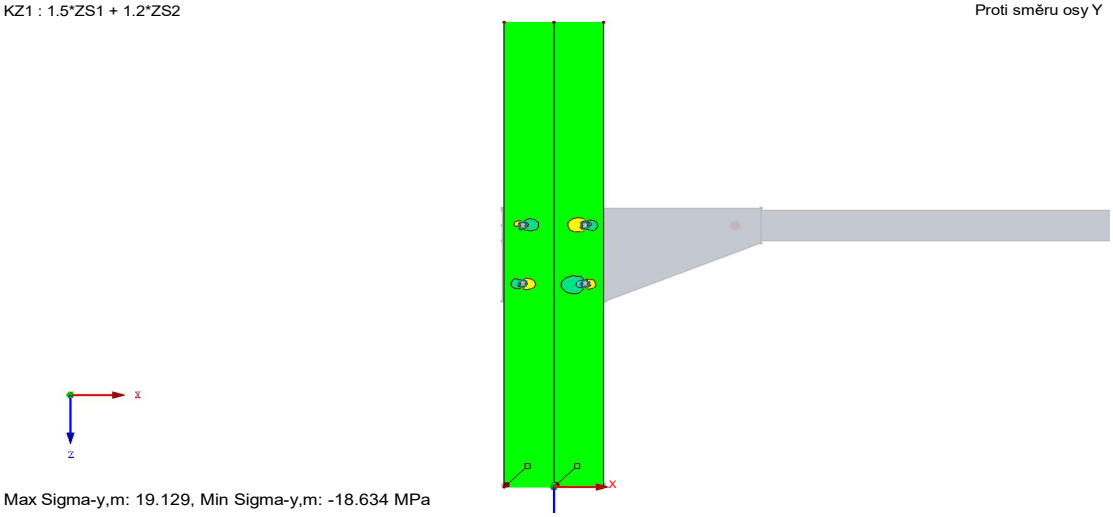
Max Sigma-x,m: 47.486, Min Sigma-x,m: -52.554 MPa

Napětí v tahu rovnoběžně s vlákny	$\sigma_{x,+}$	47.49	MPa	
Napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny	$\sigma_{x,-}$	52.55	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350.00	MPa	
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175.00	MPa	
Součinitel spolehlivosti	A	1.91	-	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,d}$	182.86	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,d}$	91.43	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{x,+} / f_{t,0,d}$	**0.26 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek	$\sigma_{x,-} / f_{b,0,d}$	**0.57 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Napětí ve stojině sloupu

KZ1 : 1.5*ZS1 + 1.2*ZS2

Proti směru osy Y

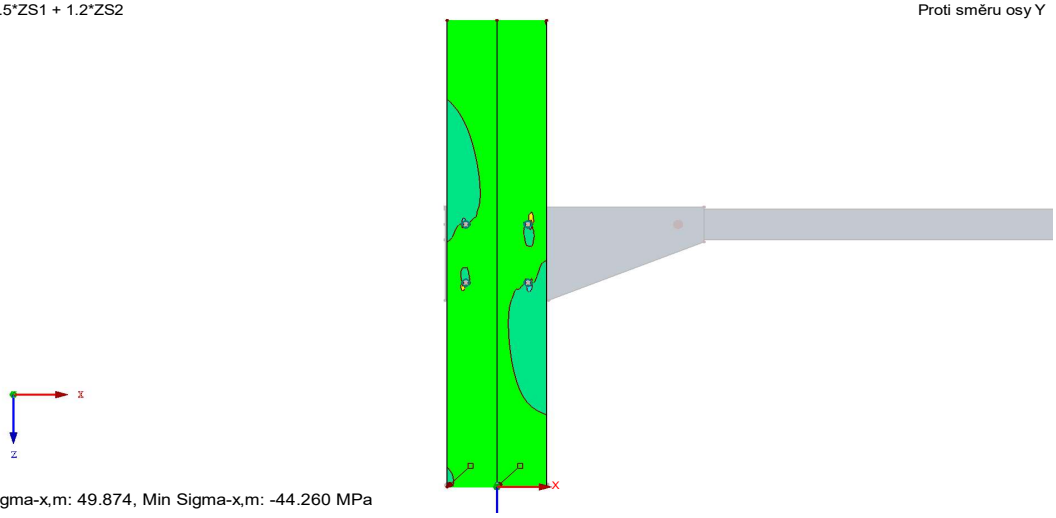


Max Sigma-y,m: 19.129, Min Sigma-y,m: -18.634 MPa

Napětí v tahu kolmo k vláknům	$\sigma_{y,+}$	19.13	MPa	
Napětí v tlaku kolmo k vláknům	$\sigma_{y,-}$	18.63	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,0,k}$	50.00	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,0,k}$	120.00	MPa	
Součinitel spolehlivosti	A	1.91	-	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,d}$	26.12	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,d}$	62.70	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{y,+} / f_{t,90,d}$	**0.73 < 1,0**		***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek	$\sigma_{y,-} / f_{b,90,d}$	**0.30 < 1,0**		***=> vyhovuje***

