

VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv

SOUŘADNICOVÝ SYSTÉM S-JTSK

	Vedoucí projektu	Zodpovědný projektant	Investor	SŽ s.o., SS ZÁPAD
	ING. L. MAREK <i>[Signature]</i>	ING. I. HEINZ <i>[Signature]</i>	Místo stavby	HOLEŠOVICE
	Vypracoval	Kontroloval	Formát	A4
	ING. P. SIMON	ING. L. MAREK <i>[Signature]</i>	Datum	03/2020
			Účel	DUSP+PDPS
TOP CON SERVIS s.r.o., Ke Stírce 1824/56, 182 00 Praha 8, tel/fax: 284 021 740, email: topcon@topcon.cz			Měřítko	–
VÝSTAVBA PROVIZORNÍ LÁVKY V žst. PRAHA – BUBNY SO 201 – PROVIZORNÍ LÁVKA			Č. zakázky	86–19
			Číslo kopie	Číslo přílohy D.3.8
STATICKÝ VÝPOČET				

MODULÁRNÍ LÁVKA ML36 – rozpětí 21+30+21+3 m

STATICKÝ PŘEPOČET

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

STAVBA: PROVIZORNÍ LÁVKA PŘES NÁDRAŽÍ BUBNY

ROZPĚTÍ : 21,30,21+3m spojitý nosník s převislým koncem

Přepočet je vypracován na základě požadavku projektanta, Ing. Marka TOPCON SERVIS s.r.o a zabývá se montáží lávky na podpěry. Posouzeny jsou dále dvě možnosti uchycení lávky pro osazení ,na předmontáží sestavené celé lávky včetně protidotykové ochrany, jedním jeřábem.

Lávka byla také posouzena na provozní stav spojitého nosníku. Jelikož je nástup na lávku umožněn pouze mimoúrovňově, po schodištích, lze bez dokladu prohlásit, že lávka bezpečně přenese spojitě zatížení o charakteristické hodnotě 2,5kNm-2 v nejnepříznivějších kombinacích a lze na ni provozovat pěší dopravu bez omezení.

Ing. Pavel Simon Ph.D. s

Hlavní autor lávky ML36



MODULÁRNÍ LÁVKA ML36 – rozpětí 21+30+21+3 m

STATICKÝ PŘEPOČET

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

STAVBA: PROVIZORNÍ LÁVKA PŘES NÁDRAŽÍ BUBNY

ROZPĚTÍ : 21,30,21+3m spojitý nosník s převislým koncem

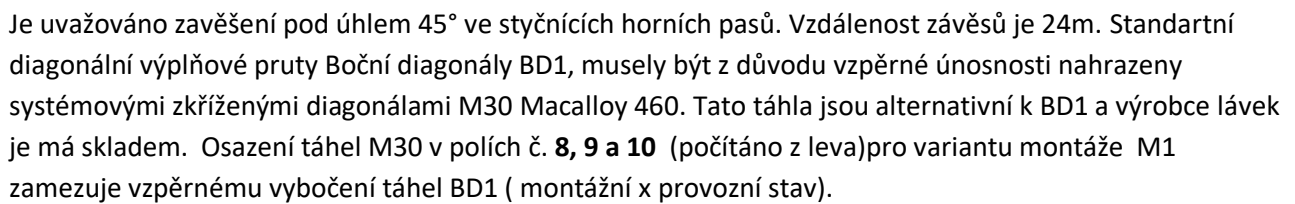
Přepočet je vypracován na základě požadavku projektanta, Ing. Marka TOPCON SERVIS s.r.o a zabývá se montáží lávky na podpěry. Posouzeny jsou dále dvě možnosti uchycení lávky pro osazení ,na předmontáží sestavené celé lávky včetně protidotykové ochrany, jedním jeřábem.

Lávka byla také posouzena na provozní stav spojitého nosníku. Jelikož je nástup na lávku umožněn pouze mimoúrovňově, po schodištích, lze bez dokladu prohlásit, že lávka bezpečně přenesle spojitě zatížení o charakteristické hodnotě 2,5kNm-2 v nejnepríznivějších kombinacích a lze na ni provozovat pěší dopravu bez omezení.

Ing. Pavel Simon Ph.D. s

Hlavní autor lávky ML36

VARIANTA M1 – str. 3-39.



Je uvažováno zavěšení pod úhlem 45° ve styčnicích horních pasů. Vzdálenost závěsů je 18m. Standardní diagonální výplňové pruty Boční diagonály BD1, musely být z důvodu vzpěrné únosnosti nahrazeny systémovými zkříženými diagonálami M30 Macalloy 460. Tato táhla jsou alternativní k BD1 a výrobce lávek je má skladem. Osazení táhel M30 v polích č. **8, 9, 10 a 17** (počítáno zleva) pro variantu montáže M2 zamezuje vzpěrnému vybočení táhel BD1 (montážní x provozní stav). V této variantě jsou plně využity doplní pasy.

V této fázi poznání nelze tuto variantu montáže prohlásit za neproveditelnou.

VARIANTA M1

1. STATICKÝ MODEL

Model byl vytvořen v programu Dlubal RFEM 5.21.02 včetně jeho přídatných modulů, pomocí kterých je stanoveno napětí, stabilitní tvary, imperfekce, vlastní frekvence atd. Konstrukce lávky je modelována pomocí prutů, uzlů a uzlových podpor. Jsou brány v úvahu excentricity a klouby na začátcích a koncích prutů. Model je vytvořen pro ocelovou příhradovou lávku o rozpětí 21,30 a 21+3m (pro montážní stavy se mění rozpětí dle bodů uchycení) a šířce 2,36 m. Délkový modul je 3 m. Modelována je pouze nosná konstrukce, mostovka a zábradlí jsou započítány v zatížení. Lávka je uvažována jako rozebíratelná.

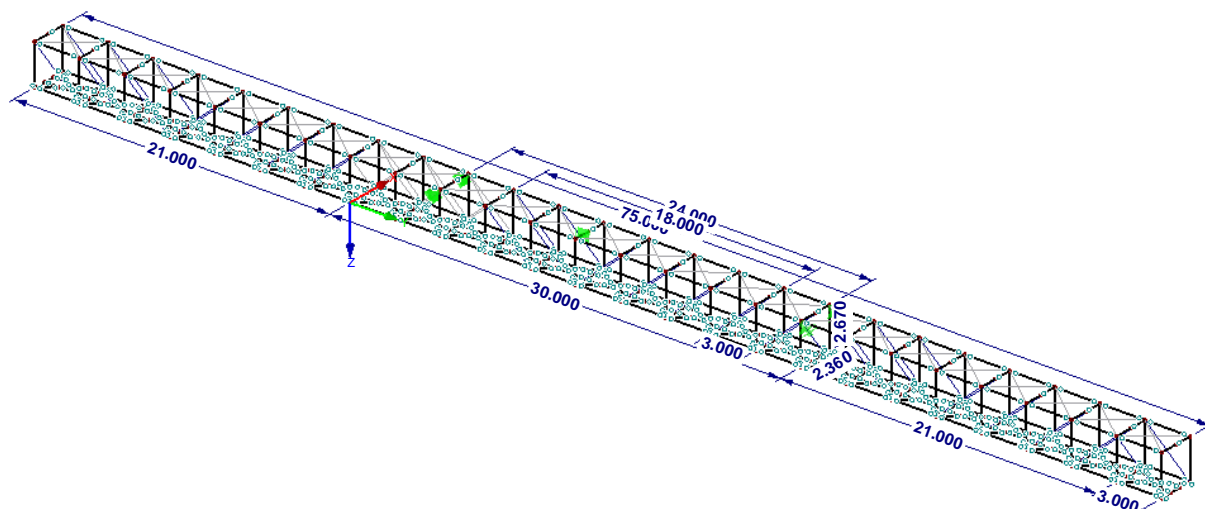
Údaje o konstrukci z programu Dlubal – RFEM 5.21.02:

Počet uzlů:	614
Počet prutů:	1062
Počet typů uzlových podpor :	2
Počet průřezů:	11
Hmotnost konstrukce:	5971,0kg

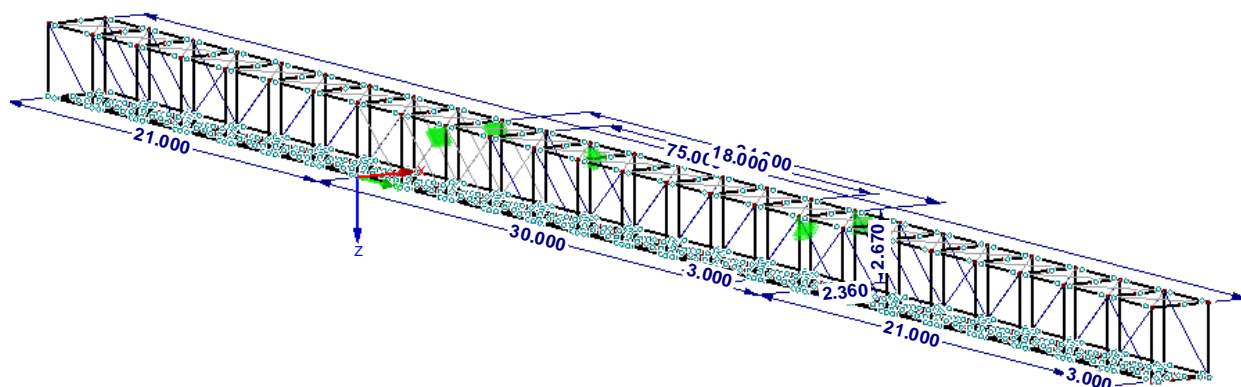
Rozměry konstrukce:

Δ_x :	2,500 m
Δ_y :	75,150 m
Δ_z :	2,810 m

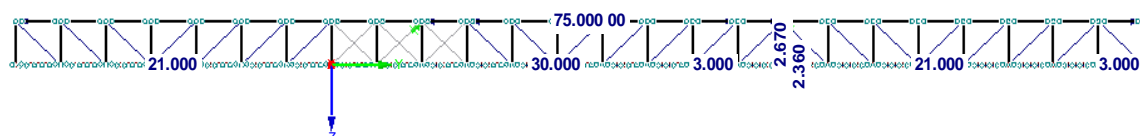
1.1. Axonometrický pohled



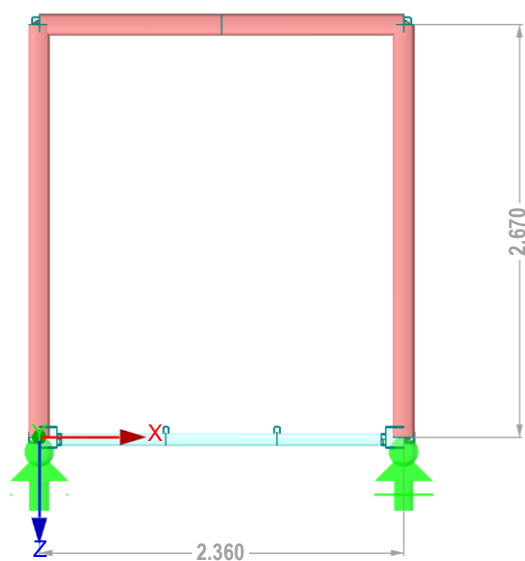
1.2. Perspektivní pohled



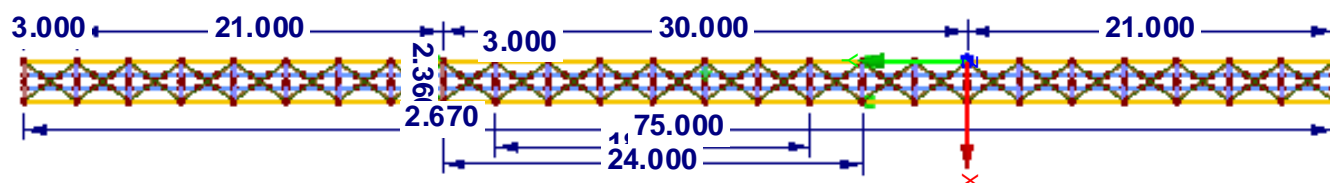
1.3. Boční pohled



1.4. Čelní pohled

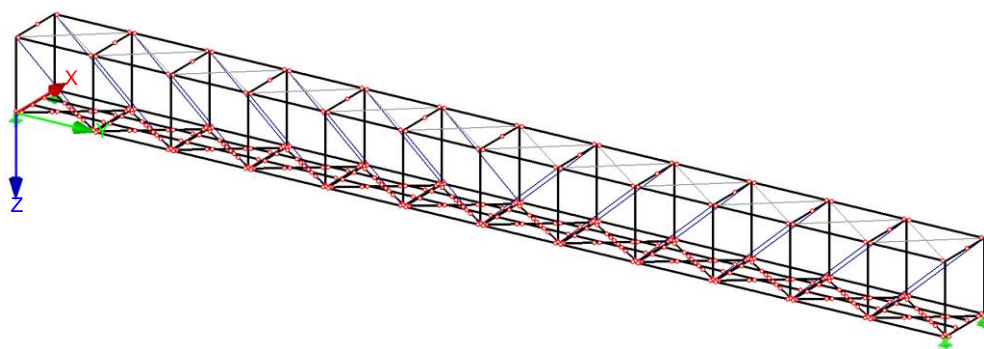


1.5. Půdorys



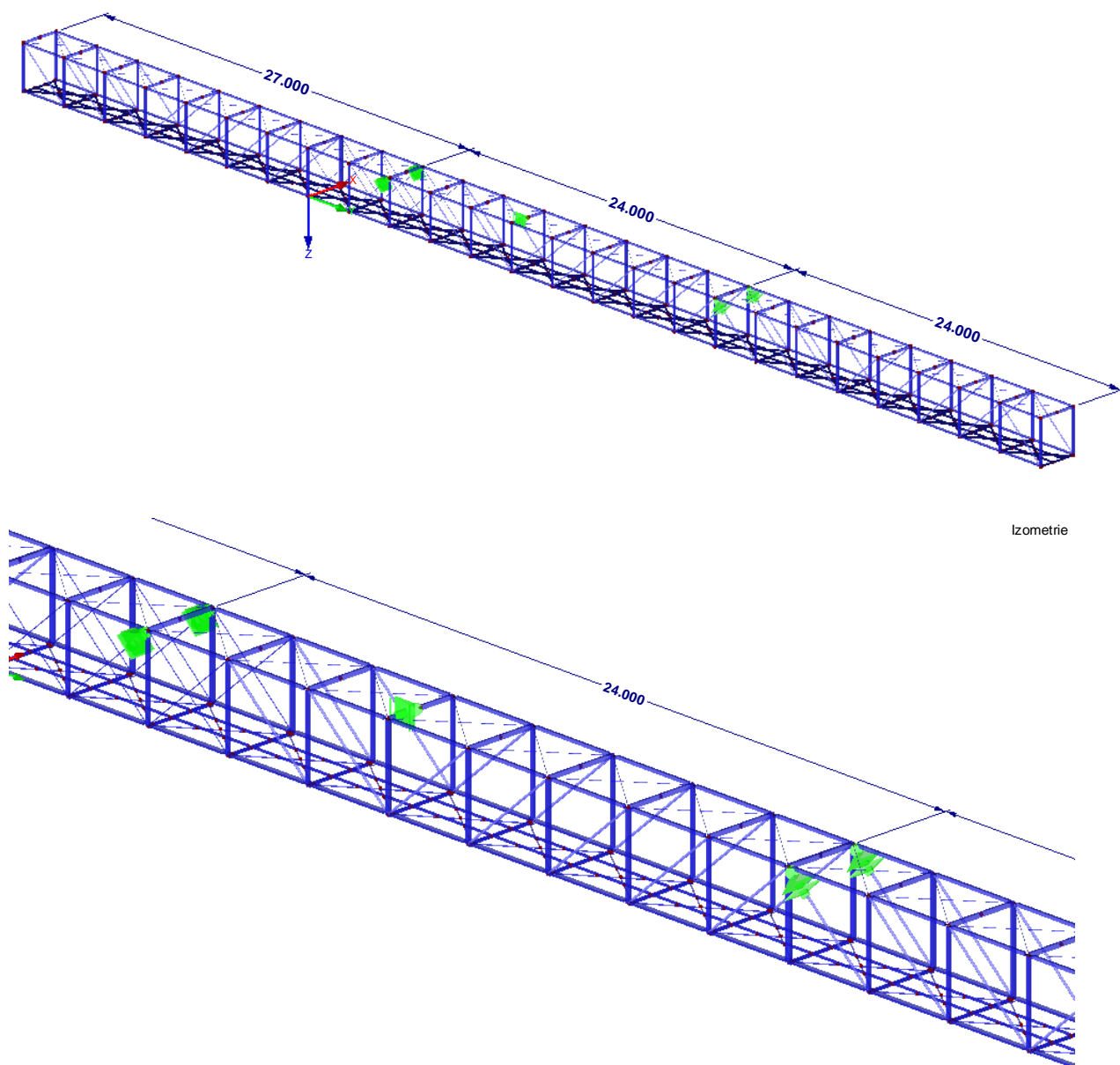
1.6. Klouby na prutech (na lávce M36-36)

