

VEDOUcí PROJEKTU	ING. JAROSLAV LACINA		 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. VLASTIMIL HORÁK			
KRAJ: JIHMORAVSKÝ		MÚ: BRNO – STŘED	DATUM	10/2023
INVESTOR (ZADAVATEL): TECHNICKÉ SÍŤ BRNO, a.s., BARVÍŘSKÁ 5, 602 00 BRNO			ZMĚNA	
NÁZEV REKONSTRUKCE TECHNICKÉ GALERIE TG8 NÁZEV OBJEKTU SO 02 KABELOVÉ REGISTRY A GALERIE			FORMÁT	
			MĚŘÍTKO	
			STUPEŇ	DSP, PDPS
			ČÍS. ZAKÁZKY	B314-4/1
			ARCHIVNÍ ČÍS.	
NÁZEV PŘÍLOHY			ČÍS. SOUPRAVY	ČÍS. PŘÍLOHY
STATICKÝ VÝPOČET KABELOVÉHO REGISTRU "A"				C.2.8

Stavba:**Kabelový registr "A"**

Katastrální území:	-
Obec:	Brno
Kraj:	Jihomoravský
Investor, objednatel:	Technické sítě Brno, a.s. Barvířská 5 602 00 Brno
Projektant části:	AMBERG Engineering Brno a.s Ptašinského 10 602 00 Brno Ing. Jaroslav Lacina
Zpracovatel statického posouzení:	Ústav kovových a dřevěných konstrukcí Fakulta stavební, Vysoké učení technické v Brně Veveří 331/95 Brno 602 00
Vypracovali:	Ing. Ondřej Pešek, Ph.D. Ing. Milan Šmak

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 REGISTRU

- 1.1 GEOMETRIE
- 1.2 MATERIÁLY

2 ZATÍŽENÍ

- 2.1 STÁLÁ ZATÍŽENÍ
- 2.2 PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ
- 2.3 KOMBINACE ZATÍŽENÍ

3 ANALÝZA KONSTRUKCE

4 KONZOLKY LÁVEK

- 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 SLOUP

- 5.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI
- 5.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY
- 5.3 VNITŘNÍ SÍLY
- 5.4 PRŮŘEZ
- 5.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI
- 5.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

6 PŘEVÁZKA

- 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 KOTVA DO OSTĚNÍ

- 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 DETAILY

- 8.1 PŘÍPOJ KONZOLKY REGISTRU
- 8.2 KOTVENÍ SLOUPU DO PODLAHY

9 ZÁVĚR

1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE O REGISTRU

Jedná se o kabelový registr z GFRP materiálu. Konstrukce registru sestává ze sloupů a kabelových lávek. Kabelové lávky sestávají z konzolek a podélných prutů. Sloup je kotvený do podlahy a prostřednictvím převázek ve třech výškových úrovních kotvami do ostění. Průřez sloupu sestává ze dvou tyčí z GFRP. Registr má osm lávek vynášených konzolkami z GFRP tyčí. Přípoj každé konzolky na sloup je zajištěn pomocí dvojice GFRP desek a šroubů. Lávky jsou doplněny vodorovnými pruty průřezu L nebo U. Kotvení do podlahy je řešeno pomocí svařenců z ocelových plechů.

1.1 GEOMETRIE

Celková výška (přibližně)

3.35 m

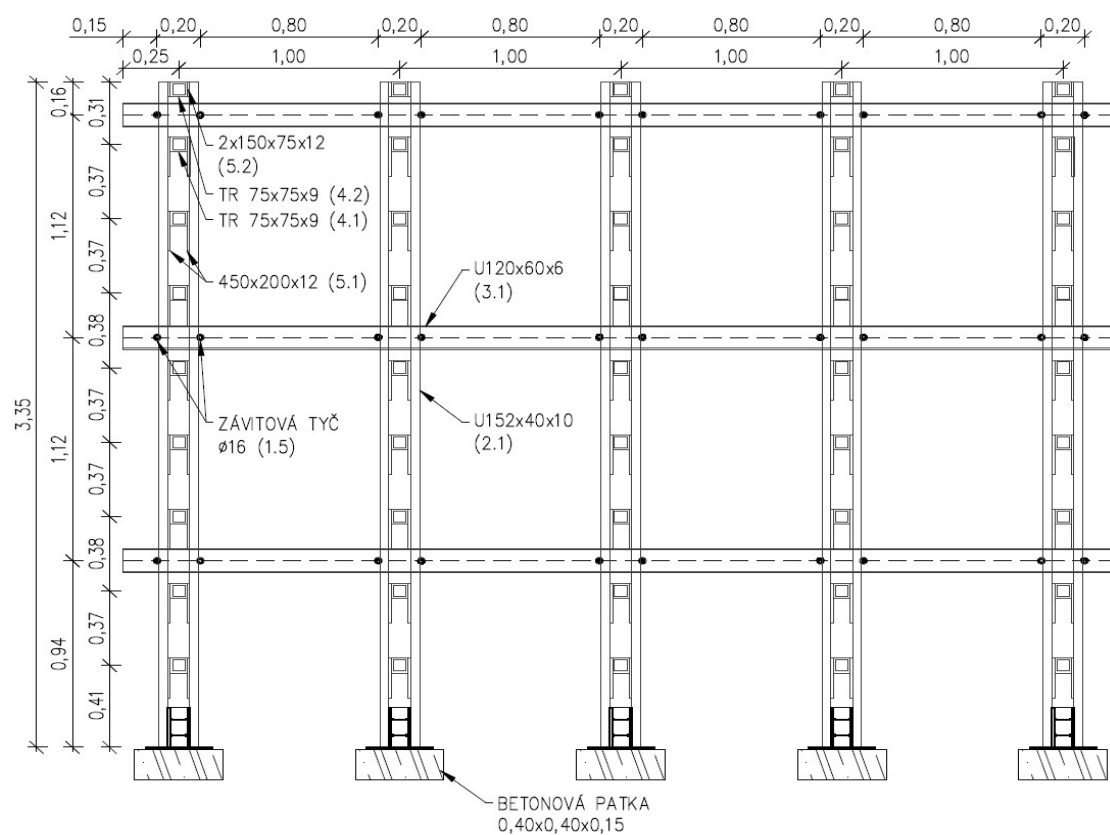
Celková šířka (přibližně)

1.20 m

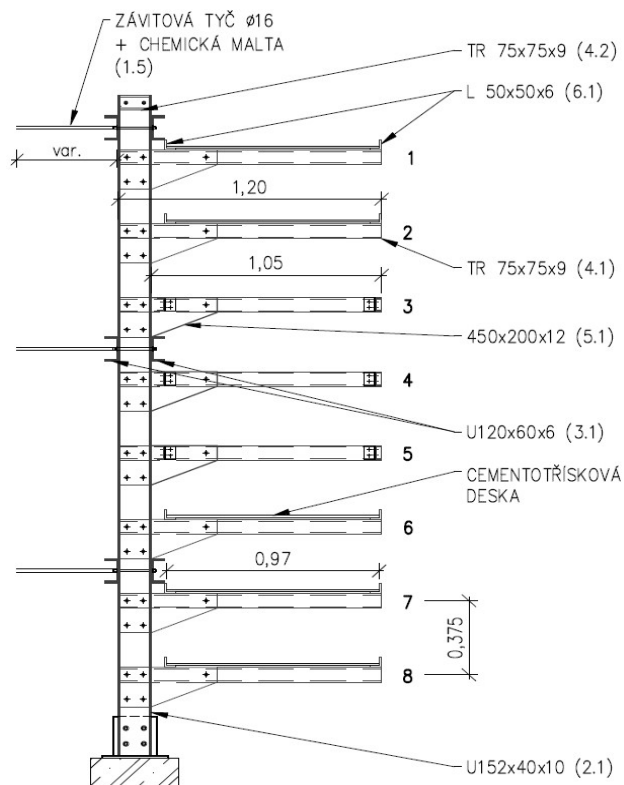
Osová vzdálenost sloupů

1.00 m

1.1.1 POHLED



1.1.2 TYPICKÉ PŘÍČNÉ ŘEZY



1.2 MATERIÁLY

1.2.1 GFRP KOMPOZIT

Objemová hmotnost

ρ_k

1800 kg/m³

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 otláčení rovnoběžně s vlákny

$f_{b,0,k}$

175 MPa

Pevnost v otláčení 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	$\nu_{0,90}$	0.23 -
Součinitel příčné roztažnosti	$\nu_{90,0}$	0.09 -

Součinitel spolehlivosti

Vliv doby trvání zatížení

A1		1 minuta	1 den	1 týden	6 měsíců	10let
	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

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

Vliv teploty

A2		$\leq 20^\circ\text{C}$	30°C	40°C	80°C
	E-modul	1.00	1.05	1.10	1.60
	Pevnost	1.00	1.10	1.20	3.50

Celková hodnota

$$A = A1 \times A2 \times A3$$

1.2.2 KOROZIVZDORNÁ OCEL 1.4404

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

Objemová hmotnost	ρ	8000 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	ν	0.30 -
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,0}$	1.10 -
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,1}$	1.10 -
Součinitel spolehlivosti	$\gamma_{M,2}$	1.25 -
Korelační součinitel	β_w	0.80 -

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 výpočtním programem na základě průřezů a materiálů

Objemová tíha GFRP kompozitu

18 kN/m³

Objemová tíha oceli

80 kN/m³

2.1.2 OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ

Další části konstrukce, které nejsou součástí analytického modelu

- podélné propojující U-profil

f_k 0.017 kN/m

F_k 0.017 kN (pro ZŠ=1m)

- podélné propojující L-profil

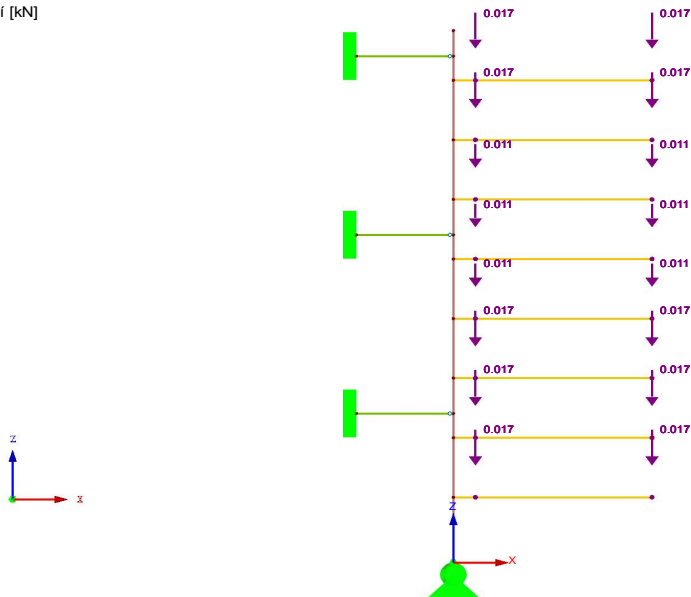
f_k 0.011 kN/m

F_k 0.011 kN (pro ZŠ=1m)

ZS2 - OSTATNÍ STÁLÁ ZATÍŽENÍ

ZS2 : OSTATNÍ STÁLÉ
Zatížení [kN]

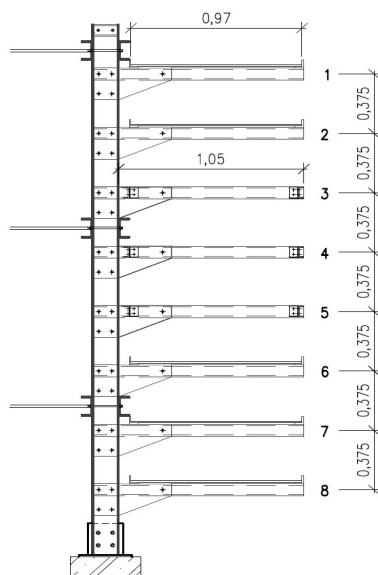
Ve směru Y



2.2 PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ

2.2.1 UŽITNÉ ZATÍŽENÍ KABELOVÝCH LÁVEK

Každá lávka může být zatížena jinou hodnotou zatížení působícího na různou zatěžovací šířku. Zatížení je modelováno jako spojitě rovnoměrné zatížení. Pokud je na příslušné lávce umístěna cementotřísková deska, je její tíha již zahrnuta v užitém zatížení lávky.