KZ1 : 1.5*ZS1 + 1.2*ZS2

Proti směru osy Y

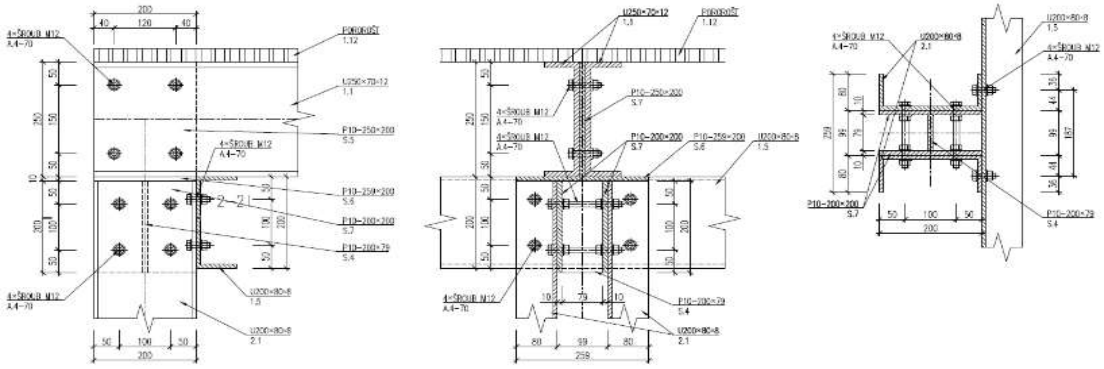


Max Sigma-x,m: 49.874, Min Sigma-x,m: -44.260 MPa

Napětí v tahu rovnoběžně s vlákny	$\sigma_{x,+}$	49.87	MPa	
Napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny	$\sigma_{x,-}$	44.26	MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,90,k}$	350.00	MPa	
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,90,k}$	175.00	MPa	
Součinitel spolehlivosti	A	1.91	-	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,d}$	182.86	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,d}$	91.43	MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{x,+} / f_{t,0,d}$	**0.27**	**< 1,0**	***=> vyhovuje***
Jednotkový posudek	$\sigma_{x,-} / f_{b,0,d}$	**0.48**	**< 1,0**	***=> vyhovuje***

13.3 PŘÍPOJ PŘÍČLE RÁMU NA SLOUP RÁMU

13.3.1 GEOMETRIE SPOJE



13.3.2 VNITŘNÍ SÍLY

Normálová síla z nosníku	N_{Ed}	9.15	kN
Posouvající síla z nosníku	$V_{z,Ed}$	10.88	kN

13.3.3 POSOUZENÍ SPOJE "STYKOVÝ PRVEK-SLOUP"

Přednostně se počítá s přenosem sil kontaktem mezi ocelovým stykovým prvkem a sloupem, ale šroubovaný spoj je nadimenzován na přenos veškerých vnitřních sil.

Metrické šrouby s šestihrannou hlavou jakosti A4-70

Průměr šroubu	d	12.00	mm
Průměr vrtání	d_0	13.00	mm
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	700	MPa
Počet šroubů	n_b	4	ks
Celková smyková síla na 1 šroub	$F_{v,Ed}$	3.55	kN

Únosnost šroubů ve střihu

Plocha jádra šroubu	A_s	84.00	mm^2	
Součinitel	α_v	0.60	-	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-	
Počet střižných rovin	n_s	2	ks	
Návrhová únosnost 1 šroubu ve střihu	$F_{v,Rd}$	56.45	kN	
Jednotkový posudek	$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	**0.06 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Pevnostní charakteristiky GFRP kompozitu

Tloušťka stěny GFRP průřezu	t	8.00	mm	
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

Otlačení ve směru vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	8.78	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	70.22	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{x,Ed}$	10.88	kN	
Jednotkový posudek	$F_{x,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.15 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Otlačení kolmo na směr vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	6.02	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	48.15	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{y,Ed}$	9.15	kN	
Jednotkový posudek	$F_{y,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.19 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13.3.4 POSOUZENÍ SPOJE "STYKOVÝ PRVEK-NOSNÍK"

Primárně se počítá s přenosem sil kontaktem mezi ocelovým stykovým prvkem a nosníkem, ale šroubovaný spoj je nadimenzován na přenos veškerých vnitřních sil.