Izometrie



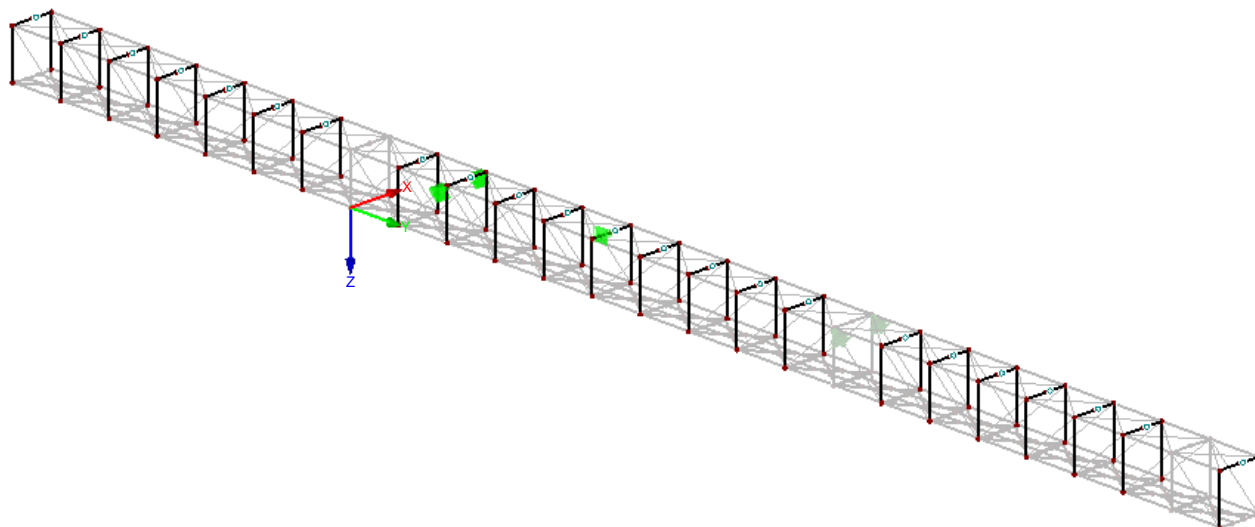
1.7. Uzlové podpory pro montážní variantu M1

Varianta M1 reprezentuje zavěšení lávky pod úhlem 45° za styčnické rámy v úrovni horních pasů. Zavěšení je realizováno v rozpětích 27,24,24m a vystihuje zvýšenou hmotnost lávky v místech osazení prvků protidotykové ochrany.

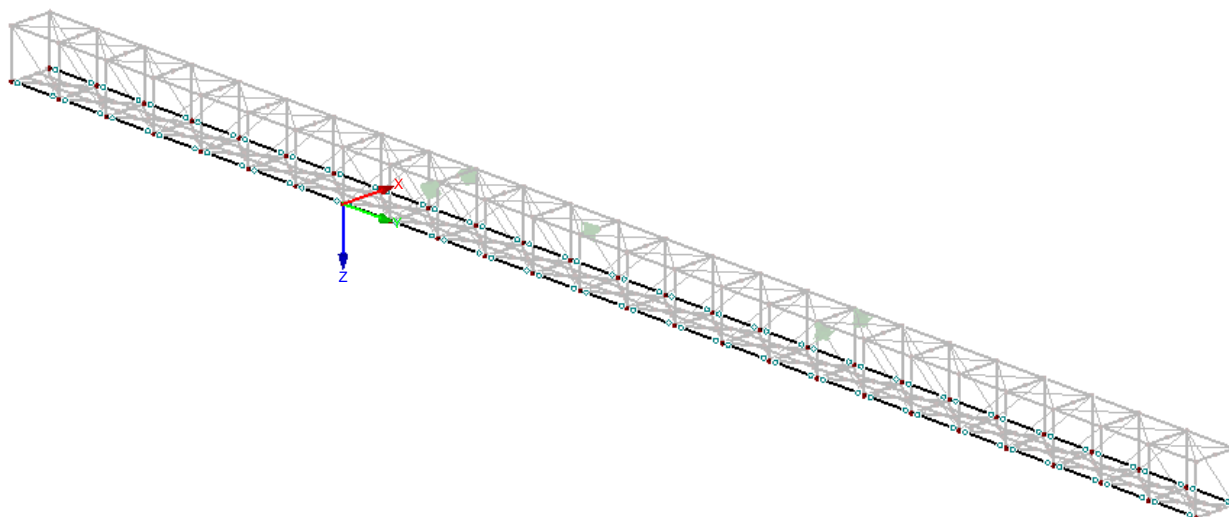


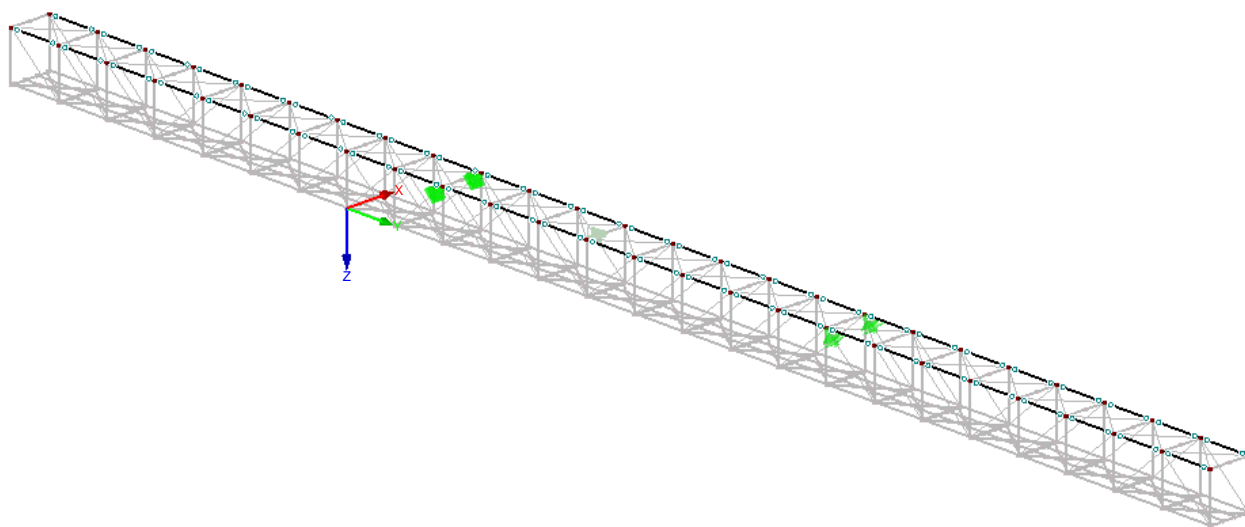
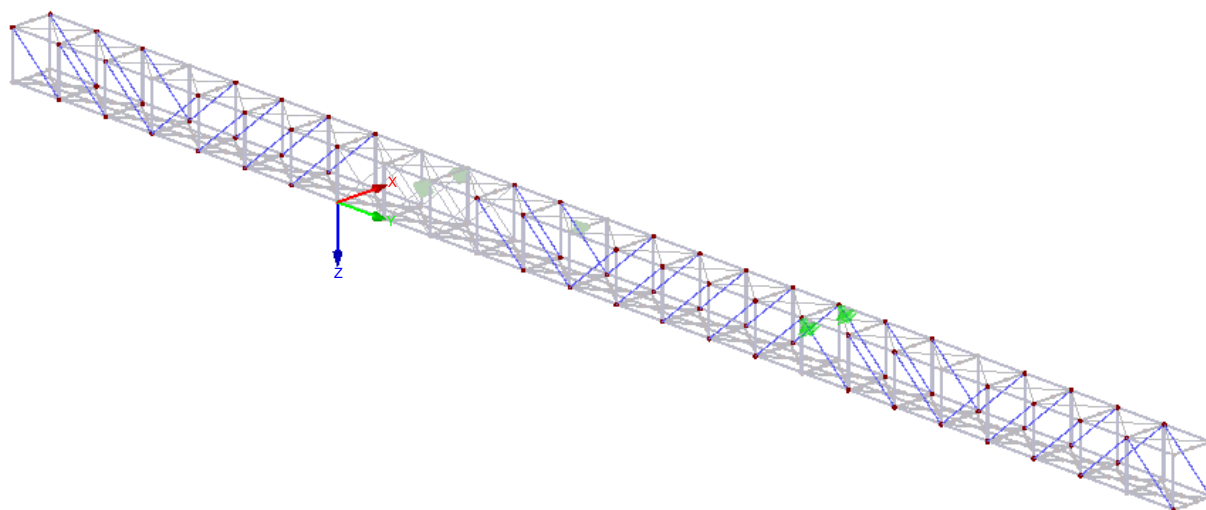
1.8. Použité profily

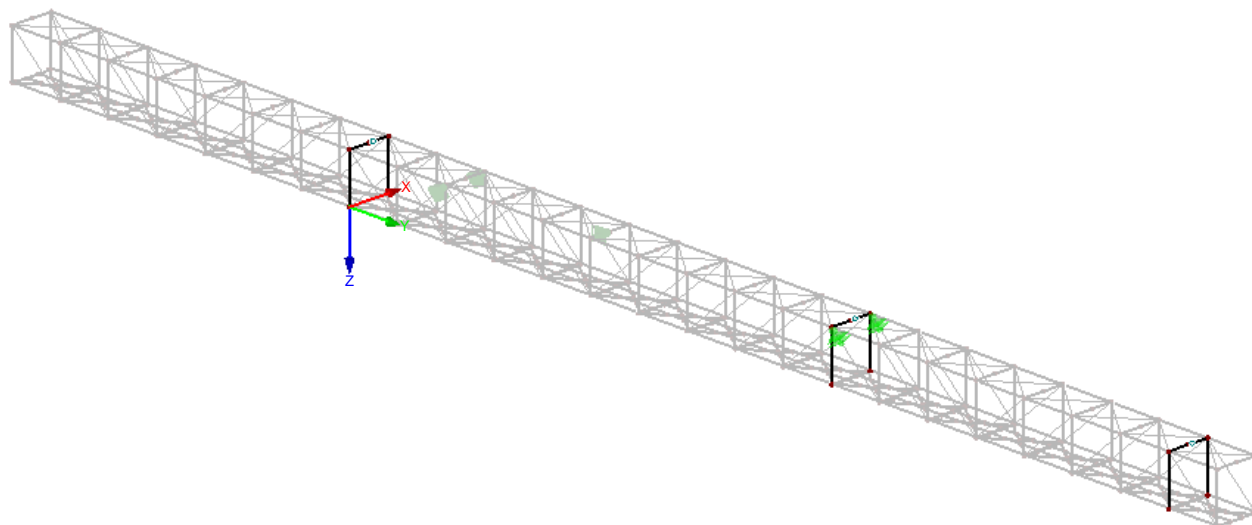
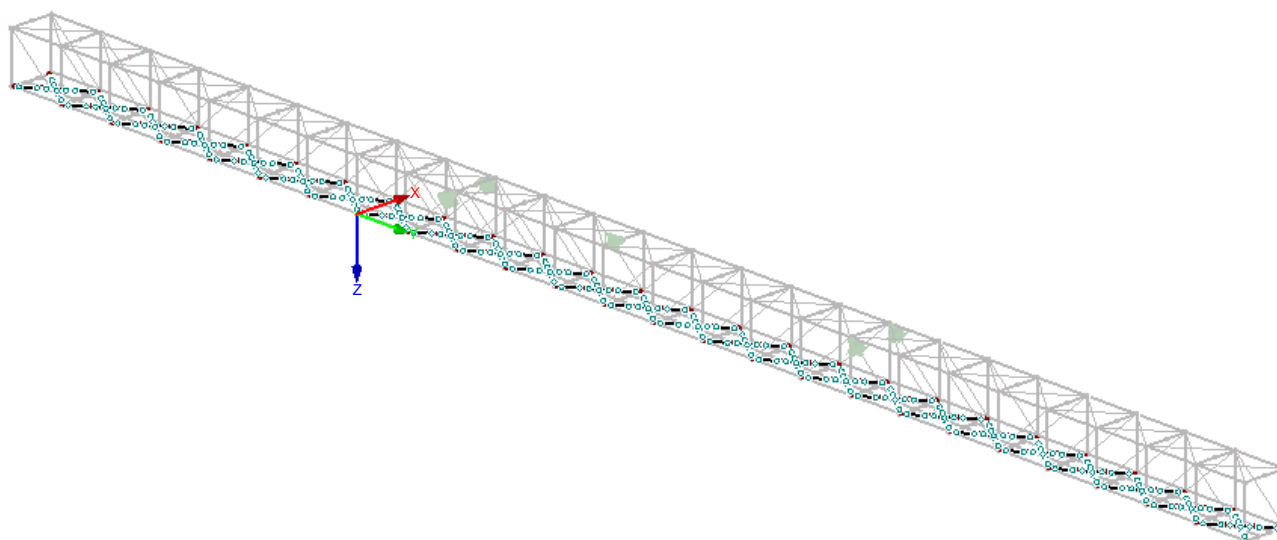
1.8.1. JAKL 140/80/4 - S355J2H (ČSN EN 10219)