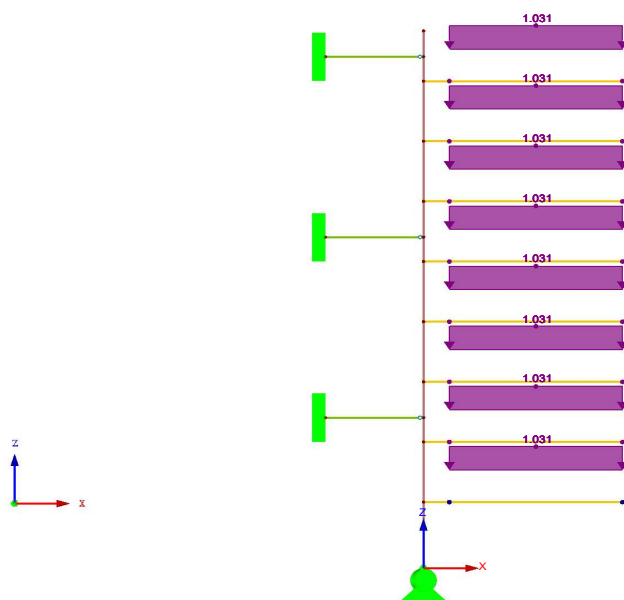


Č. lávky	ZŠ	Zatížení		
	m	kg	kN	kN/m
L1	0.97	100.00	1.00	1.03
L2	0.97	100.00	1.00	1.03
L3	0.97	100.00	1.00	1.03
L4	0.97	100.00	1.00	1.03
L5	0.97	100.00	1.00	1.03
L6	0.97	100.00	1.00	1.03
L7	0.97	100.00	1.00	1.03
L8	0.97	100.00	1.00	1.03

ZS3 - Užité zatížení kabelových lávek

ZS3 : UŽITNÉ ZATÍŽENÍ LÁVEK
Zatížení [kN/m]

Ve směru Y



2.2.2 MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ KABELOVÝCH LÁVEK

Montážní zatížení kabelových lávek simuluje zatížení montážním/revizním dělníkem při montáži nebo revizi regustru. Zatížení je svislé i vodorovné (např. opřený žebřík) a působí vždy pouze na jednu lávku.

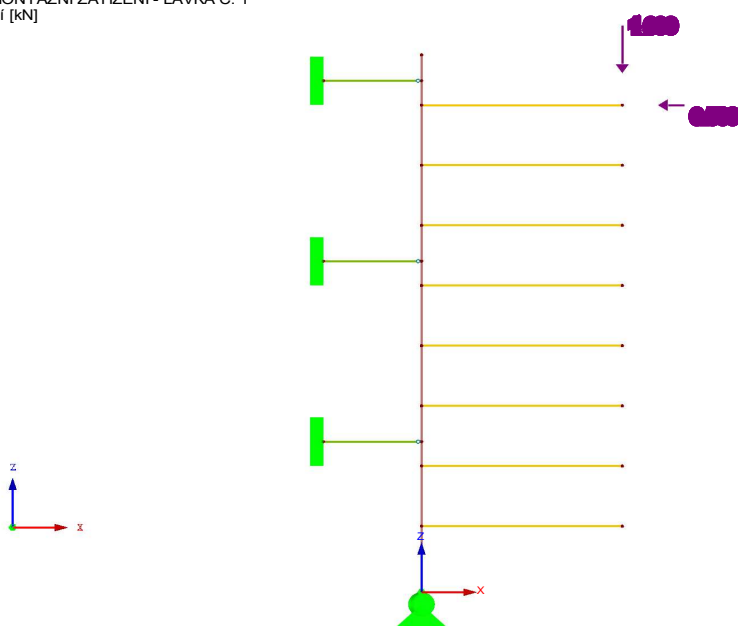
Svislé montážní zatížení	$Q_{k,ver}$	1.00 kN
Vodorovné montážní zatížení	$Q_{k,hor}$	0.50 kN

Montážní zatížení se uvažuje pouze v MSÚ

ZS4 - Montážní zatížení na lávce č. 1

ZS4 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ - LÁVKA Č. 1
Zatížení [kN]

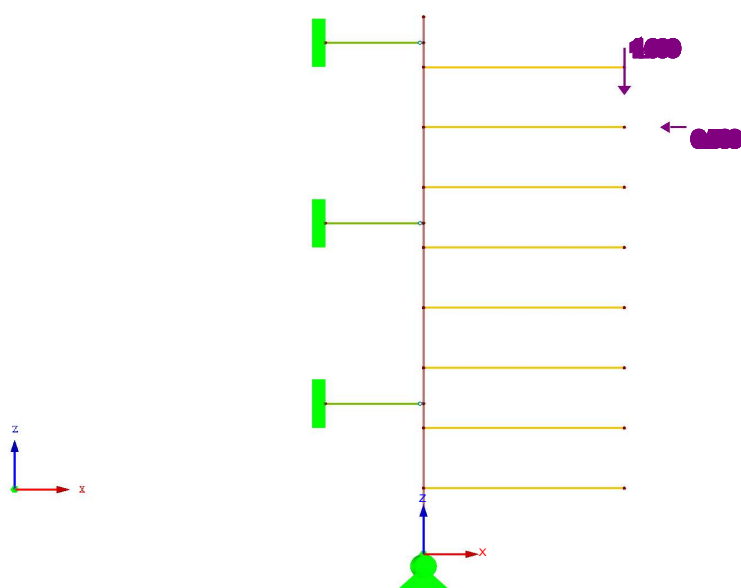
Ve směru Y



ZS5 - Montážní zatížení na lávce č. 2

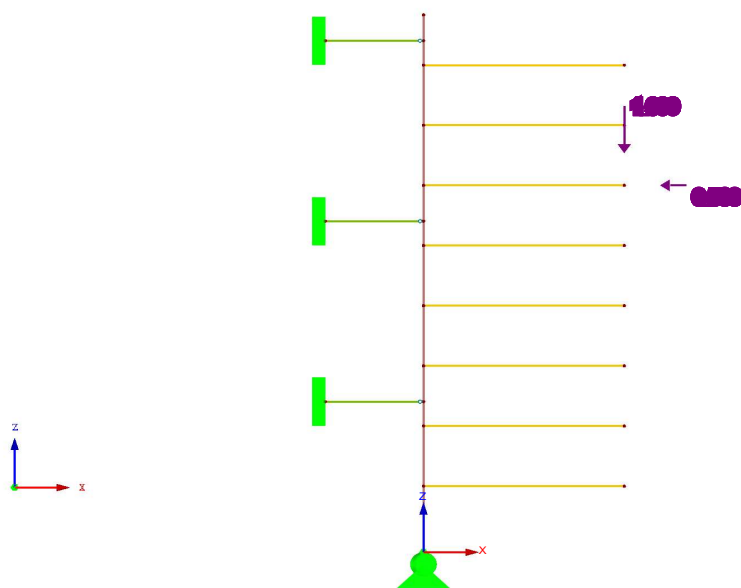
ZS5 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ - LÁVKA Č. 2
Zatížení [kN]

Ve směru Y

**ZS6 - Montážní zatížení na lávce č. 3**

ZS6 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ - LÁVKA Č. 3
Zatížení [kN]

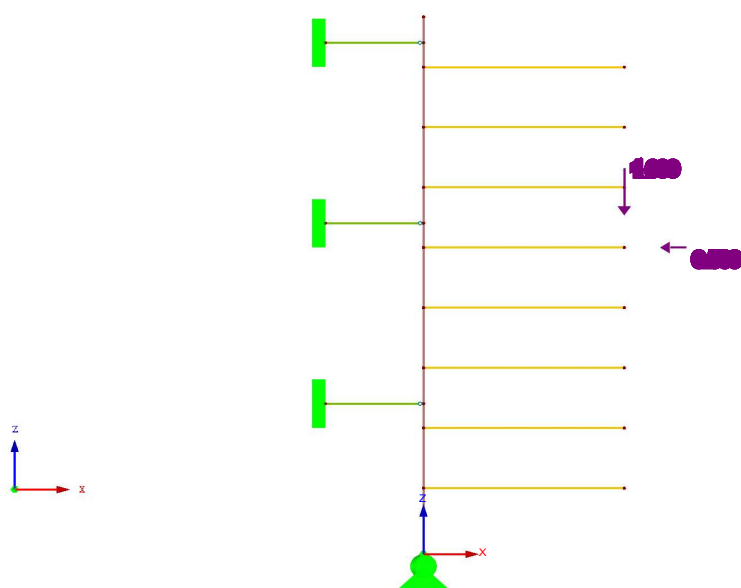
Ve směru Y



ZS7 - Montážní zatížení na lávce č. 4

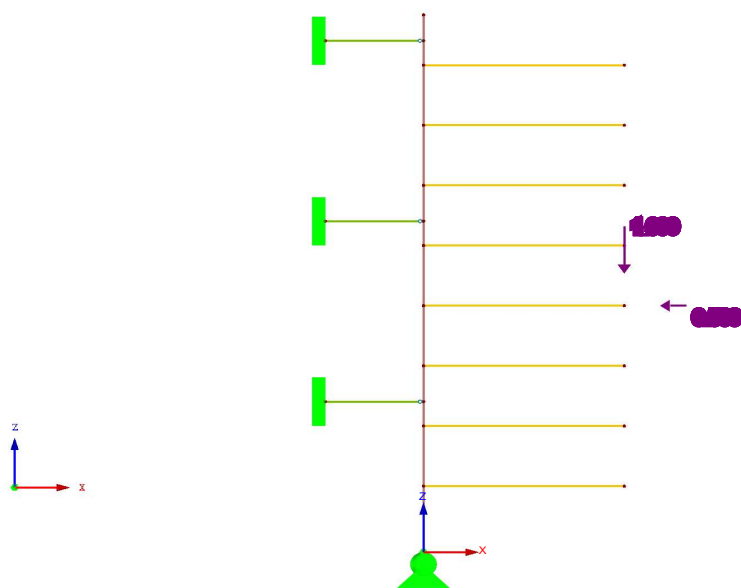
ZS7 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ - LÁVKA Č. 4
Zatížení [kN]

Ve směru Y

**ZS8 - Montážní zatížení na lávce č. 5**

ZS8 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ - LÁVKA Č. 5
Zatížení [kN]