Metrické šrouby s šestihrannou hlavou jakosti A4-70

Průměr šroubu	d	12.00	mm
Průměr vrtání	d_0	13.00	mm
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	700	MPa
Počet šroubů	n_b	4	ks
Celková smyková síla na 1 šroub	$F_{v,Ed}$	3.55	kN

Únosnost šroubů ve střihu

Plocha jádra šroubu	A_s	84.00	mm^2	
Součinitel	α_v	0.60	-	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-	
Počet střižných rovin	n_s	2	ks	
Návrhová únosnost 1 šroubu ve střihu	$F_{v,Rd}$	56.45	kN	
Jednotkový posudek	$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	**0.06 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Pevnostní charakteristiky GFRP kompozitu

Tloušťka stěny GFRP průřezu	t	8.00	mm	
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

Otlačení ve směru vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	8.78	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	70.22	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{x,Ed}$	9.15	kN	
Jednotkový posudek	$F_{x,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.13 < 1,0**		***=> vyhovuje***

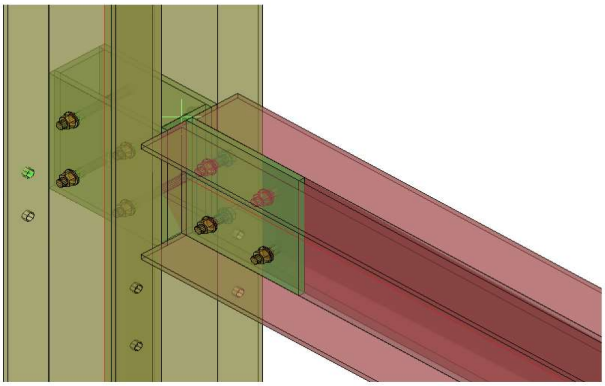
Otlačení kolmo na směr vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	6.02	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	48.15	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{y,Ed}$	10.88	kN	
Jednotkový posudek	$F_{y,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.23 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13.4 ATYPICKÝ PŘÍPOJ PŘÍČLE RÁMU NA SLOUP RÁMU

Jedná se o přípoj příčle rámu na sloup v průsečících řady B a řad 6, 7, 8 a 9.

13.4.1 GEOMETRIE SPOJE



13.4.2 VNITŘNÍ SÍLY

Normálová síla z nosníku	N_{Ed}	9.15	kN
Posouvající síla z nosníku	$V_{z,Ed}$	10.88	kN

13.4.3 POSOUZENÍ SPOJE "STYKOVÝ PRVEK-SLOUP"

Metrické šrouby s šestihrannou hlavou jakosti A4-70

Průměr šroubu	d	12.00	mm
Průměr vrtání	d_0	13.00	mm
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	700	MPa
Počet šroubů	n_b	4	ks
Celková smyková síla na 1 šroub	$F_{v,Ed}$	3.55	kN

Únosnost šroubů ve střihu

Plocha jádra šroubu	A_s	84.00	mm^2	
Součinitel	α_v	0.60	-	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-	
Počet střižných rovin	n_s	2	ks	
Návrhová únosnost 1 šroubu ve střihu	$F_{v,Rd}$	56.45	kN	
Jednotkový posudek	$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	**0.06 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Pevnostní charakteristiky GFRP kompozitu

Tloušťka stěny GFRP průřezu	t	8.00	mm
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175	MPa
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120	MPa
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa

Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

Otlačení ve směru vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	8.78	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	70.22	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{x,Ed}$	10.88	kN	
Jednotkový posudek	$F_{x,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.15 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Otlačení kolmo na směr vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	6.02	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	48.15	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{y,Ed}$	9.15	kN	
Jednotkový posudek	$F_{y,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.19 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13.4.4 POSOUZENÍ SPOJE "STYKOVÝ PRVEK-PŘÍČEL"