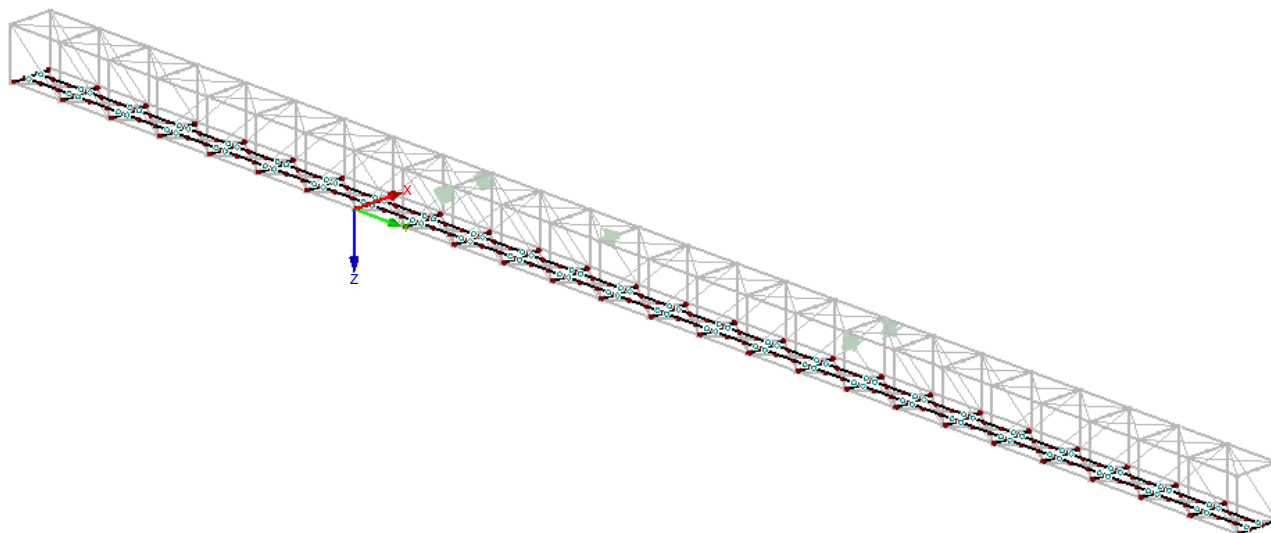
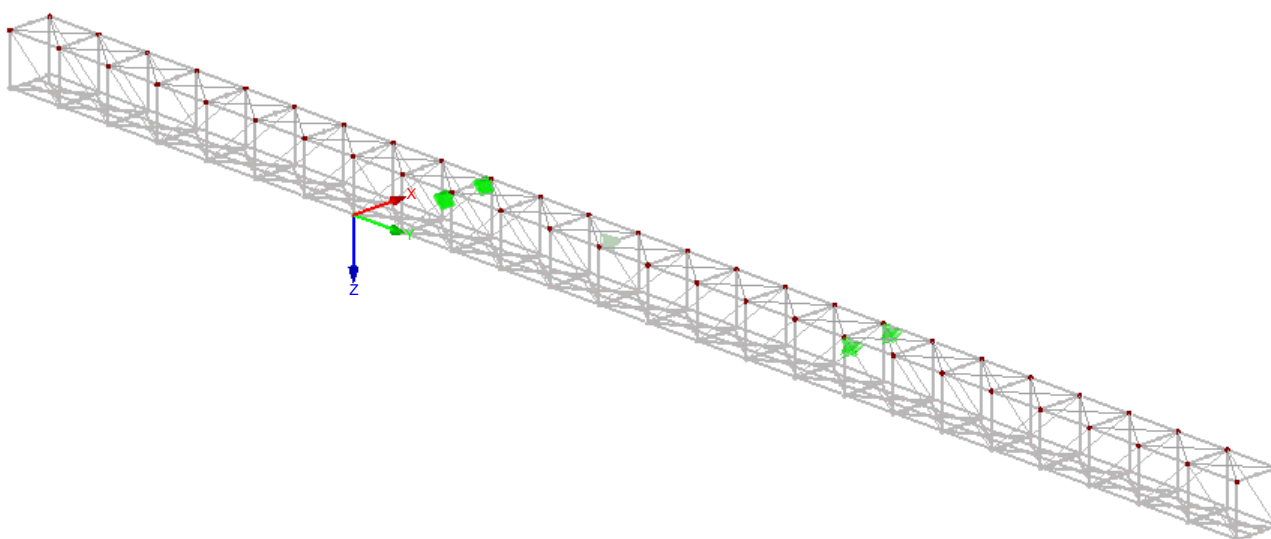


1.8.2. JAKL 140/80/5 - S355J2H (ČSN EN 10210)



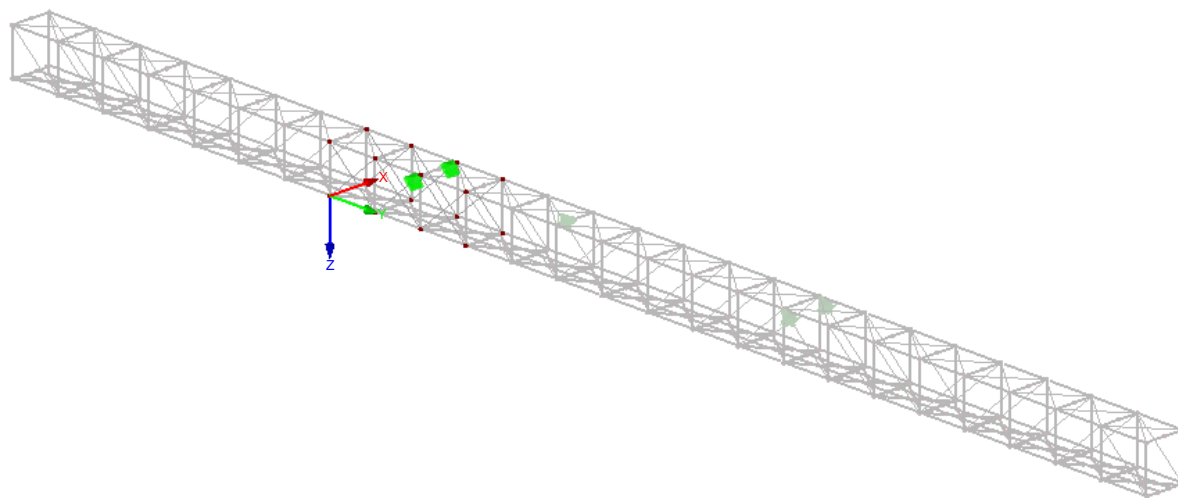
1.8.3. JAKL 100/100/5 - S355J2H (ČSN EN 10219)**1.8.4. TR 76,1/4- S235JRH (ČSN EN 10219)**

1.8.5. JAKL 140/140/8 - S355J2H (ČSN EN 10219)**1.8.6. TR 38/4 - S355J2H (ČSN EN 10210)**

1.8.7. JAKL 80/40/5 – S355J2H (ČSN EN 10219)**1.8.8. TÁHLO PROTAH M16 – S460N (ČSN EN 10025)**

1.8.9. TÁHLO MACALLOY 30 – S460N (ČSN EN 10025)

Z důvodu montáže bylo nezbytné nahradit obvyklé boční diagonály BD1 z TR 76,1/4 dvojicí zkřížených táhel ze systému MACALLOY 460, a to konkrétně průměru 30mm. Tato táhla jsou alternativní k BD1 a výrobce lávek je má skladem. Osazení táhel M30 v polích č.8, 9 a 10 pro variantu montáže M1 zamezuje vzpěrnému vybočení táhel BD1 (montážní x provozní stav).



2. ZATÍŽENÍ

Zatížení (zatěžovací stavy a jejich kombinace) na lávku byla stanovena podle norem: ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí, ČSN EN 1991-1-1: Obecná zatížení, ČSN EN 1991-1-3: Zatížení sněhem, ČSN EN 1991-1-4: Zatížení větrem, ČSN EN 1991-1-5: Zatížení teplotou, ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou.

Zatížení byla stanovena pro celkové působení lávky (globální analýza) a také pro návrh lokálních prvků mostovky. Bylo zadáno na model v programu Dlubal-RFEM 5.21.02. jako zatížení na pruty. Pro montážní stavy byla uvažována v této projektové fázi jen zatížení stálá.

2.1. Zatížení stálá

2.1.1. Vlastní tíha konstrukce

Vlastní tíha ($g_{0,k}$) byla generována programem RFEM. Jedná se o prvky z oceli o objemové tíze $g_{k,0}=7850 \text{ kg.m}^{-3}$.

ZS1: Vlastní tíha

2.1.2. Ostatní stálé

Ostatní stálé zatížení představuje tíhu mostovky ($g_{1,k}$), která je uvažována jako nejtěžší z varianty mostovek a tím je lisovaný rošt. Další stálé zatížení je zábradlí + výplň zábradlí ($g_{k,2}$) a na polích 30 a 21+3m je osazena protidotyková ochrana ($g_{k,3}$)

Fiberline MD40:

$$g_{k,1} = 0,170 \text{ kN.m}^{-2}$$

$$g_{k,1} = 0,135 \text{ kN.m}^{-1} \dots \text{přepočteno na podélníky (vnitřní podpory spojitého nosníku)}$$

$$g_{k,1} = 0,050 \text{ kN.m}^{-1} \dots \text{přepočteno na dolní pásy (vnější podpory spojitého nosníku)}$$

Zábradlí + výplň:

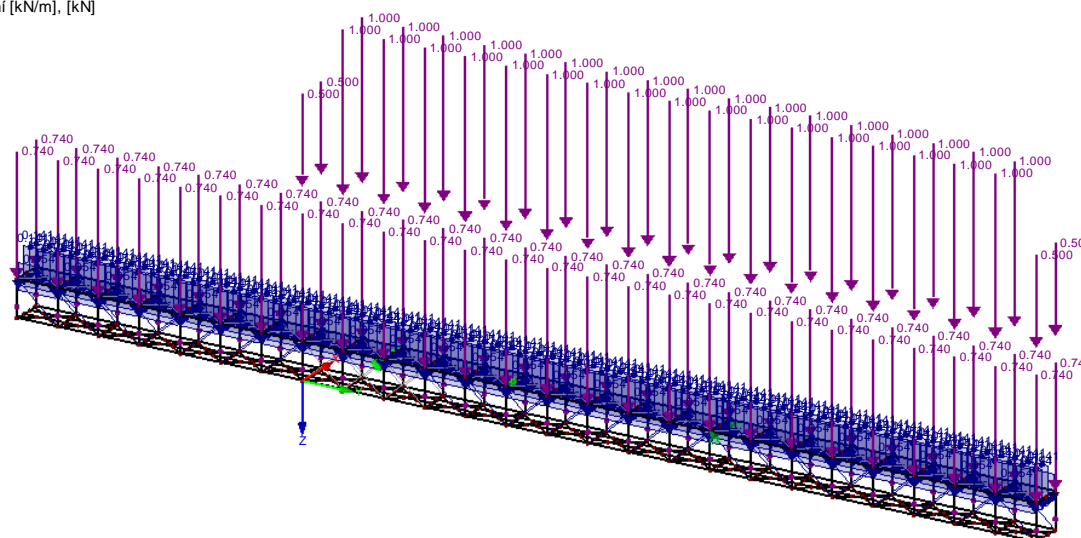
$$g_{k,2} = 0,74 \text{ kN} \dots \text{přepočteno na sílu působící na stojky rámu 140/140/8 nebo 140/80/4}$$

Protidotyková ochrana, plná 0-1, 3m a průhledná (děrovaný plech) část 1,3-2,0m

$$g_{k,3} = 1,0 \text{ kN} \dots \text{přepočteno na sílu působící na stojky rámu}$$

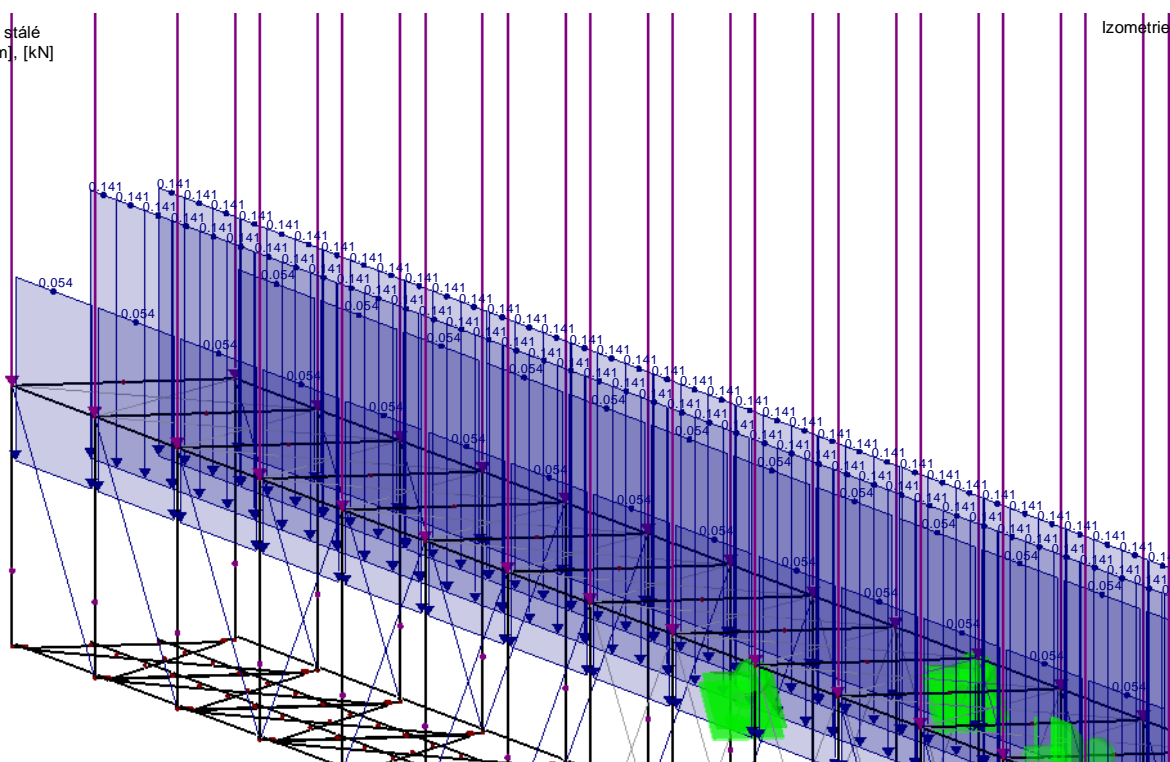
ZS 2: Ostatní stálé
Zatížení [kN/m], [kN]

Izometrie



ZS 2: Ostatní stálé
Zatížení [kN/m], [kN]

Izometrie



2.2. Zatížení proměnná

2.2.1. Zatížení dopravou (dle ČSN EN 1991-2: Zatížení mostů dopravou)

Se zatížením dopravou se ve fázi montáže neuvažuje.

2.2.2. Zatížení sněhem (dle ČSN EN 1991-3: Zatížení sněhem)

Se zatížením sněhem se v montáži neuvažuje. Pokud by se na lávce vyskytl, je nezbytné jej bezezbytku odstranit před zahájením manipulace jeřábem.

2.2.3. Zatížení větrem (dle ČSN EN 1991-4: Zatížení větrem)

Umístění lávky je ve výši cca 10m nad zemí, v zastavěné oblasti. Během montáže se se zatížením větru neuvažuje, protože by konstrukci takto malé hmotnosti nebylo možné úvaznými lany stabilizovat. Lávka v sestavě 75m má hmotnost do 40 tun a návětrnou plochu proti dotykové ochrany (plná plocha) $1,3 \times 54\text{m} = 70\text{m}^2$. Je na odpovědnosti montážní organizace do jaké rychlosti a směru větru je schopna lávku stabilizovat aby byla montáž bezpečná a přesná.

Pro tento statický přepočet montážních stavů není s větrem uvažováno.

	Kategorie terénu 0 Moře nebo pobřežní oblasti otevřené k moři		Kategorie terénu III Oblasti rovnoměrně pokryté vegetací, pozemními stavbami nebo izolovanými překážkami, jejíž vzdálenost je maximálně 20násobek výšky překážek (jako jsou vesnice, předměstský terén, souvislý les)
	Kategorie terénu I Jezera nebo oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek		Kategorie terénu IV Oblasti, ve kterých je nejméně 15 % povrchu pokryto budovami, jejíž průměrná výška je větší než 15 m.
	Kategorie terénu II Oblast s nízkou vegetací jako je tráva a izolovanými překážkami (stromy, budovy), vzdálenými od sebe nejméně 20násobek výšky překážek.		

z_e [m]	Kategorie terénu			
	I	II	III	IV
1	1,540	1,423	1,281	1,176
2	1,878	1,423	1,281	1,176
5	2,367	1,929	1,281	1,176
10	2,769	2,352	1,709	1,176
15	3,016	2,616	1,980	1,444
20	3,198	2,810	2,182	1,644
25	3,342	2,965	2,344	1,806

2.2.4. Zatížení teplotou

Zatížení teplotou se ve stavu montáže neuvažuje, zkrácení či prodloužení není nijak bráněno, pouze třením o montážní podpěry na předmontáži.