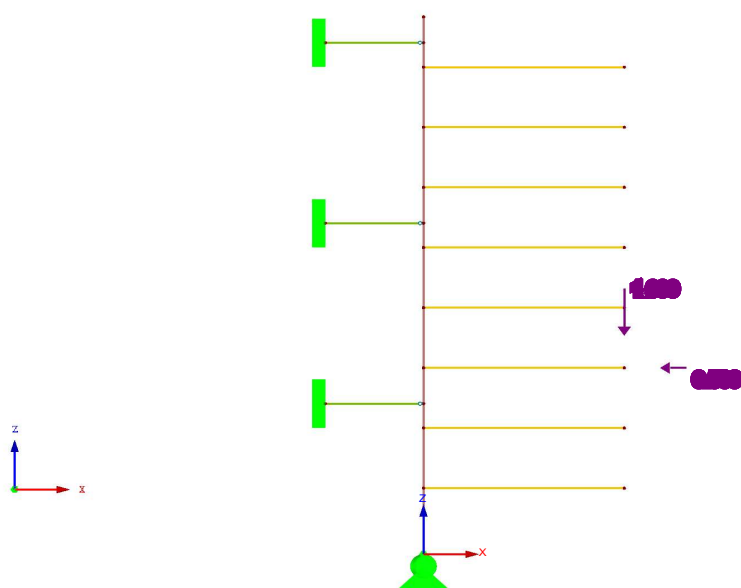
Ve směru Y



ZS9 - Montážní zatížení na lávce č. 6

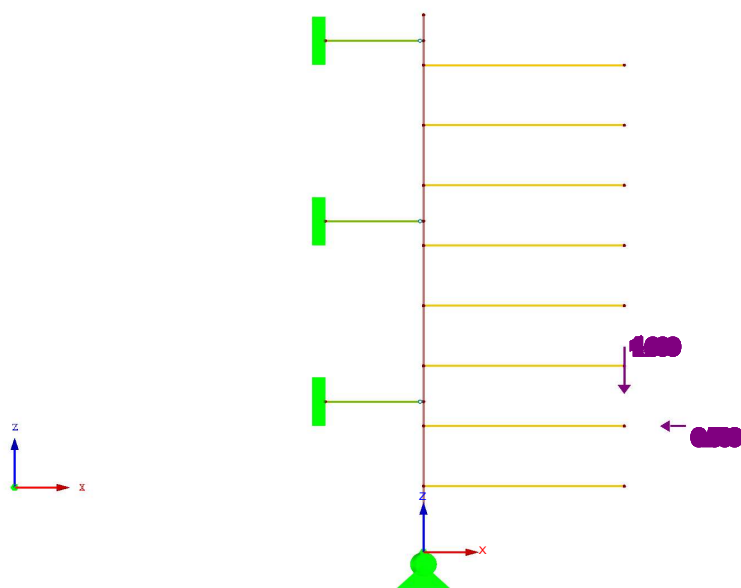
ZS9 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ - LÁVKA Č. 6
Zatížení [kN]

Ve směru Y

**ZS10 - Montážní zatížení na lávce č. 7**

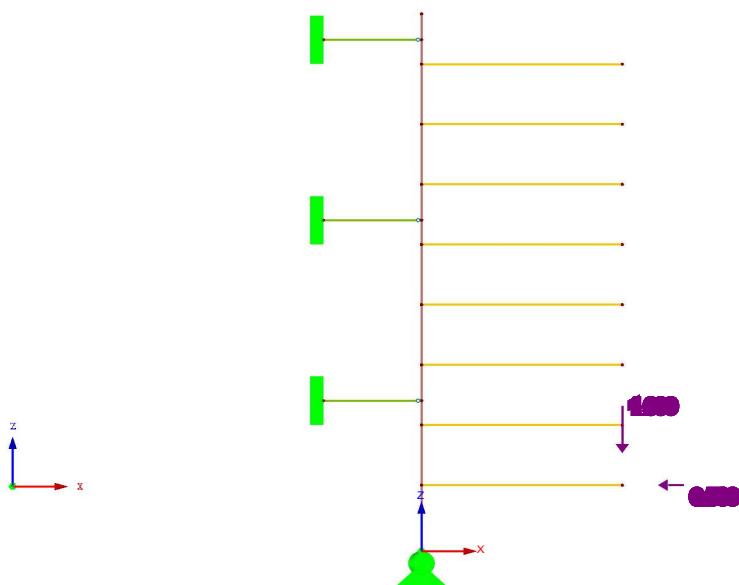
ZS10 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ - LÁVKA Č. 7
Zatížení [kN]

Ve směru Y



ZS11 - Montážní zatížení na lávce č. 8ZS11 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ - LÁVKA Č. 8
Zatížení [kN]

Ve směru Y

**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, uvažují se příznivé účinky stálých zatížení.

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

Součinitel stálého nepříznivého zatížení	$\gamma_{G,j,\text{sup}}$	1.35 -
Součinitel stálého příznivého zatížení	$\gamma_{G,j,\text{inf}}$	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 pro montážní zatížení	ψ_0	1.00 -

Výpis kombinací

KZ1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3
KZ2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS4
KZ3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS5
KZ4	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS6
KZ5	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS7
KZ6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS8
KZ7	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS9
KZ8	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS10
KZ9	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.5*ZS3 + 1.5*ZS11

2.3.2 KOMBINACE ZATÍŽENÍ PRO MSP

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

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

Výpis kombinací

KZ10 ZS1 + ZS2 + ZS3

2.4 OBÁLKY ZATÍŽENÍ

KV1	KZ1-KZ9	pro MSÚ
KV2	KZ10	pro MSP

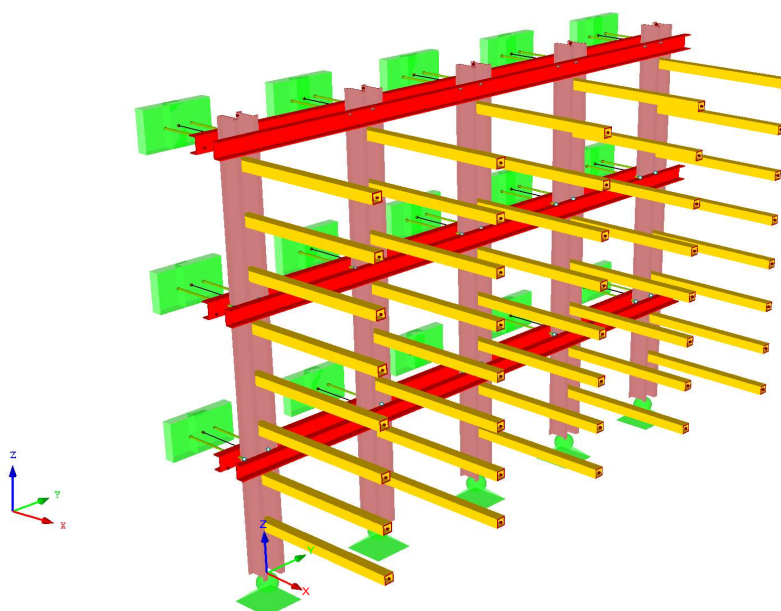
3 ANALÝZA KONSTRUKCE

Pro globální statickou analýzu byl vytvořen prostorový 3D prutový model v programu Dlubal RFEM (verze 5.26.01 x64). Analýza vnitřních sil a deformací byla nastavena jako geometricky lineární pružnostní (LA), materiálové modely GFRP a oceli byly lineárně pružné. Pro podrobnou analýzu styčníků byly vytvořeny samostatné deskostěnové modely.

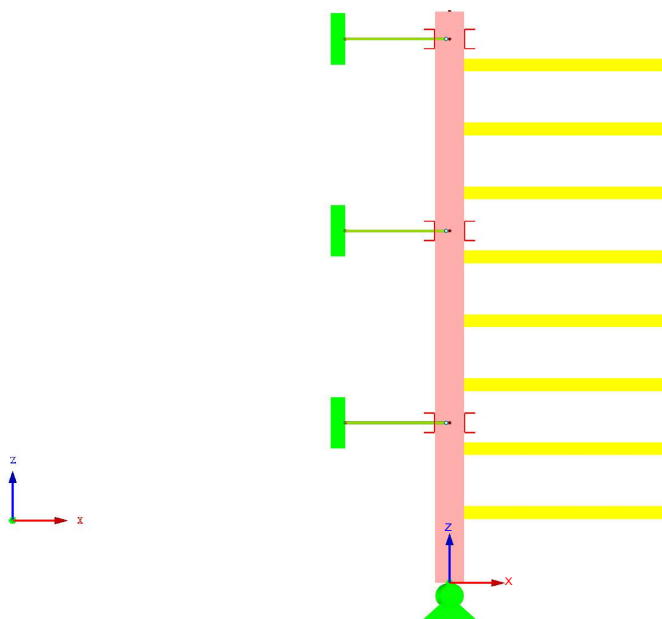
Údaje o modelu:

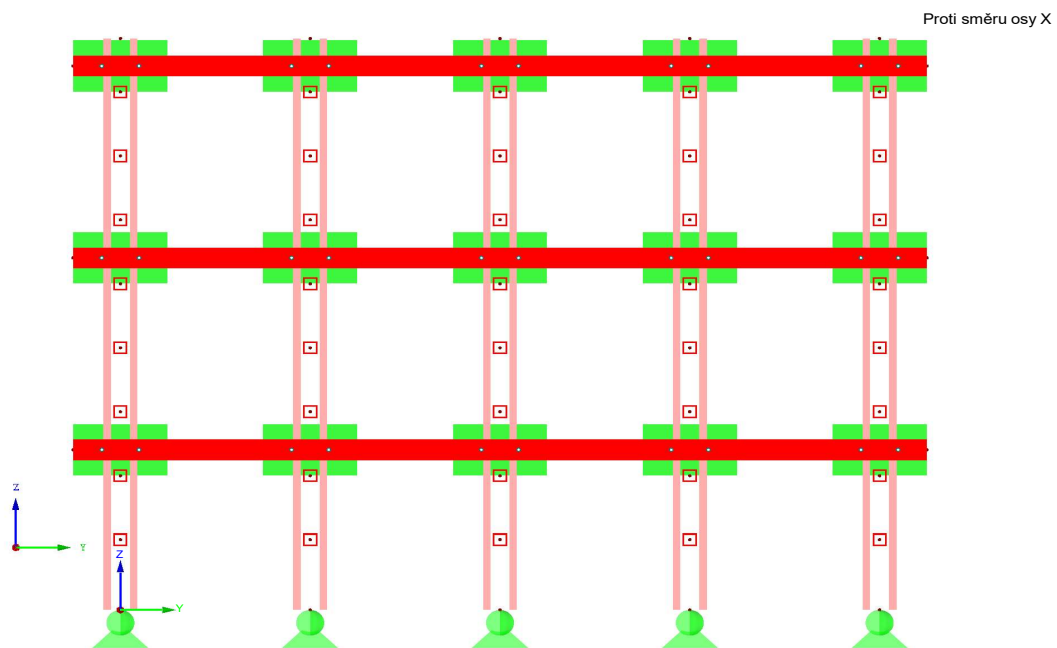
Počet uzlů:	186
Počet prutů:	78
Počet uzlových podpor:	35
Počet průřezů:	4
Počet deskostěn	0

Perspektiva



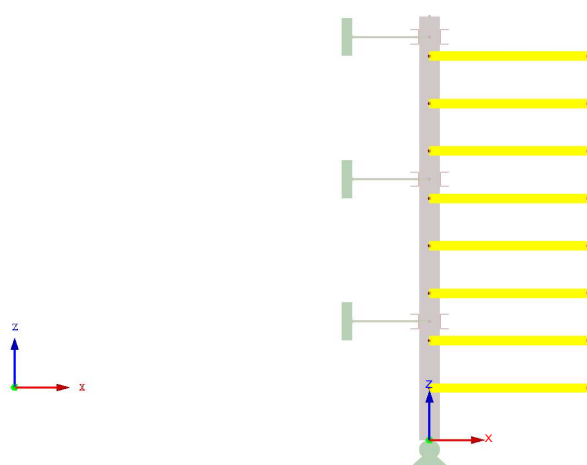
Ve směru Y





4 KONZOLKY LÁVEK

4.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

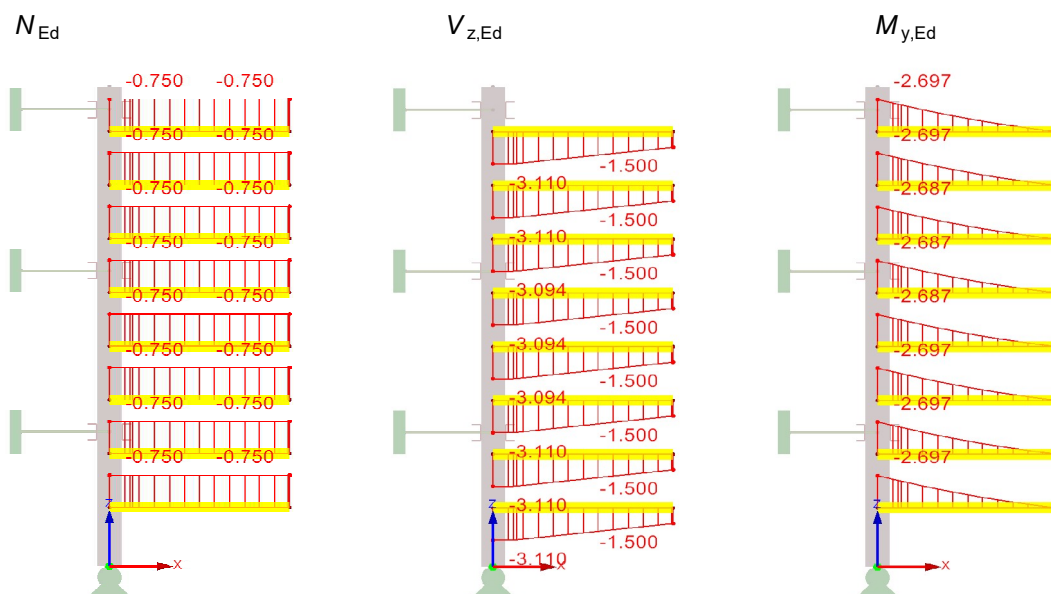


4.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

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 -	bez UV záření
Vliv teploty	A3	1.20 -	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91 -	