Metrické šrouby s šestihrannou hlavou jakosti A4-70

Průměr šroubu	d	12.00	mm
Průměr vrtání	d_0	13.00	mm
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	700	MPa
Počet šroubů	n_b	4	ks
Celková smyková síla na 1 šroub	$F_{v,Ed}$	3.55	kN

Únosnost šroubů ve střihu

Plocha jádra šroubu	A_s	84.00	mm^2	
Součinitel	α_v	0.60	-	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-	
Počet střižných rovin	n_s	2	ks	
Návrhová únosnost 1 šroubu ve střihu	$F_{v,Rd}$	56.45	kN	
Jednotkový posudek	$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	**0.06 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Pevnostní charakteristiky GFRP kompozitu

Tloušťka stěny GFRP průřezu	t	8.00	mm
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175	MPa
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120	MPa
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa

Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

Otlačení ve směru vláken

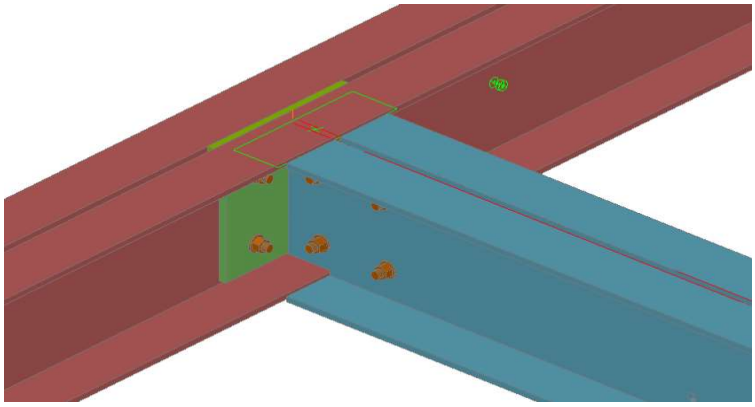
Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	8.78	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	70.22	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{x,Ed}$	9.15	kN	
Jednotkový posudek	$F_{x,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.13 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Otlačení kolmo na směr vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	6.02	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	48.15	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{y,Ed}$	10.88	kN	
Jednotkový posudek	$F_{y,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.23 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13.5 PŘÍPOJ VÝMĚNY NA PŘÍČEL RÁMU

13.5.1 GEOMETRIE SPOJE



13.5.2 VNITŘNÍ SÍLY

Normálová síla z výměny	N_{Ed}	2.50	kN
Posouvající síla z výměny	$V_{y,Ed}$	0.70	kN
Posouvající síla z výměny	$V_{z,Ed}$	3.43	kN

13.5.3 POSOUZENÍ SPOJE "STYKOVÝ PRVEK-VÝMĚNA"

Metrické šrouby s šestihrannou hlavou jakosti A4-70

Průměr šroubu	d	12.00	mm
Průměr vrtání	d_0	13.00	mm
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	700	MPa

Počet šroubů	n_b	4	ks	
Celková smyková síla na 1 šroub	$F_{v,Ed}$	1.06	kN	

Únosnost šroubů ve střihu

Plocha jádra šroubu	A_s	84.00	mm^2	
Součinitel	α_v	0.60	-	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-	
Počet střižných rovin	n_s	2	ks	
Návrhová únosnost 1 šroubu ve střihu	$F_{v,Rd}$	56.45	kN	
Jednotkový posudek	$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	**0.02 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Pevnostní charakteristiky GFRP kompozitu

Tloušťka stěny GFRP průřezu	t	8.00	mm	
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

Otlačení ve směru vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	8.78	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	70.22	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{x,Ed}$	2.50	kN	
Jednotkový posudek	$F_{x,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.04 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Otlačení kolmo na směr vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	6.02	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	48.15	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{y,Ed}$	3.43	kN	
Jednotkový posudek	$F_{y,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.07 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13.5.4 POSOUZENÍ SPOJE "STYKOVÝ PRVEK-PŘÍČEL"

Metrické šrouby s šestihrannou hlavou jakosti A4-70

Průměr šroubu	d	12.00	mm
Průměr vrtání	d_0	13.00	mm
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	700	MPa

Počet šroubů	n_b	4	ks	
Celková smyková síla na 1 šroub	$F_{v,Ed}$	0.87	kN	

Únosnost šroubů ve střihu

Plocha jádra šroubu	A_s	84.00	mm^2	
Součinitel	α_v	0.60	-	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-	
Počet střižných rovin	n_s	2	ks	
Návrhová únosnost 1 šroubu ve střihu	$F_{v,Rd}$	56.45	kN	
Jednotkový posudek	$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	**0.02 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Pevnostní charakteristiky GFRP kompozitu