3. KOMBINACE ZATÍŽENÍ

Kombinace zatížení pro MSÚ byly stanoveny podle ČSN EN 1990 (rovnice 6.10a; 6.10b)

Trvalé a dočasné návrhové situace	Stálá zatížení		Předpětí	Hlavní proměnné z.	Vedlejší proměnná zatížení	
	nepříznivá	příznivá			nejúčinnější	ostatní
(výraz 6.10)	$\gamma_{G,j,sup} \cdot G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} \cdot G_{k,j,inf}$	$\gamma_P \cdot P$	$\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
(výraz 6.10a)	$\gamma_{G,j,sup} \cdot G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} \cdot G_{k,j,inf}$	$\gamma_P \cdot P$		$\gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1}$	$\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$
(výraz 6.10b)	$\xi \cdot \gamma_{G,j,sup} \cdot G_{k,j,sup}$	$\gamma_{G,j,inf} \cdot G_{k,j,inf}$	$\gamma_P \cdot P$	$\gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1}$		$\gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

Výraz 6.10: $\sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} "+" \gamma_P \cdot P_k "+" \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

Výraz 6.10a: $\sum \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} "+" \gamma_P \cdot P_k "+" \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

Výraz 6.10b: $\sum \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} "+" \gamma_P \cdot P_k "+" \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k1} "+" \sum \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

$\gamma_{G,sup} = 1,35$...pro nepříznivě působící stálá zatížení

$\gamma_{G,inf} = 1,00$...pro příznivě působící stálá zatížení

$\gamma_Q = 1,35$...pro nepříznivě působící zatížení silniční dopravou

$1,45$...pro nepříznivě působící zatížení železniční dopravou

$1,50$... pro ostatní zatížení dopravou a pro další proměnná zatížení

$\gamma_P = 1,00$...pro zatížení předpětím

$\xi = 0,85$...součinitel pro stálá nepříznivá zatížení

$\psi =$ dle příl. A2 ...kombinační součinitel

Kombinace zatížení pro MSP byly stanoveny podle ČSN EN 1990

Kombinace charakteristická:

$\sum G_{k,j} "+" P_k "+" Q_{k1} "+" \sum \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$

Kombinace častá:

$\sum G_{k,j} "+" P_k "+" \psi_{1,1} \cdot Q_{k1} "+" \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

Kombinace kvazistálá:

$\sum G_{k,j} "+" P_k "+" \psi_{2,1} \cdot Q_{k1} "+" \sum \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$

Kombinační součinitele:

Zatížení	Značka	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zatížení dopravou	gr1	0,4	0,4	0,0
	$Q_{fw,k}$	0,0	0,0	0,0
	gr2	0,0	0,0	0,0
Zatížení větrem	$f_{w,k}$	0,3	0,2	0,0
Zatížení teplotou	T_k	0,6	0,6	0,5
Zatížení sněhem	$Q_{sn,k}$	0,8	-	0,0
Staveništní zatížení	Q_c	1,0	-	1,0

3.1. Výpis ZS

ZS1-Vlastní tíha

ZS2-Ostatní stálé

3.2. Výpis Kombinací

Upravit zatěžovací stavy a kombinace

Zatěžovací stavyÚčinkyKombinační pravidlaKombinace účinkůKombinace zatíženíKombinace výsledků

Existující kombinace zatížení

STR KZ11.35*ZS1 + 1.35*ZS2

S Ch KZ2ZS1 + ZS2

S Fr KZ3ZS1 + ZS2

S Qd KZ4ZS1 + ZS2

KZ č.1

Označení kombinace zatíženíSTR1.35*ZS1 + 1.35*ZS2

Vypočítat☒

ObecnéParametry výpočtu

Zatěžovací stavy v kombinaci zatížení KZ1

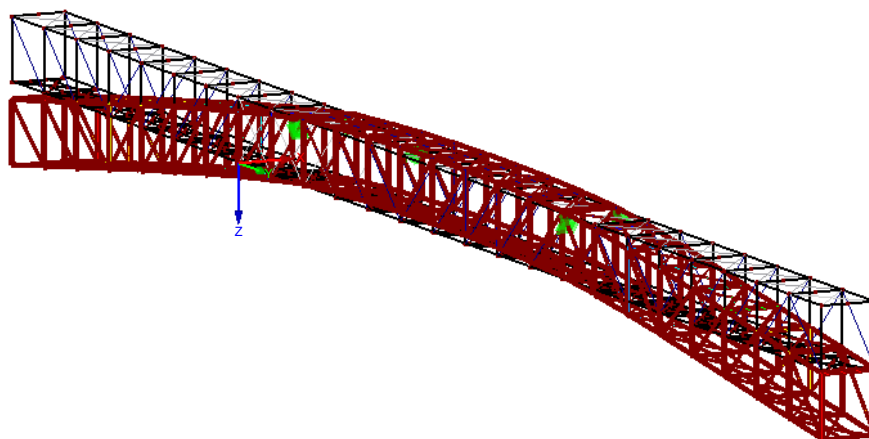
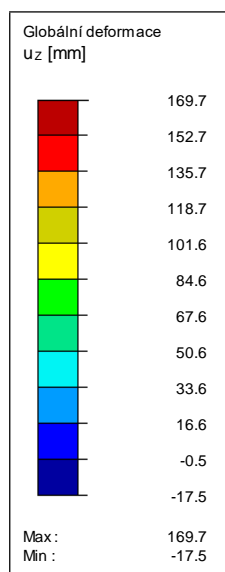
č.	Součinitel	Zatěžovací stav	Účinek	Hlavní	ξ	γ	ψ
1	1.350	G ZS1 - Vlastní tíha	G Ú2 - Stálé	<input type="checkbox"/>		1.35	
2	1.350	G ZS2 - Ostatní stálé	G Ú2 - Stálé	<input type="checkbox"/>		1.35	

4. STABILITA

Stabilitní tvar konstrukce je v montážním stavu zřejmý a reflektuje tvar konstrukce při zavěšení. Účinky montážních stavů byly vypočteny II. Řádem, dle teorie velkých deformací, ke kterým bude docházet vlivem podepření a také vlivem vůlí v čepích styčnicků. Po ověření chování konstrukce bylo posouzeno (vlastní tvary), že dochází jen k vybočení lokálních prvků a globální vybočení se ve stavu montáže neprojeví.

KV 2: MSP - charakteristická
Globální deformace u-Z [mm]
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max u-Z: 169.7, Min u-Z: -17.5 [mm]
Součinitel pro deformace: 20.00

5. IMPERFEKCE

S imperfekcemi nebylo uvažováno, konstrukce je řešena II. Řádem, teorií velkých deformací a posouzena dle EC3 s uvažováním lokálních vzpěrných délek.

6. VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL A DEFORMACÍ

Výpočet je proveden na výše popsaném prutovém modelu v programu RFEM 5.21.02 pomocí teorie II. Řádu, teorií velkých deformací. Pruty s průřezem táhla Macalloy byla uvažována jako tahová.

Dále je uvedeno grafické zobrazení vnitřních sil pro mezní stav únosnosti MSÚ a deformací v mezním stavu použitelnosti MSP.

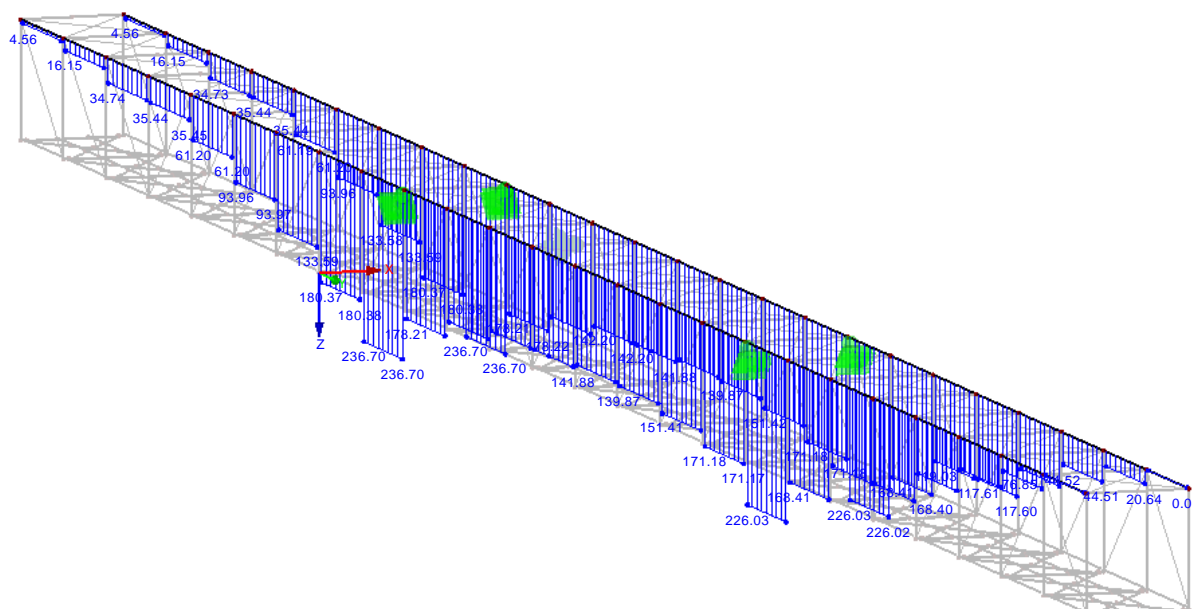
6.1. Vnitřní síly na prutech

6.1.1. Horní pás

N_{Ed}

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly N

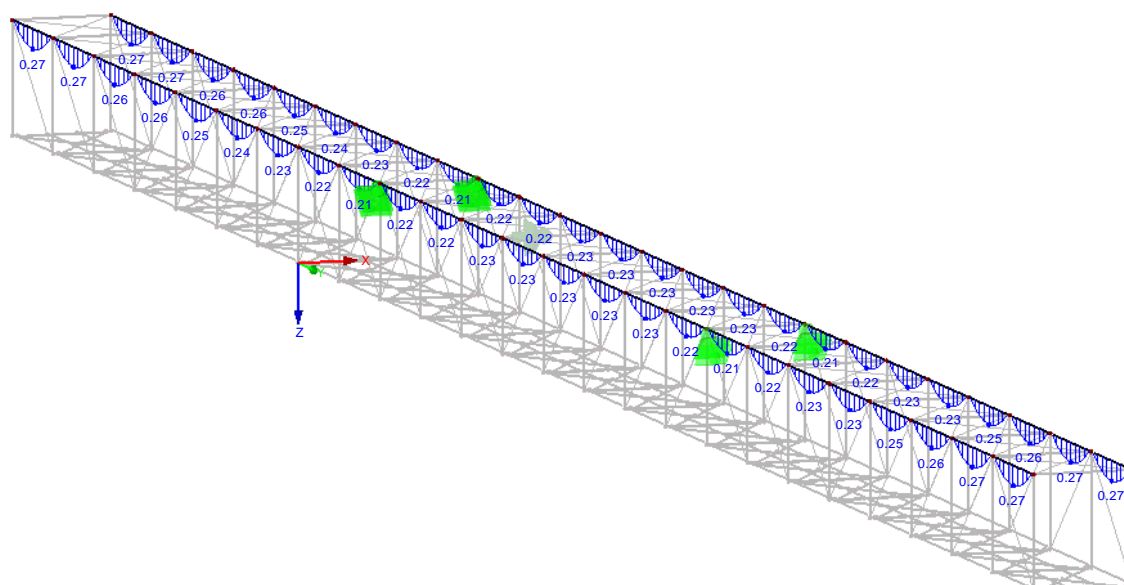
Izometrie



Max N: 236.70, Min N: 0.04 [kN]

$M_{y,Ed}$ KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly M-y

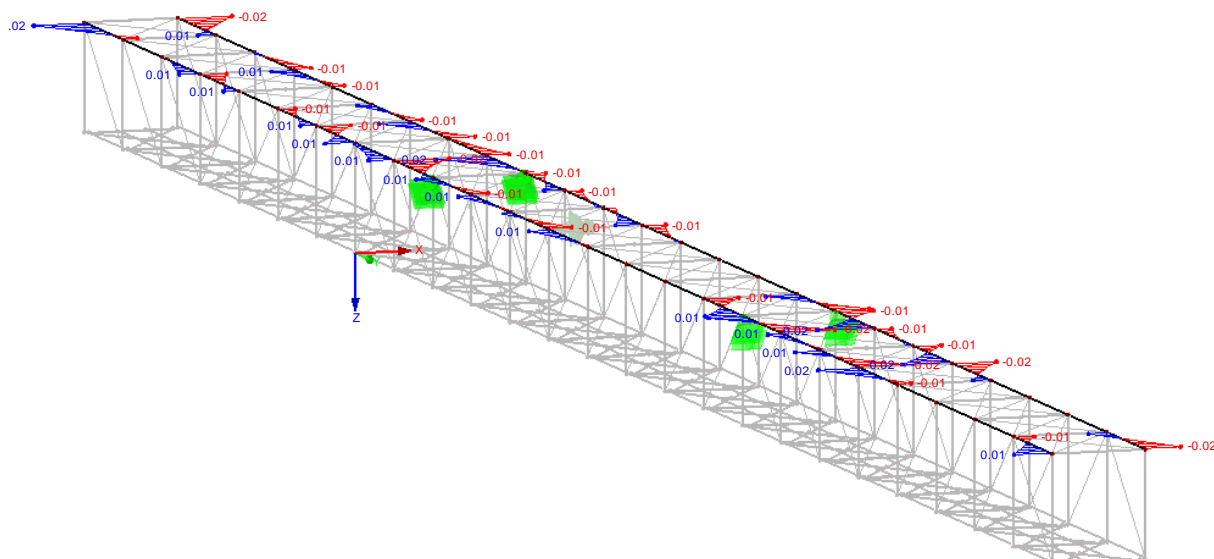
Izometrie



Max M-y: 0.27, Min M-y: 0.00 [kNm]

 $M_{z,Ed}$ KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly M-z

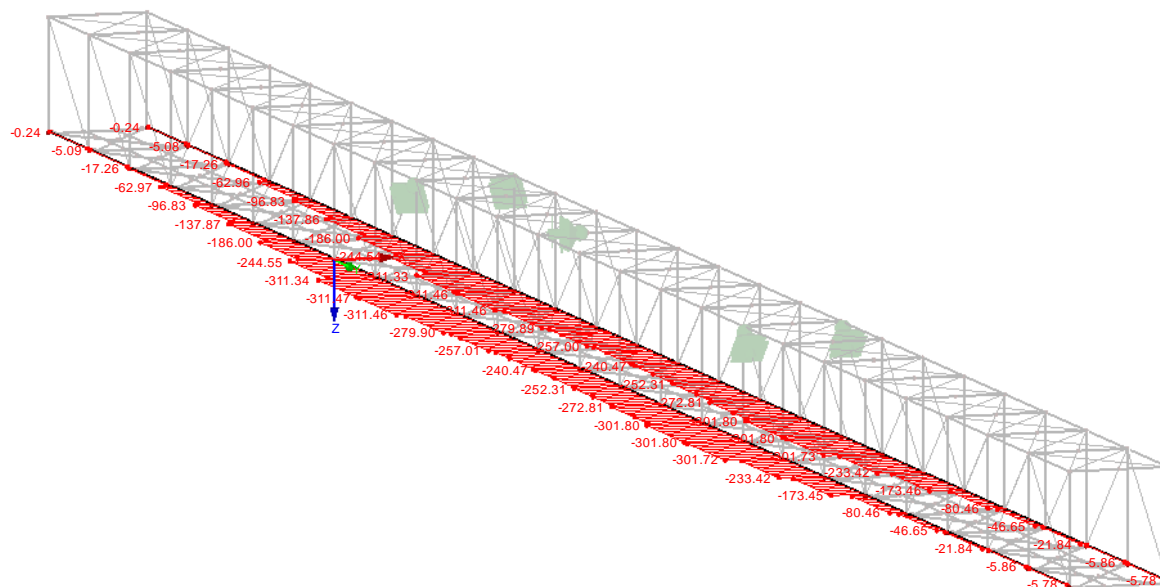
Izometrie



Max M-z: 0.02, Min M-z: -0.02 [kNm]