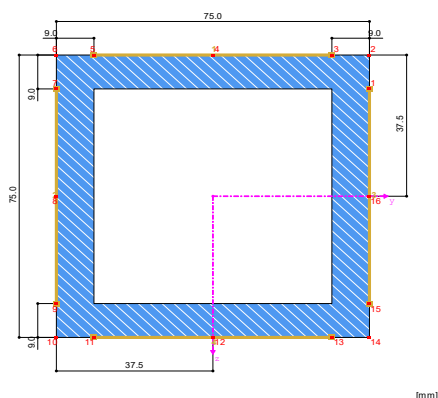
4.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	kombinace
MAX N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	KZ 9
MIN N	-0.75	0.00	-1.50	0.00	0.00	0.00	
MAX V_y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MIN V_y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAX V_z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	KZ 9
MIN V_z	-0.75	0.00	-3.11	0.00	-2.70	0.00	
MAX M_T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MIN M_T	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MAX M_y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	KZ 9
MIN M_y	-0.75	0.00	-3.11	0.00	-2.70	0.00	
MAX M_z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MIN M_z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



4.4 PRŮŘEZ

TO 75/75/9/9/9/9



4.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY

Výška průřezu	h	75 mm
Šířka průřezu	b	75 mm
Tloušťka pásnic	t_f	9 mm
Tloušťka stojiny	t_w	9 mm
Délka střednice pásnic	b_f	66 mm
Délka střednice stojiny	b_w	66 mm
Plocha pásnice	A_f	594 mm ²
Plocha stojiny	A_w	594 mm ²
Celková průřezová plocha	A	2376 mm ²
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	1757052 mm ⁴
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	1757052 mm ⁴
Průřezový modul k ose y	W_y	46855 mm ³
Průřezový modul k ose z	W_z	46855 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	25930 mm ³

4.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

4.5.1 PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-0.750 kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	0.316 MPa	
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	0.00 < 1,0	=> vyhovuje

4.5.2 SMYK

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	3.11 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	2.550 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	0.16 < 1,0	=> vyhovuje

4.5.3 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	2.697 kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	57.561 MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,y,d}$	208.986 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,y,d}/f_{m,y,d}$	0.28 < 1,0	=> vyhovuje

4.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

4.6.1 SVISLÝ PRŮHYB KONZOLKY

Vyložení konzolky

 L

1125 mm

Největší svislý průhyb

 u_z

5.50 mm

Limitní svislý průhyb

 $L / 100$ $u_{z,lim}$

11.25 mm

Jednotkový posudek

 $u_z / u_{z,lim}$

0.49 < 1,0

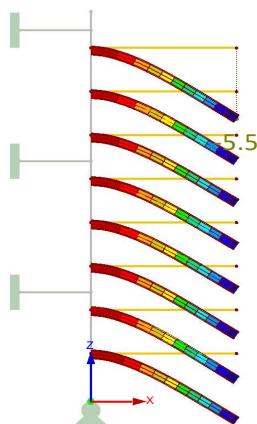
=> vyhovuje

KZ10 : MSP - charakteristická

Ve směru Y

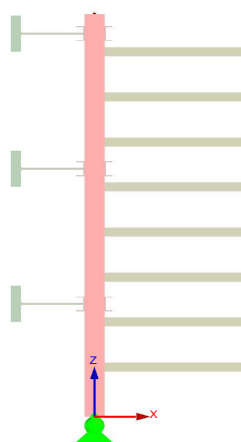


Součinitel pro deformace: 110.00
 Max u-Z: 0.0, Min u-Z: -5.5 mm



5 SLOUP

5.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI



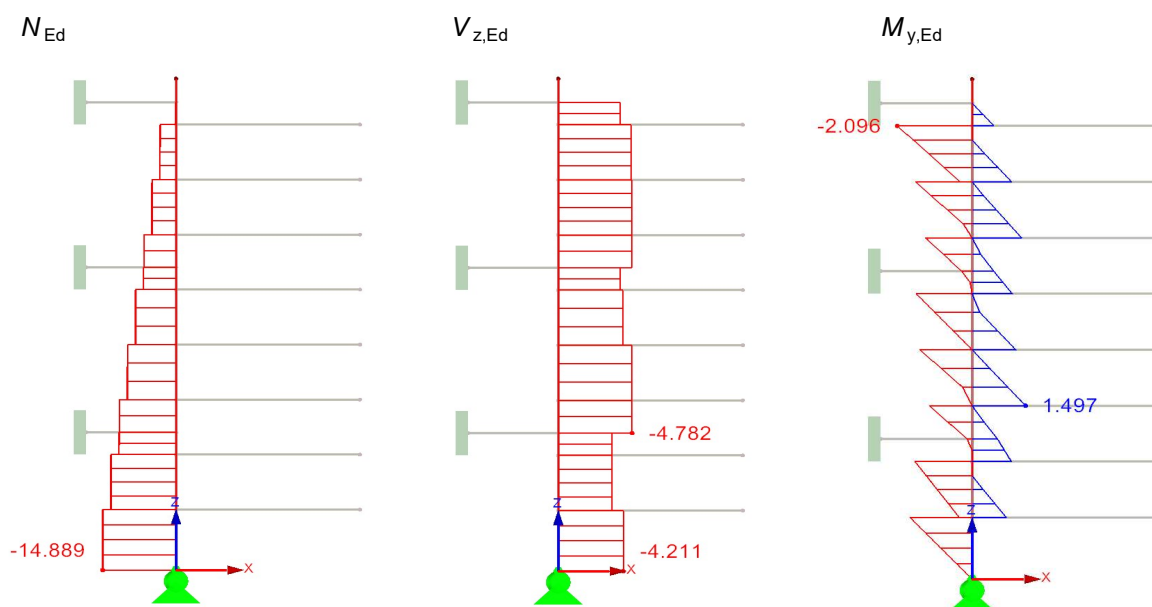
Ve směru Y

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 -	bez UV záření
Vliv teploty	A3	1.20 -	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91 -	

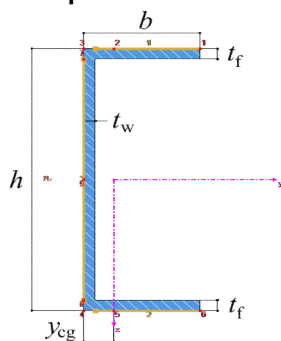
5.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	kombinace
MAX N	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MIN N	-14.89	0.00	-4.21	0.00	0.00	0.00	KZ 9
MAX V_y	-6.48	0.00	-4.70	0.00	0.47	0.00	KZ 2
MIN V_y	-6.48	0.00	-4.70	0.00	0.47	0.00	KZ 2
MAX V_z	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MIN V_z	-11.50	0.00	-4.78	0.00	0.39	0.00	KZ 6
MAX M_T	-6.48	0.00	-4.70	0.00	0.47	0.00	KZ 2
MIN M_T	-6.48	0.00	-4.70	0.00	0.47	0.00	KZ 2
MAX M_y	-8.37	0.00	-4.01	0.00	1.50	0.00	KZ 7
MIN M_y	-3.20	0.00	-4.70	0.00	-2.10	0.00	KZ 2
MAX M_z	-0.08	0.00	-3.95	0.00	0.00	0.00	KZ 2
MIN M_z	-0.08	0.00	-3.95	0.00	0.00	0.00	KZ 2

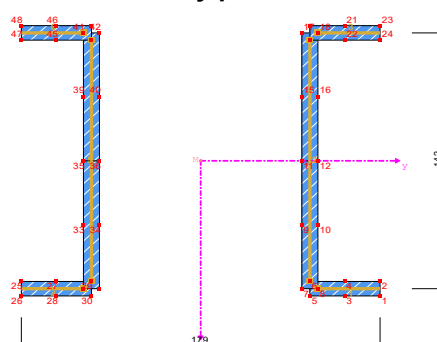


5.4 PRŮŘEZ

Dílčí průřez



Složený průřez



5.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY DÍLČÍHO PRŮŘEZU

Výška průřezu	h	152 mm
Šířka průřezu	b	40 mm
Tloušťka pásnic	t_f	10 mm
Tloušťka stojiny	t_w	10 mm
Výška stojiny	h_w	132 mm
Plocha pásnice	A_f	400 mm ²
Plocha stojiny	A_w	1320 mm ²
Celková průřezová plocha	A	2120 mm ²
Poloha těžiště	y_{cg}	10.7 mm
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	5.96E+06 mm ⁴
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	2.30E+05 mm ⁴
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	7.07E+04 mm ⁴
Výsečový moment setrvačnosti	I_w	7.96E+08 mm ⁶
Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	53.0 mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	10.4 mm
Průřezový modul k ose y	W_y	78370 mm ³
Průřezový modul k ose z	W_z	7830 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	50180 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	8608 mm ³
Výsečová souřadnice	w	1744 mm ²
Vzdálenost středu smyku od těžiště	y_{cs}	16.2 mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	56.4 mm

5.4.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY SLOŽENÉHO PRŮŘEZU

Šířka mezery mezi průřezy	t_p	99 mm
Průřezová plocha	A	4240 mm ²
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	1.19E+07 mm ⁴
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	1.58E+07 mm ⁴
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	1.41E+05 mm ⁴
Výsečový moment setrvačnosti	I_w	4.15E+10 mm ⁶
Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	53.0 mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	61.1 mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	80.9 mm
Průřezový modul k ose y	W_y	156740 mm ³
Průřezový modul k ose z	W_z	7982 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	100360 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	44700 mm ³
Výsečová souřadnice	w	9058 mm ²

5.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

5.5.1 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

5.5.2 PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-14.889 kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	3.512 MPa	
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	0.04 < 1,0	=> vyhovuje

5.5.3 SMYK

Smyk ve směru z

Návrhová posouvající síla	$V_{z,Ed}$	4.782 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	2.014 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	0.13 < 1,0	=> vyhovuje

5.5.4 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy y

Návrhový ohybový moment	$M_{y,Ed}$	2.096 kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,y,d}$	13.372 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