Tloušťka stěny GFRP průřezu	t	8.00	mm	
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

Otlačení ve směru vláken

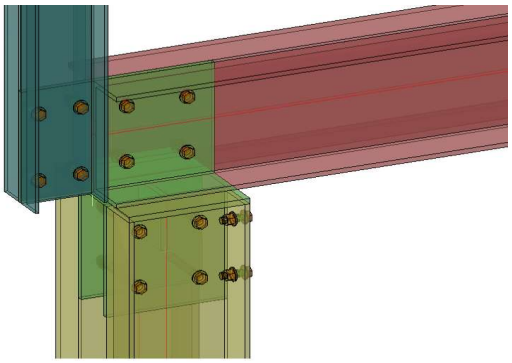
Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	8.78	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	70.22	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{x,Ed}$	0.70	kN	
Jednotkový posudek	$F_{x,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.01 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Otlačení kolmo na směr vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	6.02	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	48.15	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{y,Ed}$	3.43	kN	
Jednotkový posudek	$F_{y,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.07 < 1,0**		***=> vyhovuje***

13.6 PŘÍPOJ SLOUPKU ZÁBRADLÍ

13.6.1 GEOMETRIE SPOJE



Vodorovná rozteč šroubů	p_{vod}	70.00	mm
Svislá rozteč šroubů	p_{sv}	120.00	mm
Vzdálenost šroubu od středu otáčení	r	138.92	mm

13.6.2 VNITŘNÍ SÍLY

Ohybový moment sloupku	M_{Ed}	2.03	kN
Posouvající síla sloupku	V_{Ed}	1.65	kN

13.6.3 POSOUZENÍ SPOJE "STYČNÍKOVÝ PLECH-SLOUPEK"

Metrické šrouby s šestihrannou hlavou jakosti A4-70

Průměr šroubu	d	12.00	mm
Průměr vrtání	d_0	13.00	mm
Mez pevnosti šroubu	f_{ub}	700	MPa
Počet šroubů	n_b	4	ks
Smyková síla na 1 šroub od momentu	$F_{1,M}$	3.65	kN
Smyková síla na 1 šroub od pos. síly	$F_{1,V}$	0.41	kN
Celková smyková síla na 1 šroub	$F_{v,Ed}$	4.06	kN

Únosnost šroubů ve střihu

Plocha jádra šroubu	A_s	84.00	mm^2	
Součinitel	α_v	0.60	-	
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25	-	
Počet střižných rovin	n_s	2	ks	
Návrhová únosnost 1 šroubu ve střihu	$F_{v,Rd}$	56.45	kN	
Jednotkový posudek	$F_{v,Ed}/F_{v,Rd}$	**0.07 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Pevnostní charakteristiky GFRP kompozitu

Tloušťka stěny GFRP průřezu	t	6.00	mm	
Pevnost v otlačení rovnoběžně s vlákny	$f_{b,0,k}$	175	MPa	
Pevnost v otlačení kolmo k vláknům	$f_{b,90,k}$	120	MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50	MPa	
Pevnost ve smyku	$f_{v,k}$	30	MPa	
Vliv trvání zatížení	A1	1.45	-	10 let
Vliv okolního prostředí	A2	1.10	-	UV záření
Vliv teploty	A3	1.20	-	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91	-	

Otlačení ve směru vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	6.58	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	52.66	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{x,Ed}$	4.06	kN	
Jednotkový posudek	$F_{x,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.08 < 1,0**		***=> vyhovuje***

Otlačení kolmo na směr vláken

Návrhová únosnost jednoho střihu jednoho šr.	$F_{b,Rd,1}$	4.51	kN	
Počet střižných rovin	n_s	2	-	
Návrhová únosnost spoje	$F_{b,Rd}$	36.11	kN	
Celková síla působící ve spoji	$F_{y,Ed}$	4.06	kN	
Jednotkový posudek	$F_{y,Ed} / F_{b,Rd}$	**0.11 < 1,0**		***=> vyhovuje***

14 ZÁVĚR

Statickým výpočtem bylo prokázáno, že posuzovaná konstrukce jako celek i všechny její části mají požadovanou bezpečnost a dostatečnou tuhost podle platných ČSN EN pro navrhovaní a této soustavě evropských norem konstrukce vyhovuje.

Vypracoval: Ing. Ondřej Pešek, Ph.D