6.1.2. Dolní pás **N_{Ed}** KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly N

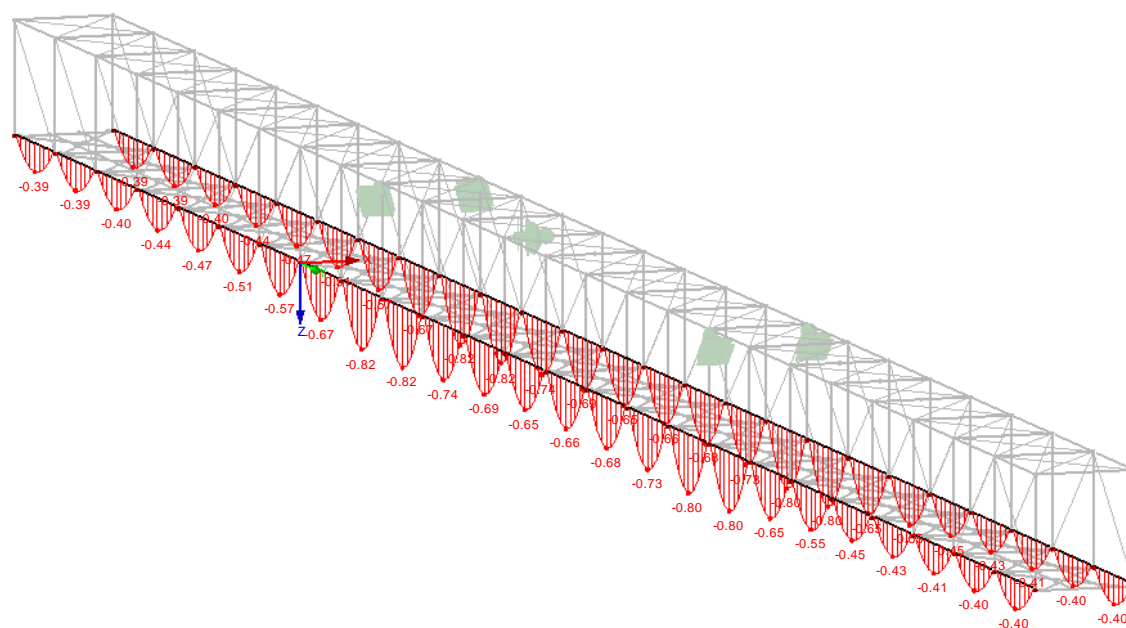
Izometrie



Max N: -0.23, Min N: -311.47 [kN]

 $M_{y,Ed}$ KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly M-z

Izometrie



Max M-z: 0.00, Min M-z: -0.82 [kNm]

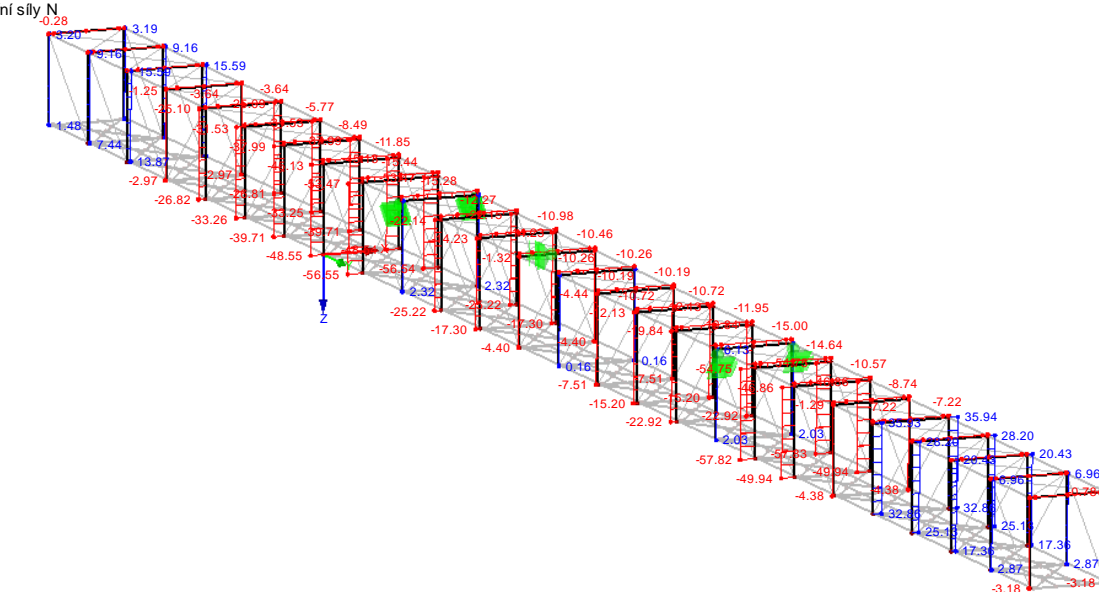
6.1.3. Rámy

N_{Ed}

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2

Vnitřní síly N

Izometrie



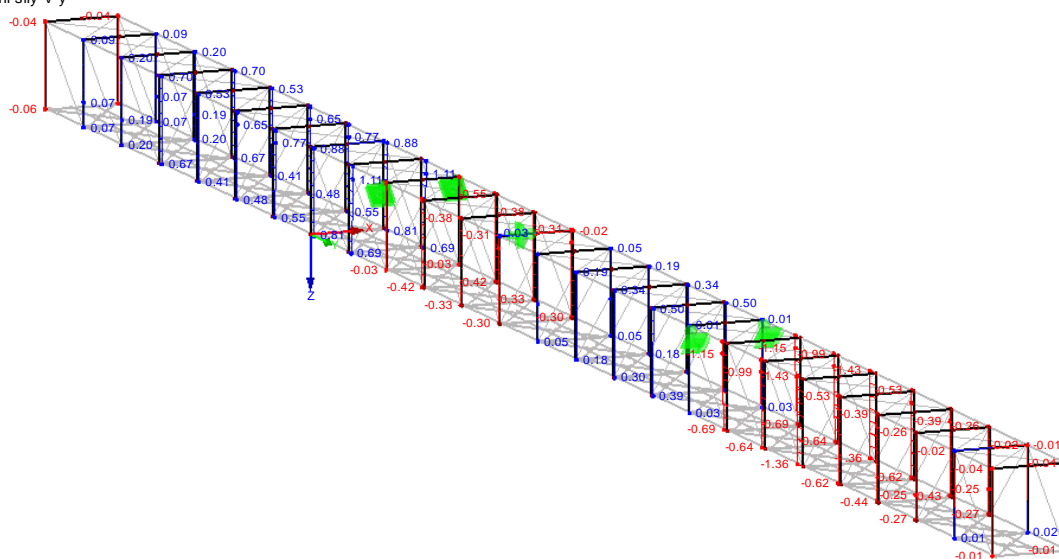
Max N: 35.94, Min N: -57.83 [kN]

$V_{y,Ed}$

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2

Vnitřní síly V-y

Izometrie



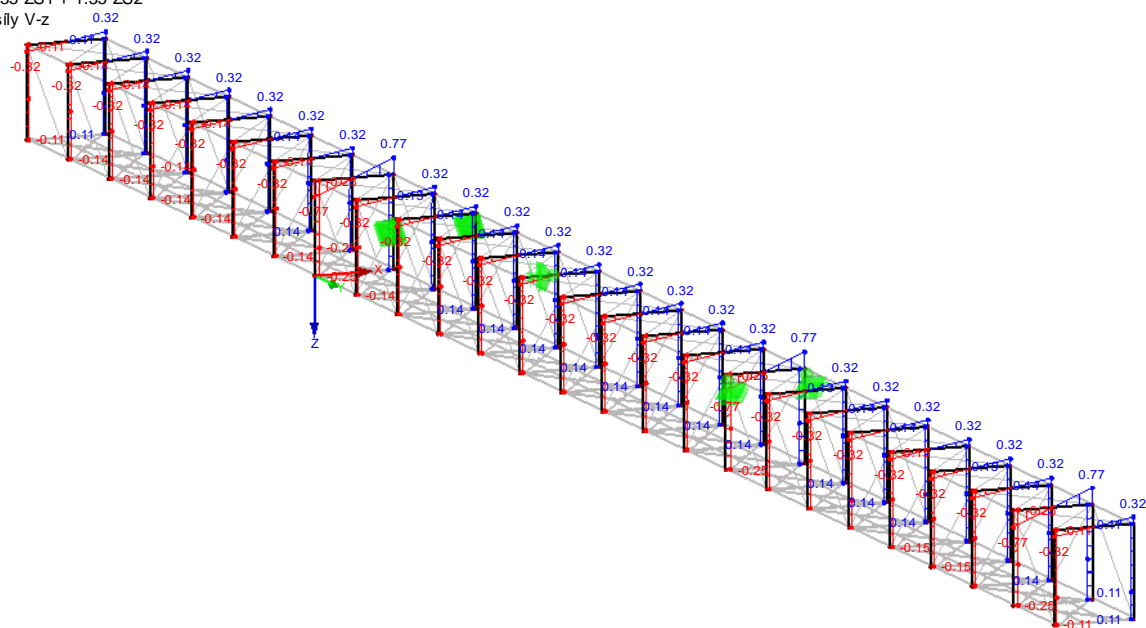
Max V-y: 1.11, Min V-y: -1.43 [kN]

$V_{z,Ed}$

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2

Vnitřní síly V-z

Izometrie



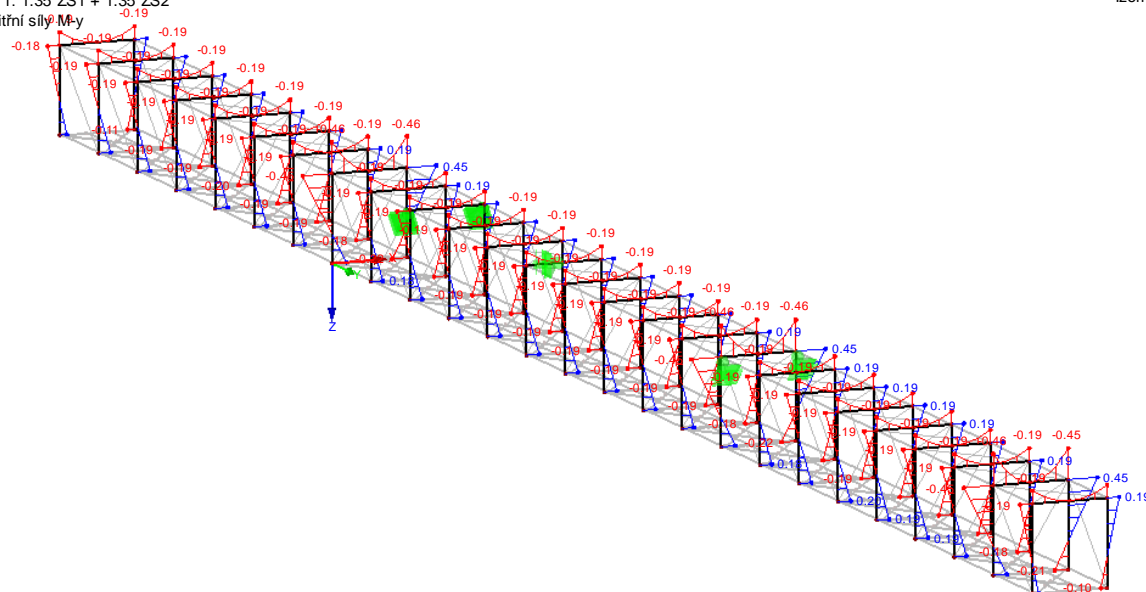
Max V-z: 0.77, Min V-z: -0.77 [kN]

 $M_{y,Ed}$

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2

Vnitřní síly M-y

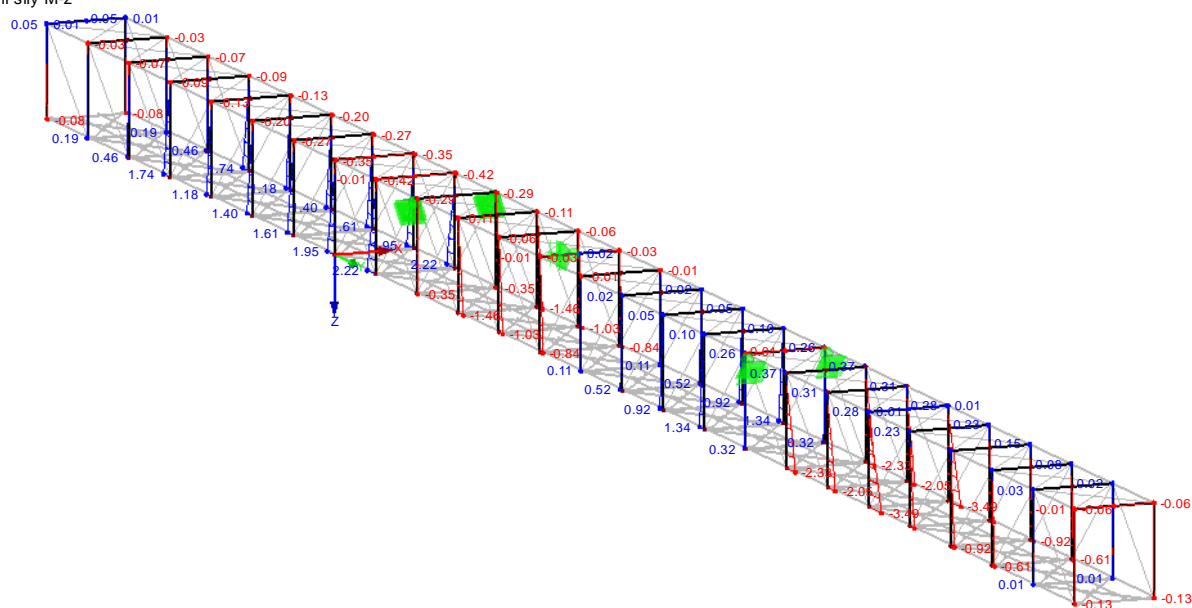
Izometrie



Max M-y: 0.45, Min M-y: -0.46 [kNm]

$M_{z,Ed}$ KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly M-z

Izometrie

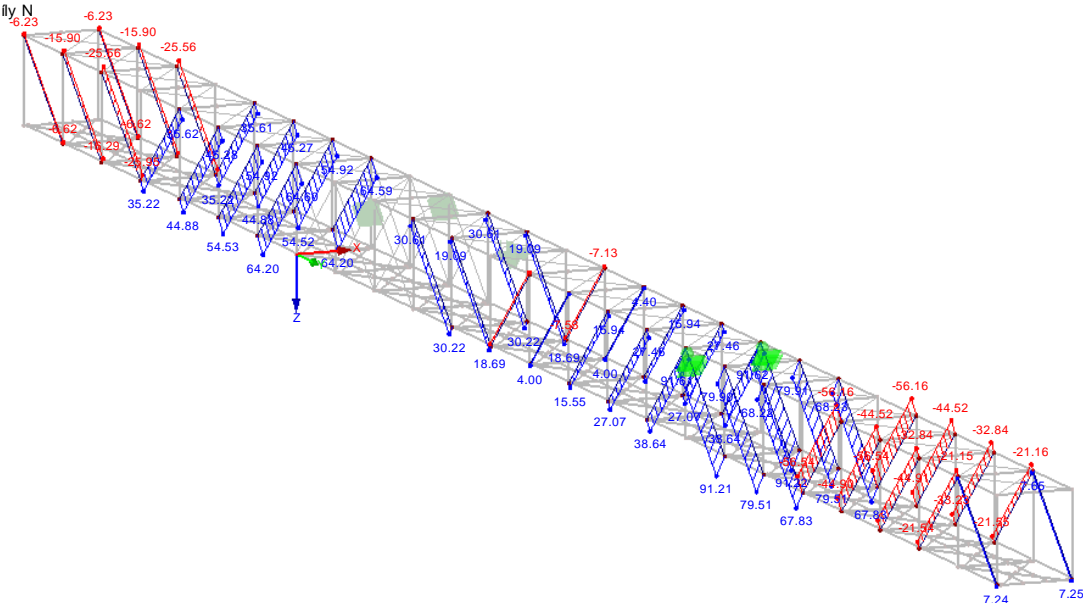


Max M-z: 2.22, Min M-z: -3.49 [kNm]