5.5.5 VZPĚŘ

Vybočení kolmo k ose y

Výpočet je proveden jako pro celistvý průřez

Vzpěrná délka	$L_{cr,y}$	1125 mm	
Kritická síla	$N_{cr,y}$	2322.347 kN	
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,y}$	0.573 -	
Součinitel imperfekce	α	0.490 -	
	ϕ_y	0.756 -	
Součinitel vzpěrnosti	χ_y	0.801 -	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	14.889 kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	319.442 kN	
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	0.05 < 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}	14.889 kN
Vzpěrná délka členěného prutu	$L_{cr,z}$	1125 mm
Vzdálenost těžišť pásů	h_0	120.32 mm
Vzdálenost spojek	a	375 mm
Moment setrvačnosti spojky	I_b	1.00E+00 mm ⁴
Amplituda počáteční imperfekce $L_{cr,z}/500$	e_0	2.25 mm
Moment setrvačnosti celistvého průřezu	I_z	1.58E+07 mm ⁴
Poloměr setrvačnosti celistvého průřezu	i_z	61.05 mm
Štíhlost celistvého průřezu	λ_z	18.43 -
Součinitel účinnosti	μ	1.00 -
Účinný moment setrvačnosti čl. prutu	$I_{z,eff}$	1.58E+07 mm ⁴
Kritická síla čl. prutu	$N_{cr,z}$	3081.304 kN
Smyková tuhost čl. prutu	S_v	0.007 kN
Maximální smyková tuhost čl. prutu	$S_{v,max}$	806.209 kN
Moment s účinky II. řádu	M_{Ed}	0.000 kNm
Návrhová osová síla v pásu	$N_{ch,Ed}$	7.444 kN
Kritická síla pásu	$N_{cr,ch,z}$	403.105 kN
Poměrná štíhlost pásu	$\lambda_{rel,ch,z}$	0.973 -
Součinitel imperfekce	α	0.490 -
	ϕ_z	1.163 -
Součinitel vzpěrnosti	$\chi_{ch,z}$	0.556 -
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{ch,b,Rd}$	110.808 kN
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	0.07 < 1,0

=> vyhovuje**Vybočení zkroucením kolem osy x**

Výpočet je proveden jako pro členěný prut s rámovými spojkami

Vzpěrná délka	$L_{cr,x}$	1125 mm
Kritická síla	$N_{cr,x}$	111.001 kN
Poměrná štíhlost	$\lambda_{rel,x}$	1.854 -
Součinitel imperfekce	α	0.490 -
	ϕ_x	2.624 -
Součinitel vzpěrnosti	χ_x	0.223 -
Návrhová osová síla	$N_{ch,Ed}$	7.444 kN
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{ch,b,Rd}$	44.492 kN
Jednotkový posudek	$N_{ch,Ed}/N_{ch,b,Rd}$	0.17 < 1,0

=> vyhovuje

5.5.6 KLOPENÍ

Délka prutu	L	1125 mm	
Součinitel vzpěrné délky	k_w	1.00 -	
Součinitel vzpěrné délky	k_z	1.00 -	
Souřadnice působíště zatížení k Cs	z_g	0.00 mm	
	z_j	0.00 mm	
Bezrozměrný parametr kroucení	κ_{wt}	4.524 -	
Bezrozměrný parametr působíště 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}	4.633 -	
Pružný kritický moment	M_{cr}	161.788 kNm	
Poměrná štíhlost při klopení	λ_{LT}	0.623 -	
Součinitel imperfekce	α_{LT}	0.490 -	
	ϕ_{LT}	0.773 -	
Součinitel vzpěrnosti	χ_{LT}	0.813 -	
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	2.096 kNm	
Návrhová únosnost v klopení	$M_{b,Rd}$	26.617 kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{b,Rd}$	0.08 < 1,0	=> vyhovuje

5.5.7 INTERAKCE VZPĚRU A KLOPENÍ

Jednotkový posudek na vzpěr (nejhorší případ)	η_{FB}	0.17 -	
Jednotkový posudek na klopení	η_{LT}	0.08 -	
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_{FB} + \eta_{LT}$	0.25 < 1,0	=> vyhovuje

5.6 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI

5.6.1 DEFORMACE SLOUPU

Délka sloupu

 L

3350 mm

Největší deformace

 u_{sum}

0.20 mm

Limitní svislý průhyb

 $L / 200$ $u_{\text{sum,lim}}$

16.75 mm

Jednotkový posudek

 $u_{\text{sum}}/u_{\text{sum,lim}}$

0.01 < 1,0

=> vyhovuje

KZ10 : MSP - charakteristická

Ve směru Y

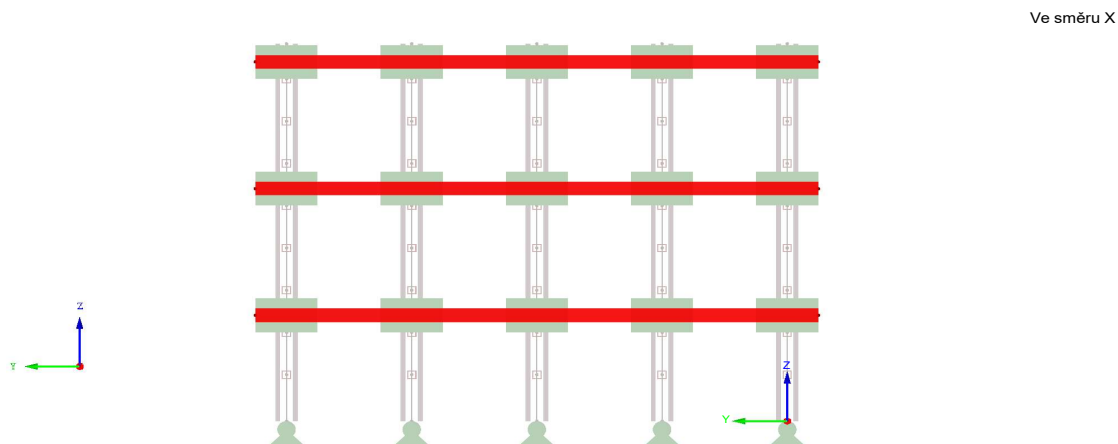


Součinitel pro deformace: 110.00
Max u: 0.2, Min u: 0.0 mm



6 PŘEVÁZKA

6.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

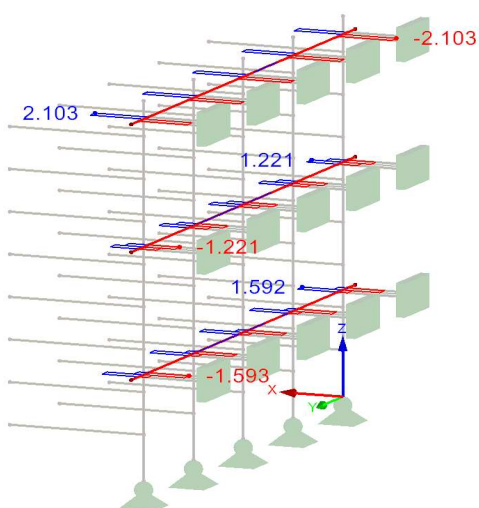
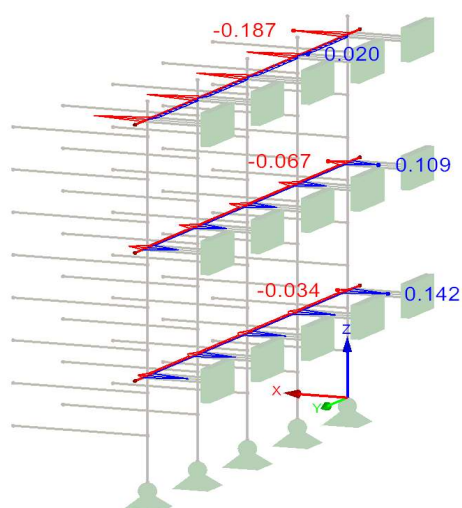


6.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

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 -	bez UV záření
Vliv teploty	A3	1.20 -	40°C
Celkový součinitel spolehlivosti materiálu	A	1.91 -	

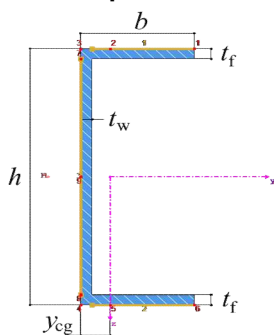
6.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	kombinace
MAX N	0.00	0.19	0.04	0.00	0.00	0.02	KZ 2
MIN N	0.00	-2.07	0.04	0.00	0.00	-0.18	KZ 2
MAX V_y	0.00	2.10	-0.03	0.00	0.00	0.02	KZ 3
MIN V_y	0.00	-2.10	0.04	0.00	0.00	-0.19	KZ 3
MAX V_z	0.00	0.43	0.05	0.00	-0.01	0.04	KZ 1
MIN V_z	0.00	-0.43	-0.05	0.00	-0.01	0.04	KZ 1
MAX M_T	0.00	-1.98	0.05	0.00	-0.01	-0.18	KZ 2
MIN M_T	0.00	-2.07	0.04	0.00	0.00	-0.18	KZ 2
MAX M_y	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	KZ 1
MIN M_y	0.00	-0.43	-0.05	0.00	-0.01	0.04	KZ 1
MAX M_z	0.00	-1.45	-0.03	0.00	0.00	0.14	KZ 6
MIN M_z	0.00	1.91	-0.02	0.00	0.00	-0.19	KZ 3

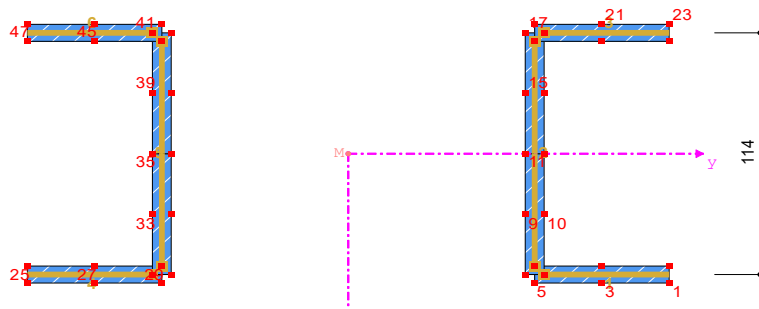
 $V_{y,Ed}$  $M_{z,Ed}$ 

6.4 PRŮŘEZ

Dílcí průřez



Složený průřez



6.4.1 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY DÍLČÍHO PRŮŘEZU

Výška průřezu	h	120 mm
Šířka průřezu	b	60 mm
Tloušťka pásnic	t_f	5 mm
Tloušťka stojiny	t_w	5 mm
Výška stojiny	h_w	110 mm
Plocha pásnice	A_f	300 mm ²
Plocha stojiny	A_w	550 mm ²
Celková průřezová plocha	A	1150 mm ²
Poloha těžiště	y_{cg}	16.8 mm
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	2.54E+06 mm ⁴
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	3.98E+05 mm ⁴
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	9.58E+03 mm ⁴
Výsečový moment setrvačnosti	I_w	9.17E+08 mm ⁶
Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	47.0 mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	18.6 mm
Průřezový modul k ose y	W_y	42326 mm ³
Průřezový modul k ose z	W_z	9227 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	24813 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	9311 mm ³
Výsečová souřadnice	w	2066 mm ²
Vzdálenost středu smyku od těžiště	y_{cs}	35.9 mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	62.0 mm

6.4.2 PRŮŘEZOVÉ CHARAKTERISTIKY SLOŽENÉHO PRŮŘEZU

Šířka mezery mezi průřezy	t_p	152 mm
Průřezová plocha	A	2300 mm ²
Moment setrvačnosti k ose y	I_y	5.08E+06 mm ⁴
Moment setrvačnosti k ose z	I_z	2.06E+07 mm ⁴
Moment tuhosti v prostém kroucení	I_t	1.92E+04 mm ⁴
Výsečový moment setrvačnosti	I_w	3.17E+10 mm ⁶
Poloměr setrvačnosti k ose y	i_y	47.0 mm
Poloměr setrvačnosti k ose z	i_z	94.7 mm
Polární poloměr setrvačnosti	i_0	105.7 mm
Průřezový modul k ose y	W_y	84653 mm ³
Průřezový modul k ose z	W_z	4523 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_y	49625 mm ³
Statický moment plochy pro smykové napětí	S_z	59675 mm ³
Výsečová souřadnice	w	8322 mm ²

6.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

6.5.1 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

6.5.2 PROSTÝ TLAK ROVNOBĚŽNĚ S VLÁKNY

Návrhová tlaková osová síla	N_{Ed}	-0.001 kN	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{c,0,d}$	0.000 MPa	
Návrhová pevnost v tlaku rovnoběžně s vlákny	$f_{c,0,d}$	94.044 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{c,0,d}/f_{c,0,d}$	0.00 < 1,0	=> vyhovuje

6.5.3 SMYK

Smyk ve směru y

Návrhová posouvající síla	$V_{y,Ed}$	2.103 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.608 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	15.674 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	0.04 < 1,0	=> vyhovuje

6.5.4 PROSTÝ OHYB

Ohyb kolem osy z

Návrhový ohybový moment	$M_{z,Ed}$	0.187 kNm	
Návrhové normálové napětí	$\sigma_{m,z,d}$	41.346 MPa	
Návrhová pevnost v ohybu	$f_{m,z,d}$	208.986 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{m,z,d}/f_{m,z,d}$	0.20 < 1,0	=> vyhovuje

6.5.6 KLOPENÍ

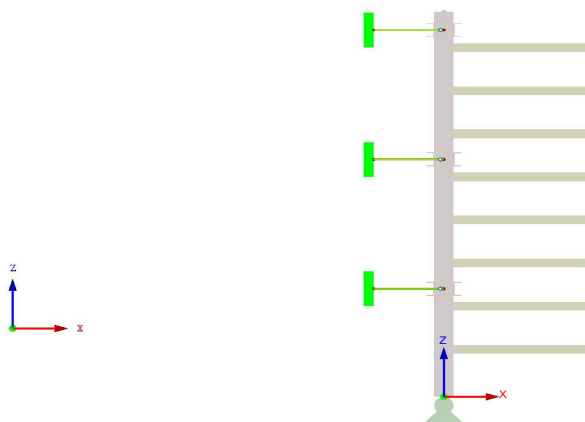
Délka prutu	L	1000 mm
Součinitel vzpěrné délky	k_w	1.00 -
Součinitel vzpěrné délky	k_z	1.00 -
Souřadnice působíště zatížení k Cs	z_g	0.00 mm
	z_j	0.00 mm
Bezrozměrný parametr kroucení	K_{wt}	12.080 -
Bezrozměrný parametr působíště zatížení	ζ_g	0.000 -
Bezrozměrný parametr nesymetrie průřezu	ζ_j	0.000 -
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}	12.121 -
Pružný kritický moment	M_{cr}	200.314 kNm

Poměrná štíhlost při klopení	λ_{LT}	0.411 -	
Součinitel imperfekce	α_{LT}	0.490 -	
	ϕ_{LT}	0.612 -	
Součinitel vzpěrnosti	χ_{LT}	0.939 -	
Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	0.187 kNm	
Návrhová únosnost v klopení	$M_{b,Rd}$	16.616 kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{b,Rd}$	0.01 < 1,0	=> <i>vyhovuje</i>

7 KOTVA DO OSTĚNÍ

7.1 POLOHA PRUTŮ V KONSTRUKCI

Ve směru Y

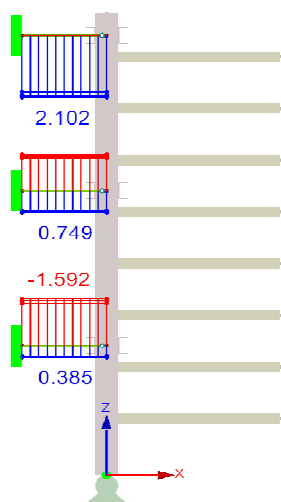
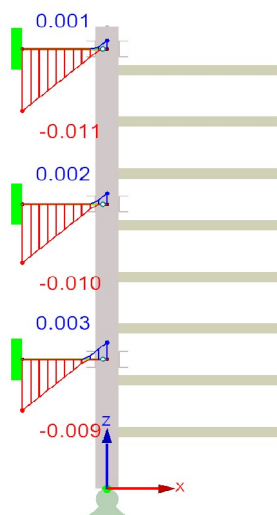
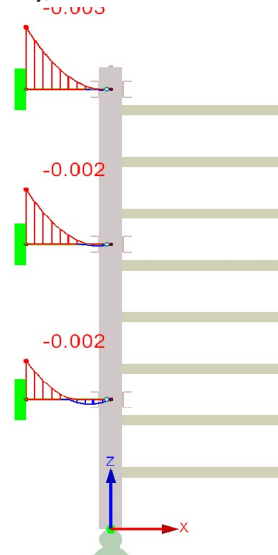


7.2 MATERIÁLOVÉ CHARAKTERISTIKY

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 -

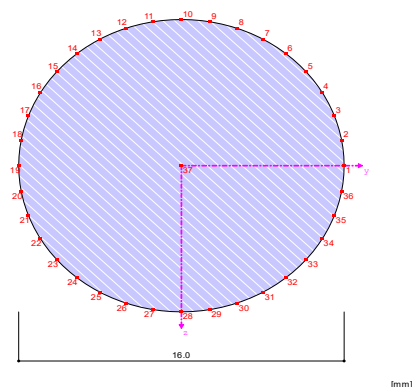
7.3 VNITŘNÍ SÍLY

	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z	kombinace
MAX N	2.102	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	KZ 3
MIN N	-1.592	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	KZ 6
MAX V_y	1.313	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	KZ 1
MIN V_y	1.313	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	KZ 1
MAX V_z	-0.407	0.000	0.003	0.000	0.000	0.000	KZ 1
MIN V_z	1.979	0.000	-0.011	0.000	-0.003	0.000	KZ 2
MAX M_T	1.444	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	KZ 1
MIN M_T	1.444	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	KZ 1
MAX M_y	-0.407	0.000	-0.001	0.000	0.000	0.000	KZ 1
MIN M_y	1.979	0.000	-0.011	0.000	-0.003	0.000	KZ 2
MAX M_z	1.444	0.000	-0.010	0.000	-0.002	0.000	KZ 1
MIN M_z	1.313	0.000	-0.010	0.000	-0.002	0.000	KZ 1

 N_{Ed}  $V_{z,Ed}$  $M_{y,Ed}$ 

7.4 PRŮŘEZ

Typ 16



[mm]

7.4.1 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

7.5 POSOUZENÍ NA MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

7.5.1 TAH

Návrhová tahová osová síla	N_{Ed}	2.10 kN	
Návrhová únosnost v tahu	$N_{t,Rd}$	101.34 kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{t,Rd}$	0.02 < 1,0	=> vyhovuje

7.5.2 SMYK

Návrhová posouvající síla	V_{Ed}	0.01 kN	
Návrhové smykové napětí	τ_d	0.073 MPa	
Návrhová pevnost ve smyku	$f_{v,d}$	236 MPa	
Jednotkový posudek	$\tau_d/f_{v,d}$	0.00 < 1,0	=> vyhovuje

7.5.3 PROSTÝ OHYB

Návrhový ohybový moment	M_{Ed}	0.003 kNm	
Návrhová ohybová únosnost	$M_{c,Rd}$	0.165 kNm	
Jednotkový posudek	$M_{Ed}/M_{c,Rd}$	0.02 < 1,0	=> vyhovuje

7.5.4 VZPĚŘ

Vzpěrná délka	L_{cr}	600 mm	
Kritická síla	N_{cr}	17.639 kN	
Poměrná štíhlost	λ_{rel}	2.265 -	
Součinitel imperfekce	α	0.490 -	
	ϕ	3.571 -	
Součinitel vzpěrnosti	χ	0.158 -	
Návrhová osová síla	N_{Ed}	1.592 kN	
Návrhová vzpěrná únosnost	$N_{b,Rd}$	12.992 kN	
Jednotkový posudek	$N_{Ed}/N_{b,Rd}$	0.12 < 1,0	=> vyhovuje

7.5.5 INTERAKCE VZPĚŘU A OHYBU

Jednotkový posudek na vzpěr	η_{FB}	0.12 -	
Jednotkový posudek na ohyb	η_M	0.02 -	
Jednotkový posudek na interakci	$\eta_{FB} + \eta_M$	0.14 < 1,0	=> vyhovuje

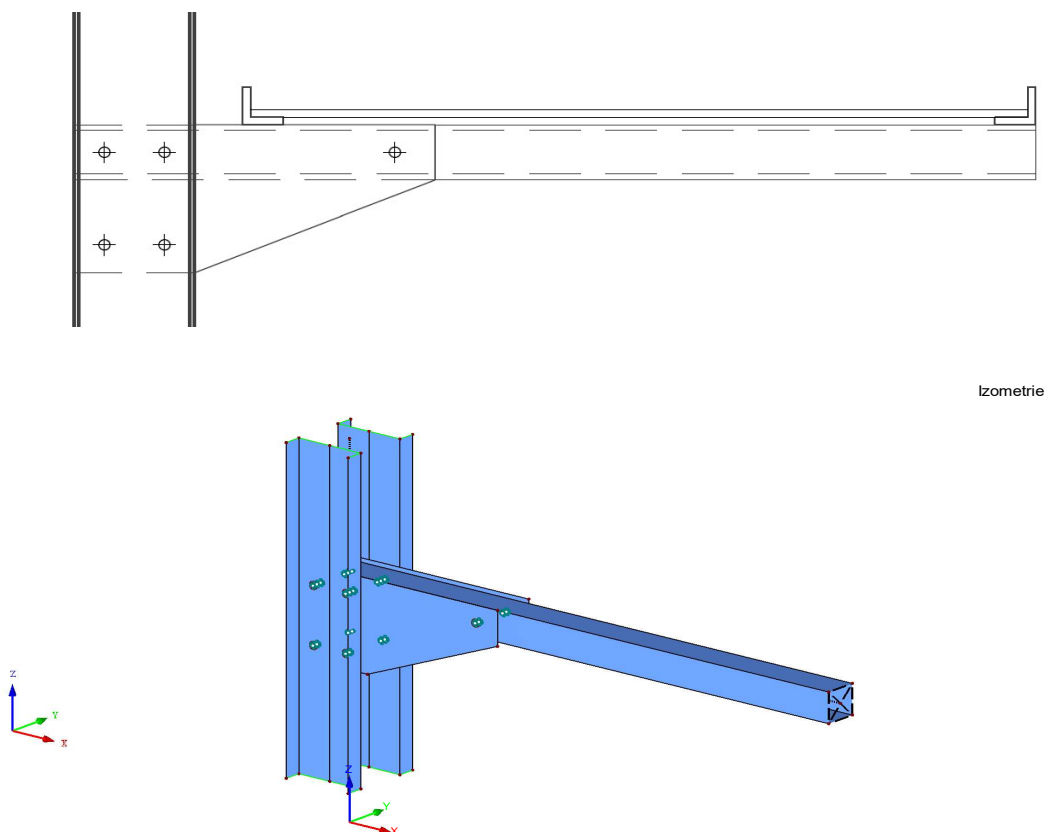
8 DETAILS

8.1 PŘÍPOJ KONZOLKY REGISTRU

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.