6.1.4. Výplňové pruty hlavních nosníků –BD1

 N_{Ed} KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly N

Izometrie



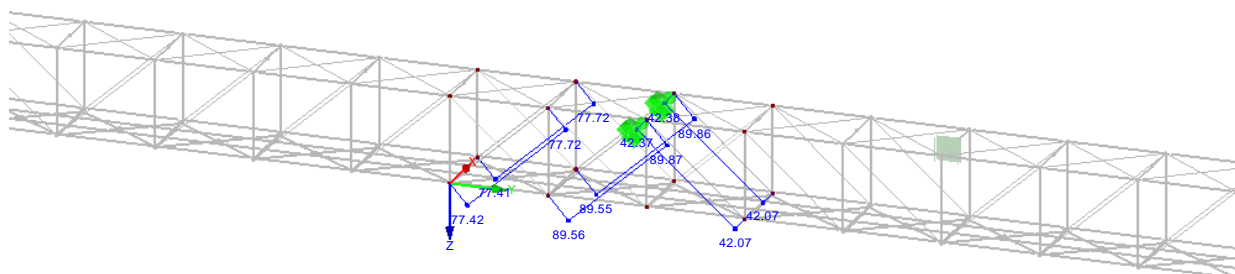
Max N: 91.62, Min N: -56.54 [kN]

6.1.5. Výplňové pruty hlavních nosníků –Macalloy M30

 N_{Ed}

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly N

Izometrie



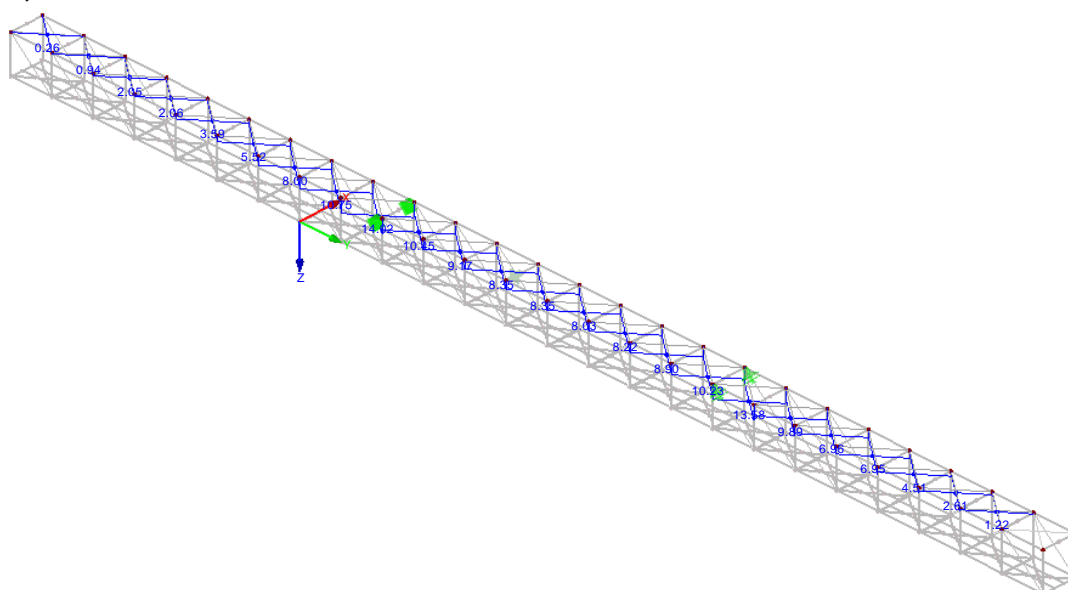
Max N: 89.87, Min N: 42.07 [kN]

6.1.6. Táhlá M16 PROTAH

 N_{Ed}

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly N

Izometrie



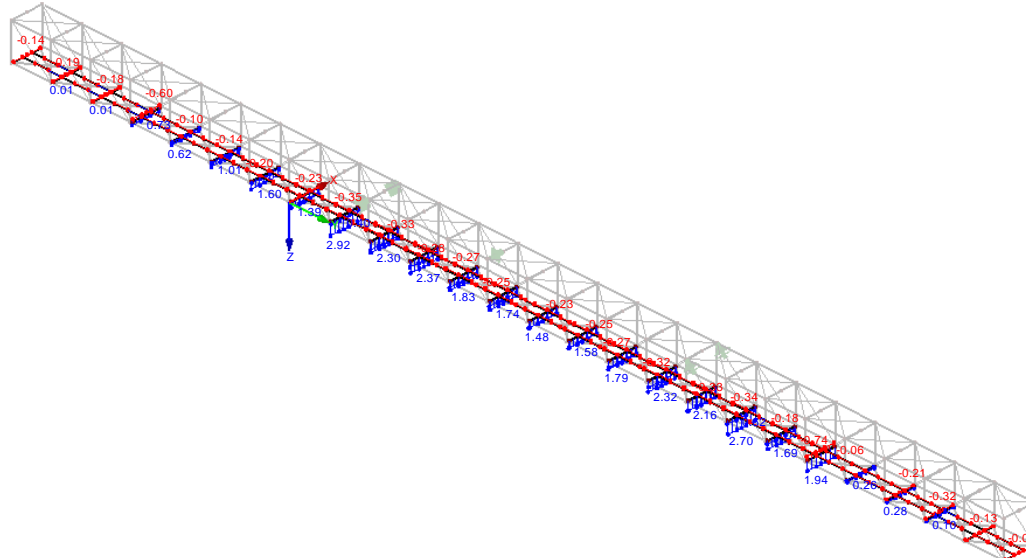
Max N: 14.02, Min N: 0.26 [kN]

6.1.7. Mostkový rošt – podélníky, příčníky

 N_{Ed}

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly N

Izometrie



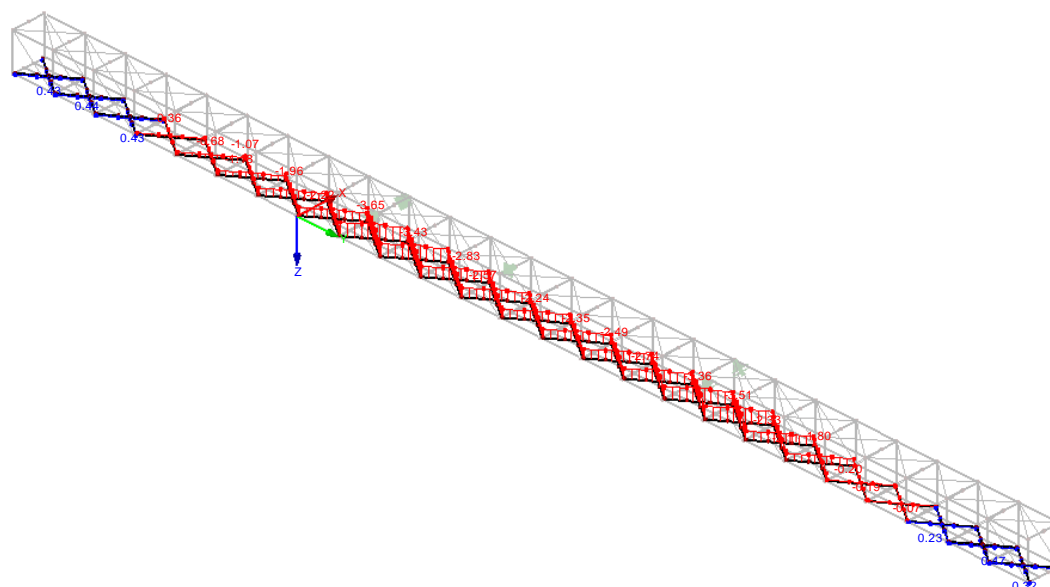
Max N: 2.92, Min N: -0.74 [kN]

6.1.8. Mostkový rošt – ztužení

 N_{Ed}

KZ 1: 1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
Vnitřní síly N

Izometrie



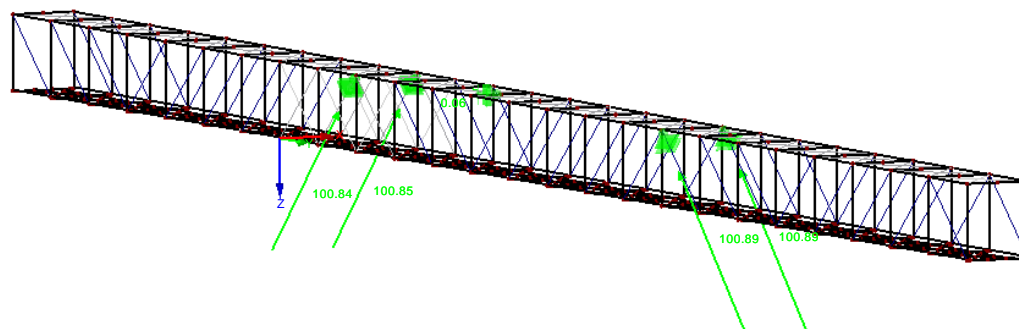
Max N: 0.47, Min N: -3.65 [kN]

6.2. Reakce v závěsech

Charakteristické reakce

KV 2: MSP - charakteristická
Podporové reakce[kN]
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie

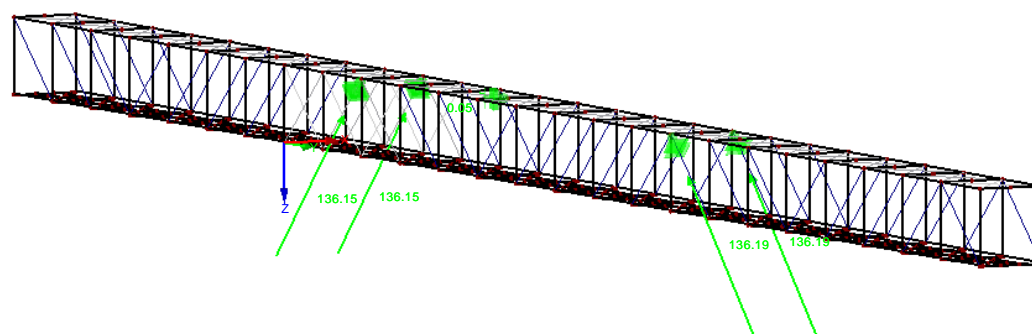


Max P-X': 0.00, Min P-X': 0.00 kN
Max P-Y': 0.00, Min P-Y': -0.06 kN
Max P-Z': 100.89, Min P-Z': 0.00 kN

Návrhové reakce

KV 1: MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b
Podporové reakce[kN]
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max P-X': 0.00, Min P-X': 0.00 kN
Max P-Y': 0.00, Min P-Y': -0.05 kN
Max P-Z': 136.19, Min P-Z': 0.00 kN

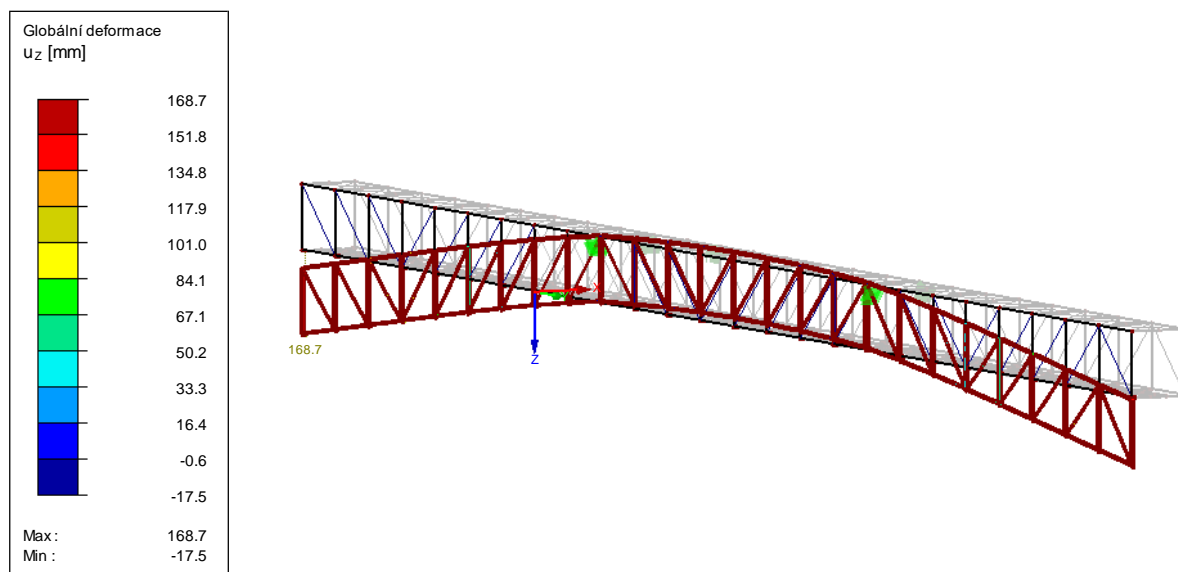
6.3. Deformace lávky

Průhyb lávky od stálých zatížení bude kompenzován nadvýšením. S tímto nadvýšením se v numerickém modelu neuvažuje, stejně tak se neuvažuje s dotlačením vůlí v čepových styčnicích. Lze očekávat v případě nepříznivé shody okolností i vyšší hodnoty průhybu v montážním stavu, protože, konstrukce bude smontována dle tvaru provozního.

6.3.1. Maximální deformace

KV 2: MSP - charakteristická
Globální deformace u-Z [mm]
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max u-Z: 168.7, Min u-Z: -17.5 [mm]
Součinitel pro deformace: 20.00

$$u-Z = 168,9 \text{ mm} = 1/250 L < u_{\text{lim}} = 1/200 L$$

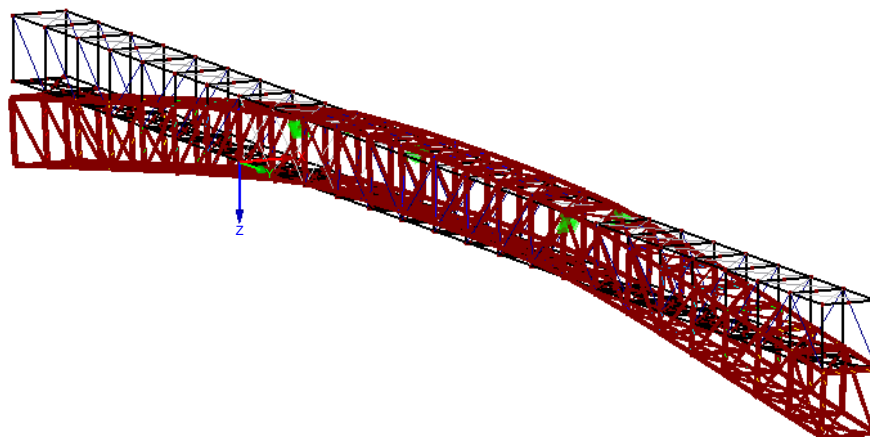
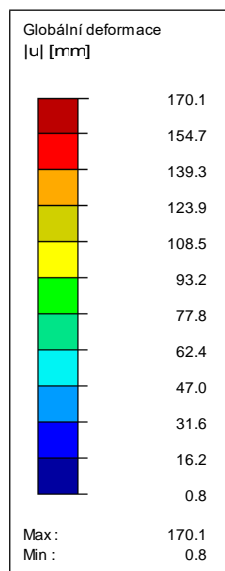
6.3.2. Celková maximální deformace

KV 2: MSP - charakteristická

Globální deformace u [mm]

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max u : 170.1, Min u : 0.8 [mm]

Součinitel pro deformace: 20.00

$$u = 170,1 \text{ mm}$$

7. POSOUZENÍ PRUTŮ HLAVNÍ NOSNÉ KONSTRUKCE

Posouzení prutů hlavní nosné konstrukce spočívá v posouzení vzpěrné i prosté únosnosti vybraných prutů dle EC3 na konstrukci vypočtené II. Řádem, teorií velkých deformací. Pro posudek jsou vybrány pouze skupiny prvků které jsou pro posouzení montážních stavů důležité.