8.1.1 GEOMETRIE SPOJE



8.1.2 ZATÍŽENÍ

ZS1 - Vlastní tíha

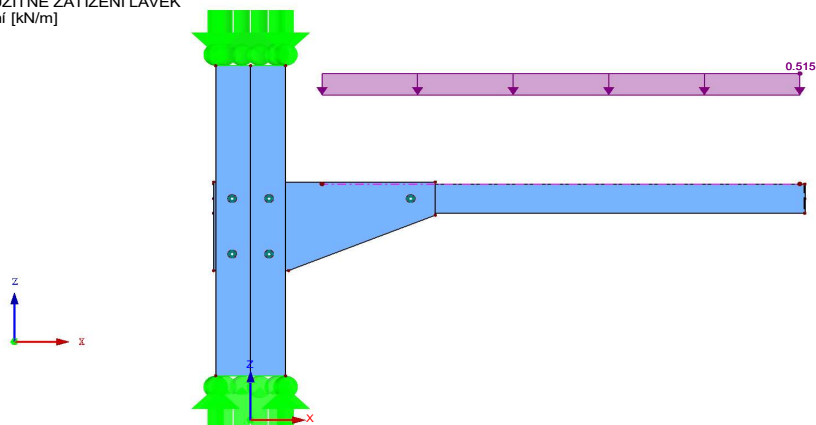
Zatížení se generuje ze zadaných tloušťek ploch

ZS2 - Užité zatížení lávek

Celkové zatížení na lávku	F_k	1.00 kN
Délka, na které zatížení působí	L	0.97 m
Přepočtené spojitě zatížení	f_k	1.031 kN/m
Zatížení na jednu stojinu konzolky		0.515 kN/m

ZS2 : UŽITNÉ ZATÍŽENÍ LÁVEK
Zatížení [kN/m]

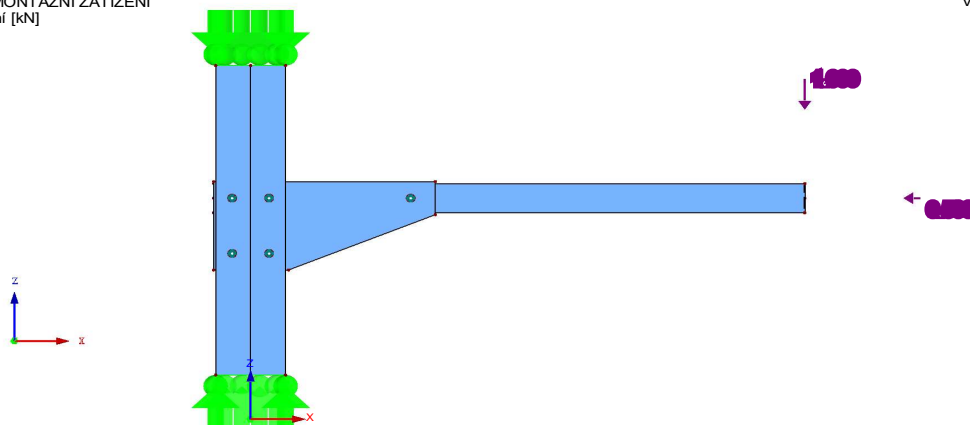
Ve směru Y

**ZS3 - Montážní zatížení**

Svislá složka zatížení	F_z	1.00 kN
Vodorovná složka zatížení	F_y	0.50 kN

ZS3 : MONTÁŽNÍ ZATÍŽENÍ
Zatížení [kN]

Ve směru Y

**Kombinace zatížení**

KZ1: 1,35×ZS1 + 1,5×ZS2 + 1,2×ZS3

pro MSÚ

KZ2: ZS2

pro MSP

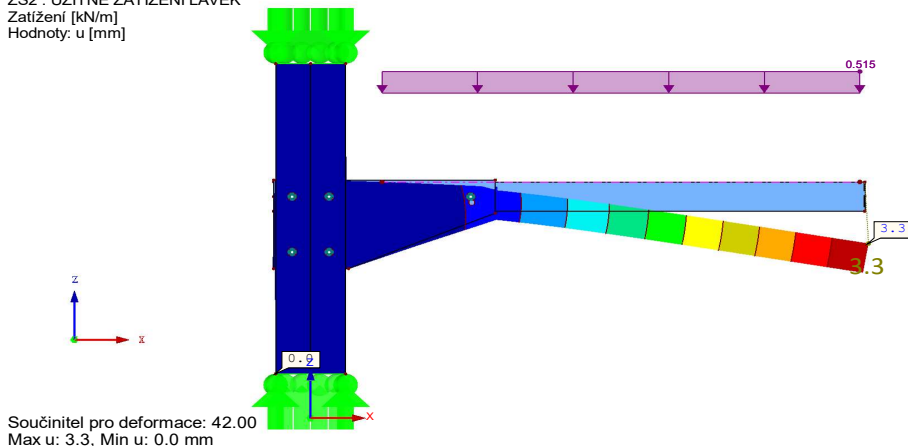
8.1.3 VÝSLEDKY ANALÝZY

Deformace

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

ZS2 : UŽITÉ ZATÍŽENÍ LÁVEK
Zatížení [kN/m]
Hodnoty: u [mm]

Ve směru Y



Přechývací část konzoly

L 1050.00 mm

Největší svislý průhyb

u_z 3.30 mm

Limitní svislý průhyb

$L / 100$ $u_{z,lim}$ 10.50 mm

Jednotkový posudek

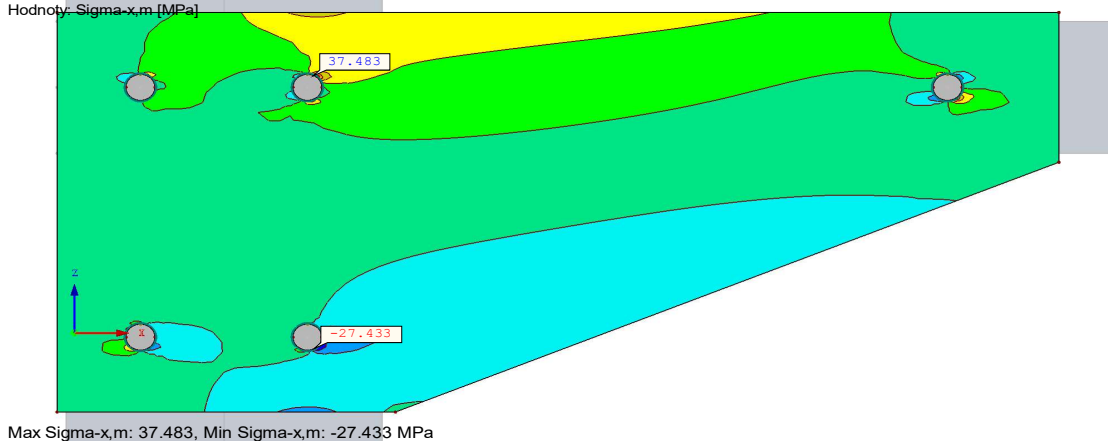
$u_z / u_{z,lim}$ 0.31 < 1,0

=> vyhovuje

Napětí ve styčnickové desce

KZ2 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + 1.2*ZS3
Hodnoty: Sigma-x,m [MPa]

Ve směru Y



Napětí v tahu rovnoběžně s vlákny

$\sigma_{x,+}$ 37.48 MPa

Napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny

$\sigma_{x,-}$ 27.43 MPa

Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny

$f_{t,0,k}$ 350.00 MPa

Pevnost v otlacení 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 otlacení kolmo k vláknům

$f_{b,90,d}$ 91.43 MPa

Jednotkový posudek

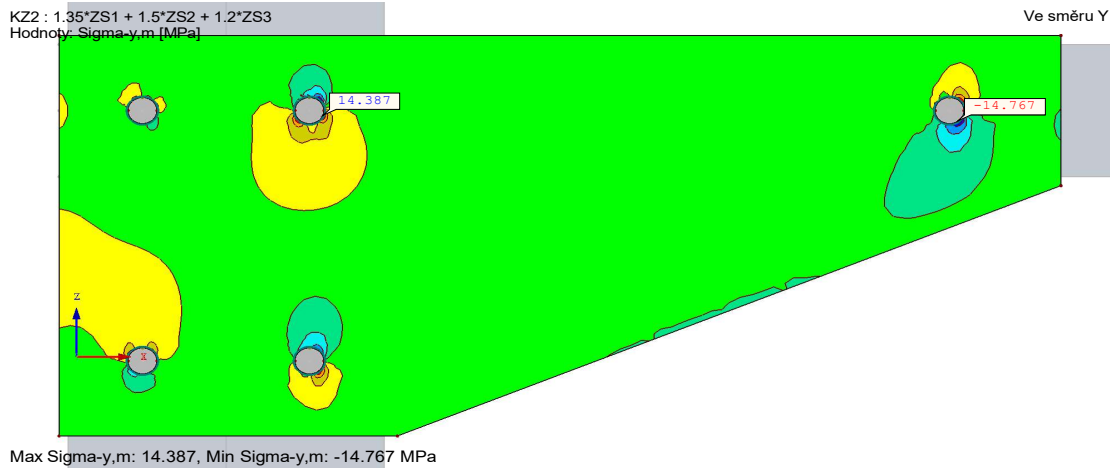
$\sigma_{x,+} / f_{t,0,d}$ 0.20 < 1,0

=> vyhovuje

Jednotkový posudek

$\sigma_{x,-} / f_{b,0,d}$ 0.30 < 1,0

=> vyhovuje



Napětí v tahu kolmo k vláknům

 $\sigma_{y,+}$ 14.39 MPa

Napětí v tlaku kolmo k vláknům

 $\sigma_{y,-}$ 14.77 MPa

Pevnost v tahu kolmo k vláknům

 $f_{t,90,k}$ 50.00 MPa

Pevnost v otláčení 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 otláčení kolmo k vláknům

 $f_{b,90,d}$ 62.70 MPa

Jednotkový posudek

 $\sigma_{y,+} / f_{t,90,d}$ 0.55 < 1,0

=> vyhovuje

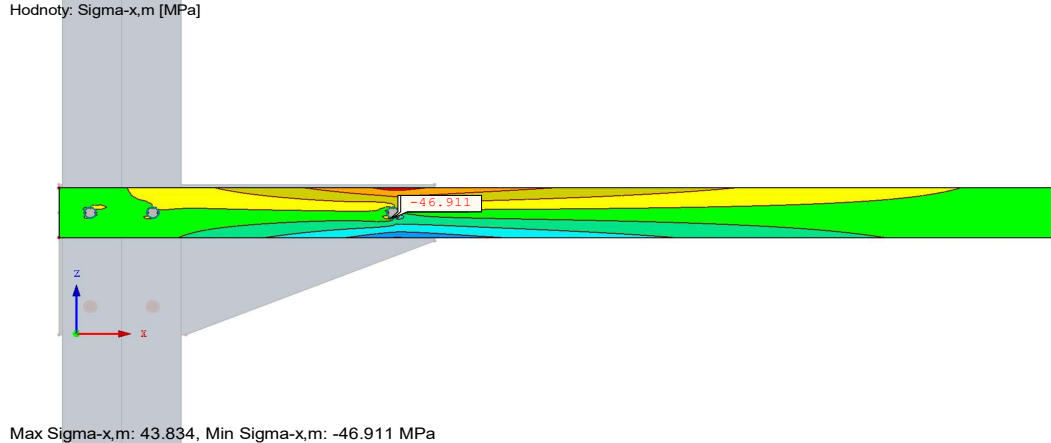
Jednotkový posudek

 $\sigma_{y,-} / f_{b,90,d}$ 0.24 < 1,0

=> vyhovuje

Napětí ve stojině konzolkyKZ2 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + 1.2*ZS3
Hodnoty: Sigma-x,m [MPa]

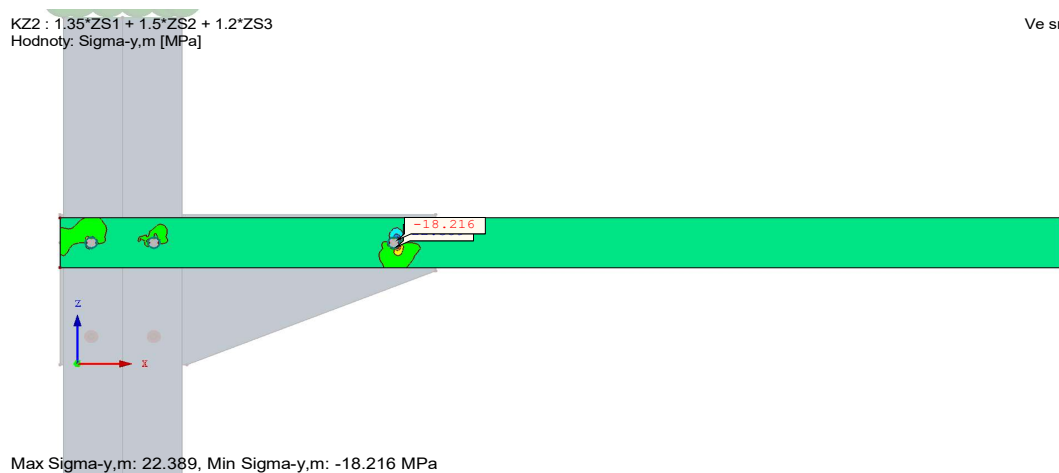
Ve směru Y



Napětí v tahu rovnoběžně s vlákny	$\sigma_{x,+}$	43.83 MPa	
Napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny	$\sigma_{x,-}$	46.91 MPa	
Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny	$f_{t,0,k}$	350.00 MPa	
Pevnost v otláčení 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 otláčení kolmo k vláknům	$f_{b,90,d}$	91.43 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{x,+} / f_{t,0,d}$	0.24 < 1,0	=> vyhovuje
Jednotkový posudek	$\sigma_{x,-} / f_{b,0,d}$	0.51 < 1,0	=> vyhovuje

KZ2 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + 1.2*ZS3
Hodnoty: Sigma-y,m [MPa]

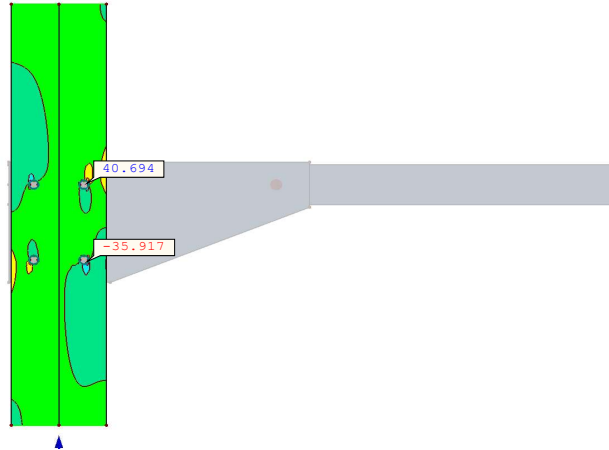
Ve směru Y



Napětí v tahu kolmo k vláknům	$\sigma_{y,+}$	22.39 MPa	
Napětí v tlaku kolmo k vláknům	$\sigma_{y,-}$	18.22 MPa	
Pevnost v tahu kolmo k vláknům	$f_{t,90,k}$	50.00 MPa	
Pevnost v otláčení 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 otláčení kolmo k vláknům	$f_{b,90,d}$	62.70 MPa	
Jednotkový posudek	$\sigma_{y,+} / f_{t,90,d}$	0.86 < 1,0	=> vyhovuje
Jednotkový posudek	$\sigma_{y,-} / f_{b,90,d}$	0.29 < 1,0	=> vyhovuje

Napětí ve stojině sloupu

KZ2 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + 1.2*ZS3
 Hodnoty: Sigma-x,m [MPa]



Ve směru Y

Max Sigma-x,m: 40.694, Min Sigma-x,m: -35.917 MPa

Napětí v tahu rovnoběžně s vlákny

$\sigma_{x,+}$ 40.69 MPa

Napětí v tlaku rovnoběžně s vlákny

$\sigma_{x,-}$ 35.92 MPa

Pevnost v tahu rovnoběžně s vlákny

$f_{t,0,k}$ 350.00 MPa

Pevnost v otlacení 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 otlacení kolmo k vláknům

$f_{b,90,d}$ 91.43 MPa

Jednotkový posudek

$\sigma_{x,+} / f_{t,0,d}$ 0.22 < 1,0

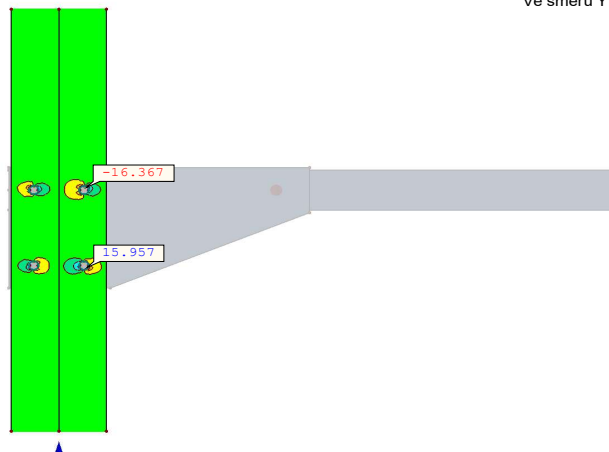
=> vyhovuje

Jednotkový posudek

$\sigma_{x,-} / f_{b,0,d}$ 0.39 < 1,0

=> vyhovuje

KZ2 : 1.35*ZS1 + 1.5*ZS2 + 1.2*ZS3
 Hodnoty: Sigma-y,m [MPa]



Ve směru Y

Max Sigma-y,m: 15.957, Min Sigma-y,m: -16.367 MPa

Napětí v tahu kolmo k vláknům

$\sigma_{y,+}$ 15.96 MPa

Napětí v tlaku kolmo k vláknům

$\sigma_{y,-}$ 16.37 MPa

Pevnost v tahu kolmo k vláknům

$f_{t,90,k}$ 50.00 MPa

Pevnost v otlacení 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 otlacení kolmo k vláknům

$f_{b,90,d}$ 62.70 MPa

Jednotkový posudek

$\sigma_{y,+} / f_{t,90,d}$ 0.61 < 1,0

=> vyhovuje

Jednotkový posudek

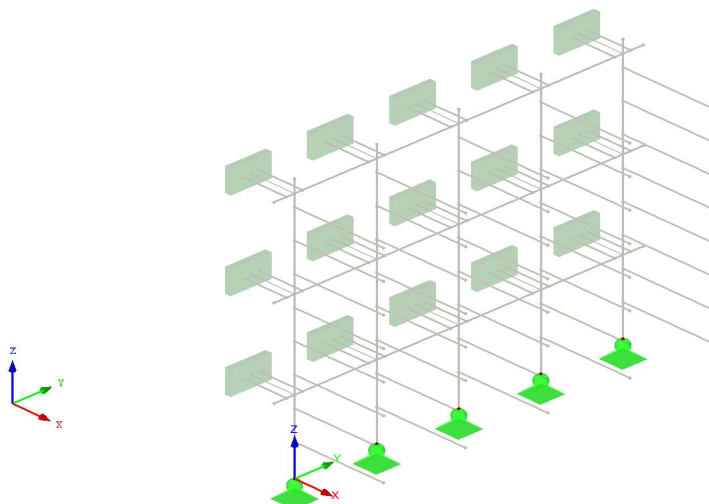
$\sigma_{y,-} / f_{b,90,d}$ 0.26 < 1,0

=> vyhovuje

8.2 KOTVENÍ SLOUPU DO PODLAHY

8.2.1 UMÍSTĚNÍ KOTVENÍ V KONSTRUKCI

Izometrie



8.2.2 REAKCE

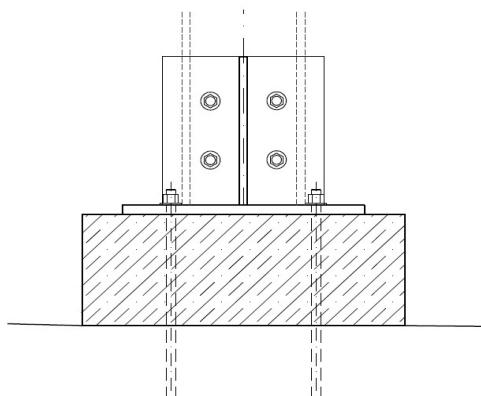
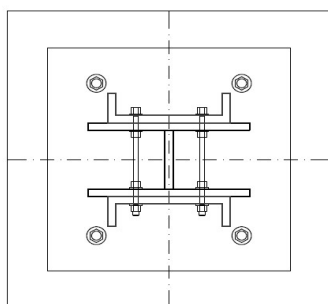
	R_x	R_y	R_z	M_x	M_y	M_z	kombinace
MAX R_x	4.21	-	-	0.00	0.00	0.00	KZ9
MIN R_x	0.00	-	-	0.00	0.00	0.00	-
MAX R_y	-	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
MIN R_y	-	0.00	-	0.00	0.00	0.00	-
MAX R_z	-	-	14.89	0.00	0.00	0.00	KZ9
MIN R_z	-	-	0.00	0.00	0.00	0.00	-

R_x vodorovná reakce - ve směru konzolek

R_y vodorovná reakce - ve směru chodby

R_z svislá reakce

8.2.3 GEOMETRIE KOTEVNÍHO PRVKU



8.2.4 KOTEVNÍ ŠROUBY

Vodorovná reakce - kolmo na směr chodby	R_x	4.21 kN
Vodorovná reakce - ve směru chodby	R_y	0.00 kN
Svislá tahová reakce	R_z	0.00 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	12.00 mm
Pevnostní třída kotevního šroubu		A4-70
Efektivní kotevní hloubka (min)	h_{ef}	150 mm

Návrhové únosnosti pro beton s trhlinami

Návrhová únosnost v tahu (1 kotva)	$N_{Rd,1}$	22.10 kN	
Návrhová únosnost ve smyku (1 kotva)	$V_{Rd,1}$	23.66 kN	
Návrhová únosnost kotvení v tahu	N_{Rd}	88.40 kN	
Návrhová tahová síla na kotvení	R_z	0.00 kN	
Jednotkový posudek na tah	R_z / N_{Rd}	0.00 < 1,0	=> vyhovuje
Návrhová únosnost kotvení ve smyku	V_{Rd}	94.64 kN	
Celková návrhová smyková síla na kotvení	$R_{HOR,d}$	4.21 kN	
Jednotkový posudek na smyk	R_x / V_{Rd}	0.04 < 1,0	=> vyhovuje

8.2.5 PATNÍ PLECH A BETON

Svislá tlaková reakce	R_z	14.89 kN
-----------------------	-------	----------

Návrh

Pevnostní třída oceli		1.4404
Mez kluzu	f_y	200 MPa
Součinitel spolehlivosti	γ_{M0}	1.10 -
Tloušťka patního plechu	t	12 mm
Šířka patního plechu	b_1	300 mm
Délka patního plechu	d_1	300 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	400 mm
Délka betonové patky	d	400 mm
Tloušťka podlití	t_{grout}	0 mm
Délka styčnickového plechu	b_{st}	200 mm
Tloušťka styčnickového plechu	t_{st}	10 mm

Posouzení

Součinitel vlivu podlití	β_j	0.67 -	
Rozměr podstavy komolého jehlanu	b_2	400 mm	
Rozměr podstavy komolého jehlanu	d_2	400 mm	
Součinitel koncentrace napětí	k_j	1.33 -	
Návrhová pevnost betonu v soustředěném tlaku	f_{jd}	14.89 MPa	
Účinná délka konzoly	c	24.21 mm	
Účinná plocha patního plechu	A_{eff}	29026 mm ²	
Návrhová únosnost	N_{Rd}	432.17 kN	
Jednotkový posudek	R_z / N_{Rd}	0.03 < 1,0	=> vyhovuje

9 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 navrhování a této soustavě evropských norem konstrukce vyhovuje.

Vypracovali:

Ing. Ondřej Pešek, Ph.D.

Ing. Milan Šmak