7.1. Horní pasy

RF-STEEL EC3 - [ML36-76m_montaz_tahova_diagonalaPSI]

Soubor Upravit Nastavení Nápoředa

PR1 - Horní pasy

2.2 Posouzení po průřezech

Vstupní údaje

- Základní údaje
- Materiály
- Průřez
- Mezilehlé podpory proti přičlenění
- Vzpěrné délky - pruty
- Parametry - pruty

Výsledky

- Posouzení po zatěžovacích stav
- Posouzení po průřezech
- Posouzení po prutech
- Posouzení po místech x
- Rozhodující vnitřní síly po prutech
- Výkaz materiálu po prutech

Průřez č.	A	B	C	D	E	F
Prut č.	Místo x [m]	Zatěžování	Návrhové využití	Posouzení podle vzorce		
2	GRO 100x5 DIN 59411:1978					
74	0.000	KV1	0.37	≤ 1	CS101	Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3
74	1.360	KV1	0.38	≤ 1	CS181	Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1

Max: 0.38 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 74 - x: 0.000 m - KV1

- Materiálové charakteristiky - Ocel S 355 | ČSN EN 1993-1-1:2005-05
- Průřezové charakteristiky - GRO 100x5 | DIN 59411:1978
- Návrhové vnitřní síly
- Klasifikace průřezu - žádný tlak
- Posouzení
- Tahová síla
- Plocha průřezu
- Mez kluzu
- Dílčí součinitel únosnosti
- Návrhová plastická únosnost vůči normálovým silám
- Únosnost při působení osové síly
- Posouzení
- Rovnice pro posouzení
- $N_{t,Ed} / N_{t,Rd} = 0.37 \leq 1$ (6.5)

$N_{t,Ed}$	236.70	kN	
A	18.10	cm ²	
f_y	35.50	kN/cm ²	3.2.1
γ_{M0}	1.000		6.1
$N_{pl,Rd}$	642.55	kN	(6.6)
$N_{t,Rd}$	642.55	kN	
η	0.37		≤ 1 (6.5)

2 - GRO 100x5 | DIN 59411:1978

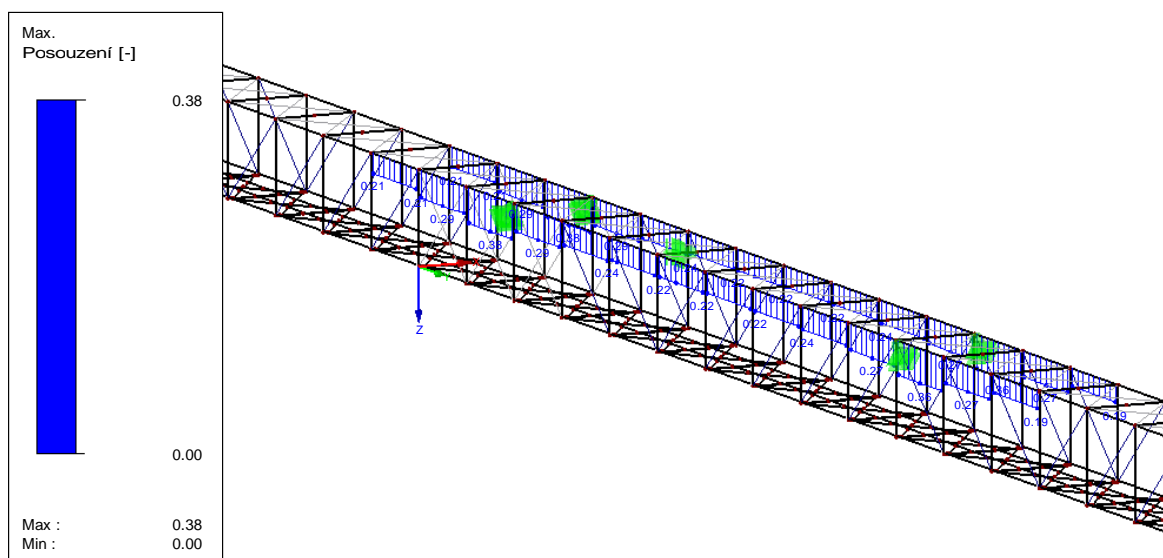
[mm]

Vypočet Detaily... Nár. příloha... Grafika OK Storno

RF-STEEL EC3 PR1

Mezní stav únosnosti: Posouzení průřezu, Posouzení stability, Posouzení svaru, Posouzení tlaku, Posouzení plasticity

Izometrie



Max Posouzení: 0.38

0,38 < 1,0 VYHOVUJE

7.2. Dolní pasy

RF-STEEL EC3 - [ML36-76m_montaz_tahova_diagonalaPSI]

Soubor Upravit Nastavení nápověda

PŘ2 - Dolní pasy

2.2 Posouzení po průřezech

Vstupní údaje

- Základní údaje
- Materiály
- Průřez
- Mezilehlé podpory proti příčným
- Vzpěrné délky - pruhy
- Parametry - pruhy

Výsledky

- Posouzení po zatěžovacích stav
- Posouzení po průřezech
- Posouzení po prutech
- Posouzení po místech x
- Rozhodující vnitřní síly po prutech
- Výkaz materiálu po prutech

Průřez č.	A	B	C	D	E	F
Prut č.	Místo x [m]	Zatěžení	Návrhové využití	Posouzení podle vzorce		
4	RRO 140x80x5.0 Mannesmann					
87	0.000	KV1	0.42	≤ 1	CS102	Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
87	2.760	KV1	0.01	≤ 1	CS123	Posouzení průřezu - smyk ve směru y podle 6.2.6
87	1.380	KV1	0.45	≤ 1	CS201	Posouzení průřezu - ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
87	0.000	KV1	0.50	≤ 1	ST302	Posouzení stability - vzpěr okolo y podle 6.3.1.1 a 6.3.1.2
87	0.000	KV1	0.72	≤ 1	ST312	Posouzení stability - vzpěr okolo z podle 6.3.1.1 a 6.3.1.2
87	0.690	KV1	0.77	≤ 1	ST364	Posouzení stability - ohyb a tlak podle 6.3.3, metoda 2

Max: 0.77 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 87 - x: 0.000 m - KV1

- Materiálové charakteristiky - Ocel S 355 | ČSN EN 1993-1-1:2005-05
- Průřezové charakteristiky - RRO 140x80x5.0 | Mannesmann
- Návrhové vnitřní síly
- Klasifikace průřezu - třída 1
- Posouzení
 - Tlaková síla
 - $N_{c,Ed}$ 311.47 kN
 - Plocha průřezu
 - A 20.73 cm²
 - Mez kluzu
 - f_y 35.50 kN/cm²
 - Dílicí součinitel únosnosti
 - γ_{M0} 1.000
 - Únosnost při působení normálové síly
 - $N_{c,Rd}$ 735.92 kN
 - Posouzení
 - η 0.42 ≤ 1
- Rovnice pro posouzení
 - $N_{c,Ed} / N_{c,Rd} = 0.42 \leq 1$ (6.9)

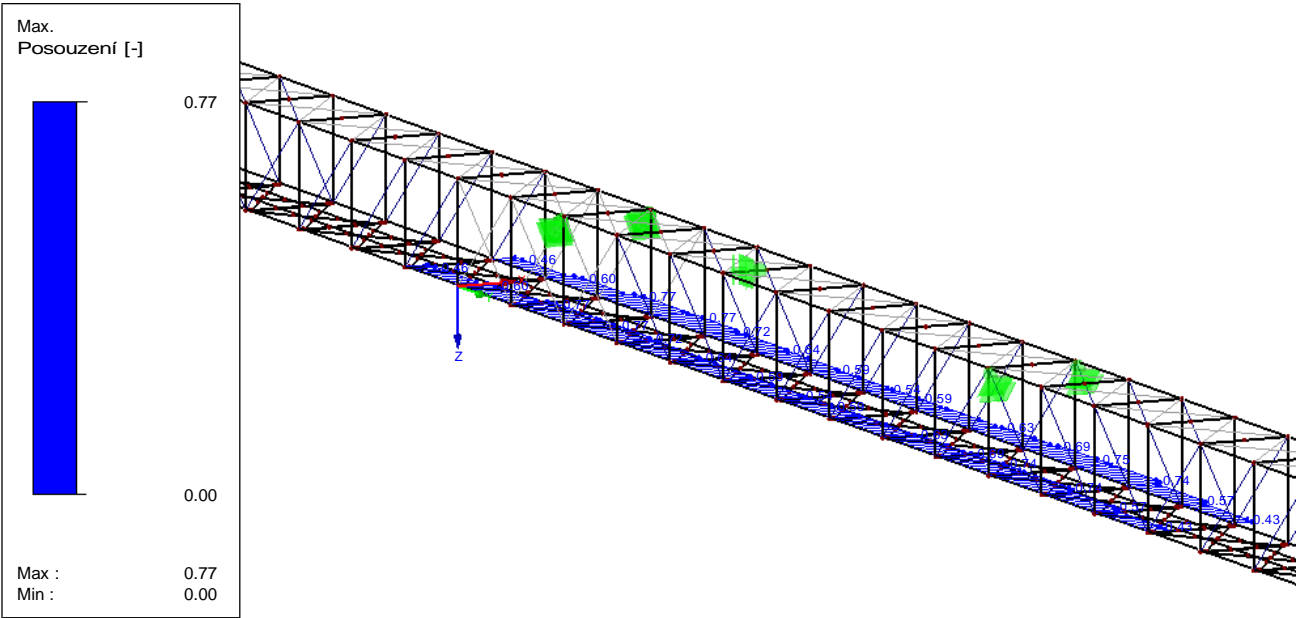
4 - RRO 140x80x5.0 | Mannesmann

[mm]

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Grafika OK Storno

RF-STEEL EC3 PŘ2
Mezní stav únosnosti: Posouzení průřezu, Posouzení stability, Posouzení svaru, Posouzení tlaku, Posouzení plasticity

Izometrie



Max Posouzení: 0.77

0,77 < 1,0 VYHOVUJE

7.3. Dolní pasy

RF-STEEL EC3 - [ML36-76m_montaz_tahova_diagonalaPSI]

Soubor Upravit Nastavení nápověda

PR4 - Rámy PR2

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	A	B	C	D	E	F	G
	Označení	Prut č.	Místo x [m]	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce	NS
	Posouzení mezního stavu únosnosti						
KV1	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/doch	46	0.000	0.29 ≤ 1	ST364	Posouzení stability - ohyb a tlak podle 6.3.3, metoda 2	TD

Max: 0.29 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 46 - x: 0.000 m - KV1

☑ Materiálové charakteristiky - Ocel S 355 | ČSN EN 1993-1-1:2005-05

☑ Pruževné charakteristiky - RRO 140x80x4 | DIN 59411:1978

☑ Návrhové vnitřní síly

☑ Klasifikace průřezu - třída 3

☑ Posouzení

Modul pružnosti

Moment setrvačnosti

Vzpěrná délka prutu

Pružná kritická síla

Plocha průřezu

Mez kluzu

Poměrná štíhlost

Křivka vzpěrné pevnosti

Součinitel imperfekce

Pomocný součinitel

Součinitel vzpěrnosti

Moment setrvačnosti

Vzpěrná délka prutu

Pružná kritická síla

Poměrná štíhlost

Křivka vzpěrné pevnosti

Součinitel imperfekce

E

I_y

L_{cr,y}

N_{cr,y}

A

f_y

λ_y

BC_y

α_y

Φ_y

χ_y

I_z

L_{cr,z}

N_{cr,z}

λ_z

BC_z

α_z

21000.00

429.60

2.670

1249.00

16.55

35.50

0.686

c

0.490

0.854

0.733

180.42

2.670

524.54

1.058

c

0.490

kN/cm²

cm⁴

m

kN

cm²

kN/cm²

tab. 6.2

Tab. 6.1

6.3.1.2(4)

6.3.1.2(1)

Rov. (6.49)

cm⁴

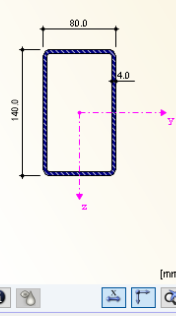
m

kN

tab. 6.2

Tab. 6.1

6 - RRO 140x80x4 | DIN 59411:1978

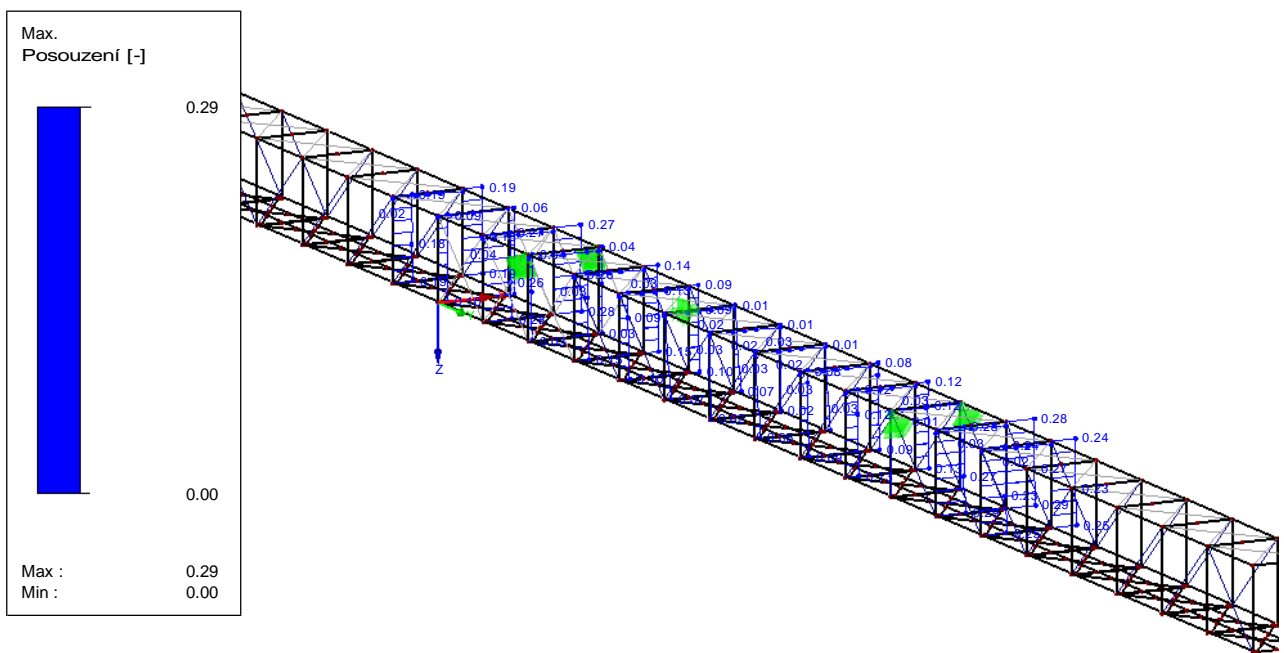


[mm]

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Grafika OK Storno

RF-STEEL EC3 PR4
Mezní stav únosnosti: Posouzení průřezu, Posouzení stability, Posouzení svaru, Posouzení tlaku, Posouzení plasticity

Izometrie



Max Posouzení: 0.29

0,29 < 1,0 VYHOVUJE

7.4. Výplňové pruty hlavního nosníku – Boční diagonály BD1

RF-STEEL EC3 - [ML36-76m_montaz_tahova_diagonalaPSI]

Soubor Upravit Nastavení Nápověda

PR3 - Boční diagonály

Vstupní údaje

- Základní údaje
- Materiály
- Průřezy
- Mezilehlé podpory proti příčnému
- Vzpěrné délky - pruty
- Parametry - pruty

Výsledky

- Posouzení po zatěžovacích stavech
- Posouzení po průřezích
- Posouzení po prutech
- Posouzení po místech x
- Rozhodující vnitřní síly po prutech
- Výkaz materiálu po prutech

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	A	B	C	D	E	F	G
Označení	Prut č.	Místo x [m]	Návrhové využití	Posouzení podle vzorce			NS
Posouzení mezního stavu únosnosti							
KV1	MSU (STR/GEO) - trvalá/doč	884	0.000	0.43	≤ 1	CS101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3	TD

Max: 0.43 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 884 - x: 0.000 m - KV1

- ☒ Materiálové charakteristiky - Ocel S 235 | ČSN EN 1993-1-1:2005-05
- ☒ Průřezové charakteristiky - RO 76.1x4 | DIN 2448, DIN 2458
- ☒ Návrhové vnitřní síly
- ☒ Klasifikace průřezu - žádný tlak

Posouzení

Tahová síla	$N_{t,Ed}$	91.62	kN		
Plocha průřezu	A	9.06	cm ²		
Mez kluzu	f_y	23.50	kN/cm ²		3.2.1
Dílčí součinitel únosnosti	γ_{M0}	1.000			6.1
Návrhová plastická únosnost vůči normálovým silám	$N_{pl,Rd}$	212.92	kN		(6.6)
Únosnost při působení osových sil	$N_{t,Rd}$	212.92	kN		
Posouzení	η	0.43		≤ 1	(6.5)

Rovnice pro posouzení

- $N_{t,Ed} / N_{t,Rd} = 0.43 \leq 1$ (6.5)

5 - RO 76.1x4 | DIN 2448, DIN 2458

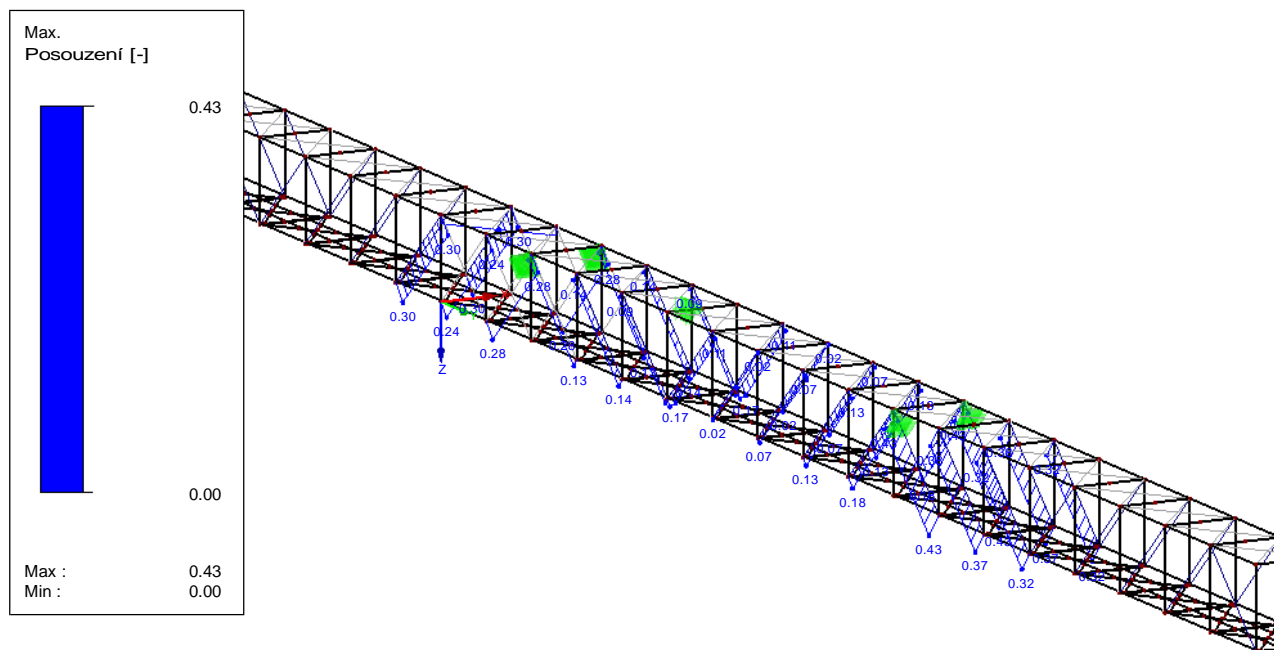
[mm]

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Grafika OK Storno

RF-STEEL EC3 PR3

Izometrie

Mezní stav únosnosti: Posouzení průřezu, Posouzení stability, Posouzení svaru, Posouzení tlaku, Posouzení plasticity



Max Posouzení: 0.43

0,43 < 1,0 VYHOVUJE

7.5. Výplňové pruty hlavního nosníku – Táhla Macalloy M30

RF-STEEL EC3 - [ML36-76m_montaz_tahova_diagonalaPSI]

Soubor Upravit Nastavení Nápověda

PŘ5 - Boční diagonály - MacAlloy

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

A	B	C	D	E	F	G
Zatížení	Označení	Prut č.	Místo x [m]	Návrhové využití	Posouzení podle vzorce	
KV1	MSU (STR/GEO) - trvalá/doš	1059	4.016	0.28 ≤ 1	CS101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3	TD

Max: 0.28 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 1059 - x: 4.016 m - KV1

☒ Materiálové charakteristiky - Ocel S 460 N I ČSN EN 1993-1-1:2005-05

☒ Průřezové charakteristiky - RD 30

☒ Návrhové vnitřní síly

☒ Posouzení

Tahová síla	$N_{t,Ed}$	89.87	kN	
Plocha průřezu	A	7.07	cm ²	
Mez kluzu	f_y	46.00	kN/cm ²	3.2.1
Díleč součinitel únosnosti	γ_{M0}	1.000		6.1
Návrhová plastická únosnost vůči normálovým slám	$N_{pl,Rd}$	325.22	kN	(6.6)
Únosnost při působení osové síly	$N_{t,Rd}$	325.22	kN	
Posouzení	η	0.28		≤ 1 (6.5)

☒ Rovnice pro posouzení

$N_{t,Ed} / N_{t,Rd} = 0.28 \leq 1$ (6.5)

11 - RD 30

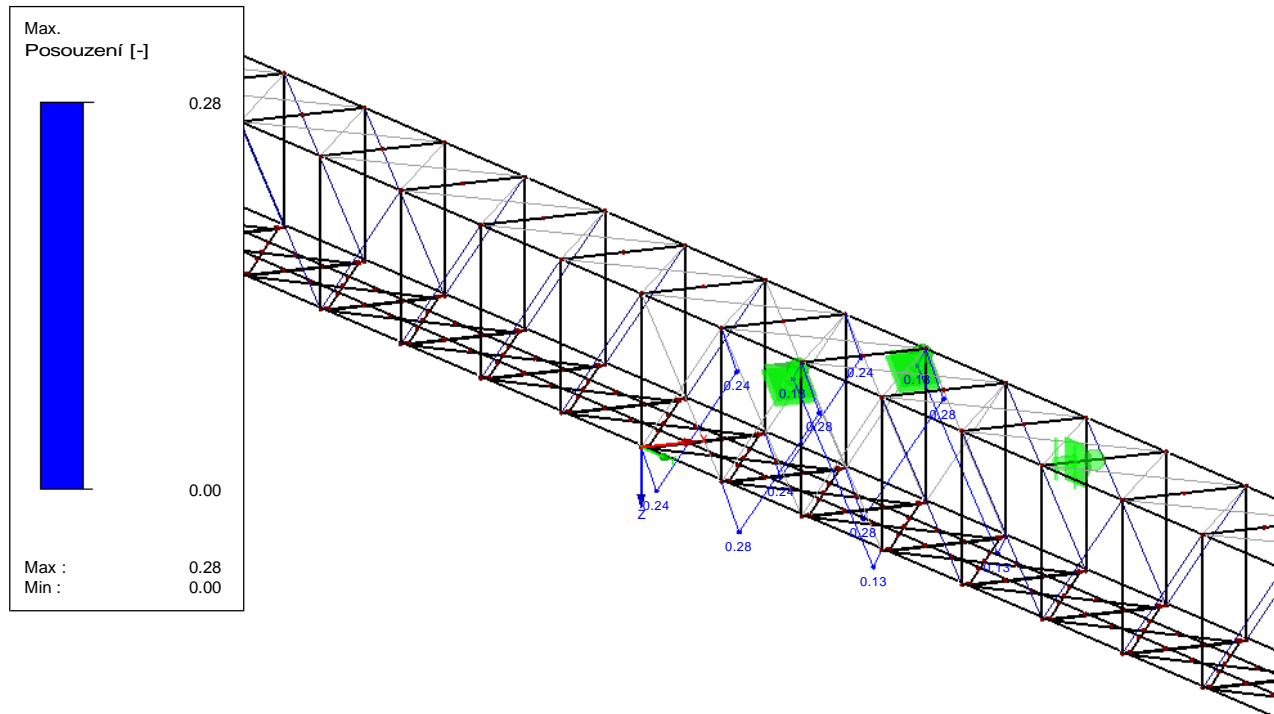
[mm]

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Grafika OK Storno

RF-STEEL EC3 PŘ5

Izometrie

Mezní stav únosnosti: Posouzení průřezu, Posouzení stability, Posouzení svaru, Posouzení tlaku, Posouzení plasticity



Max Posouzení: 0.28

0,28 < 1,0 VYHOVUJE

8. POSOUZENÍ HLAVNÍCH SPOJŮ KONSTRUKCE

Jedná se o rozebíratelnou ocelovou konstrukci, která se skládá z jednotlivých dílců. Základní dílce konstrukce tvoří příčný rám složený ze 2 ks, díl dolního pásu, díl horního pásu, diagonála horní – PROTAH M16, diagonála boční – TR 76,1/4, mostovkový rošt a zábradlí s okopným plechem. Dílce jsou zhotoveny pro pole $a = 3$ m. Dílce horního i dolního pásu jsou připevněny k ráům čepy M30. Mostovkový rošt je zasazen mezi příčné rámy a připojen pomocí VP šroubů M20. Mostovka je ze shora připevněna okopným plechem, který je součástí zábradlí a to je přišroubované k příčným ráům. Diagonály jsou připojeny rovněž čepy. Horní diagonála - čep M14 a boční diagonála - čep M30. Jednotlivé dílce jsou svařeny většinou tupými svary na plnou únosnost.

8.1. Čepový přípoj dolního pásu k rámu

Ocel **1.727** čep
S355 plechy

Dílčí součinitel materiálu:

$\gamma_{M0} = 1,00$
 $\gamma_{M2} = 1,25$
 $\gamma_{M6,ser} = 1,00$ spoje

Materiálové vlastnosti:

$f_{yp} = 750$ MPa
 $f_{up} = 1000$ MPa
 $E = 210000$ MPa
 $G = 81000$ MPa
 $\nu = 0,3$
 $g = 78,5$ kN/m³
 $\alpha = 1,20E-05$ K⁻¹
 $f_y = 355$ MPa
 $f_u = 490$ MPa

Geometrie čepového spoje:

Čep **Ø35** mm
 $d = 35$ mm
 $d_0 = 37$ mm
 $A = 962$ mm²

$t = 30$ mm
 $t_1 = 15$ mm

$a = 15$ mm
 $b = 30$ mm
 $c = 1,5$ mm

Návrhové síly působící v čepovém spoji:

$F_{Ed} = 461,72$ kN ... vektorový součet N a V v MSÚ (zahrnuje i M_T)
 $F_{Ed,ser} = 366,98$ kN ... vektorový součet N a V v MSP (zahrnuje i M_T)

Návrh tloušťky čepové desky (typ B):

$t \geq 0,7 \times \sqrt{(F_{Ed} \times \gamma_{M0} / f_y)} = 18$ mm => navrženo $t = 30$ mm
 $d_0 \leq 2,5 \times t = 75$ mm => navrženo $d_0 = 37$ mm

Návrh geometrie čepové desky (typ A):

$a \geq F_{Ed} \times \gamma_{M0} / (2t \times f_y) + 2d_0 / 3 = 46$ mm
 $c \geq F_{Ed} \times \gamma_{M0} / (2t \times f_y) + d_0 / 3 = 34$ mm

Únosnost čepu ve stříhu (pro jednu stříhovou rovinu):

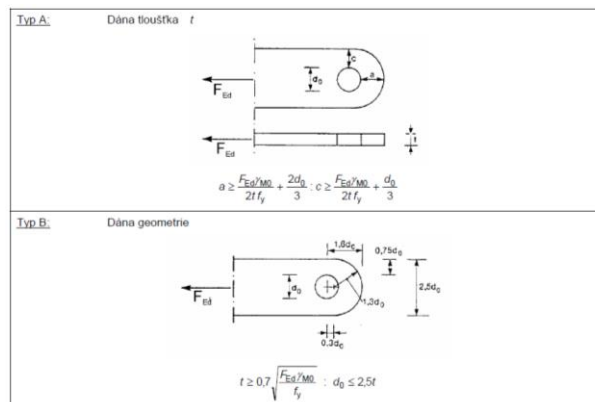
$F_{v,Rd} = 0,6 \times A \times f_{up} / \gamma_{M2}$
 $F_{v,Rd} = 461,81$ kN > **$F_{v,Ed} = F_{Ed} / 2 = 230,86$ kN** vyhovuje

Únosnost plechu v otláčení:

$F_{b,Rd} = 1,5 \times f_y \times d \times t / \gamma_{M0}$
 $F_{b,Rd} = 559,13$ kN > **$F_{b,Ed} = F_{Ed} = 461,72$ kN** vyhovuje

$F_{b,Rd,ser} = 0,6 \times f_y \times d \times t / \gamma_{M6,ser}$... podmínka pro výměnný čep

$F_{b,Rd,ser} = 223,65$ kN > **$F_{b,Ed,ser} = F_{Ed,ser} / 2 = 183,49$ kN** vyhovuje
(běžné zatížení chodci na lávkách dosahuje přibližně 50 % zatížení stanoveného v normě [17])



Únosnost čepu v ohybu:

$M_{Ed} = F_{Ed} \times (b + 4c + 2a) / 8 = 3,81$ kNm
 $M_{Ed,ser} = F_{Ed,ser} \times (b + 4c + 2a) / 8 = 2,11$ kNm ... pro výměnný čep
 $W_{el} = \pi \times d^3 / 32 = 4209$ mm³
 $M_{Rd} = 1,5 \times W_{el} \times f_y / \gamma_{M0}$

$M_{Rd} = 4,74$ kNm > **$M_{Ed} = 3,81$ kNm** vyhovuje

$M_{Rd,ser} = 0,8 \times W_{el} \times f_y / \gamma_{M6,ser}$... pro výměnný čep

$M_{Rd,ser} = 2,53$ kNm > **$M_{Ed} = 2,11$ kNm** vyhovuje

Únosnost čepu při kombinaci stříhu a ohybu:

$$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$$

v MSÚ **0,90** < **1,0** vyhovuje

v MSP **0,95** < **1,0** vyhovuje

Podmínka napětí v kontaktu pro výměnný čep:

$\sigma_{h,Ed} = 0,591 \times \sqrt{(E \times F_{Ed} \times (d_0 - d) / (d^2 \times t))} = 856$ MPa

$f_{h,Rd} = 888$ MPa > **$\sigma_{h,Ed} = 856$ MPa** vyhovuje

8.2. Čepový přípoj horního pásu k rámu

Ocel 1.7227 čep
S355 plechy

Dílkový součinitel materiálu:

$\gamma_{M0} = 1,00$
 $\gamma_{M2} = 1,25$
 $\gamma_{M6,ser} = 1,00$ spoje

Materiálové vlastnosti:

$f_{yp} = 750$ MPa
 $f_{up} = 1000$ MPa
 $E = 210000$ MPa
 $G = 81000$ MPa
 $\nu = 0,3$
 $g = 78,5$ kN/m³
 $\alpha = 1,20 \cdot 10^{-5}$ K⁻¹
 $f_y = 355$ MPa
 $f_u = 490$ MPa

Geometrie čepového spoje:

Čep $\varnothing 35$ mm
 $d = 35$ mm
 $d_0 = 37$ mm
 $A = 962$ mm²

$t = 30$ mm
 $t_1 = 15$ mm

$a = 15$ mm
 $b = 30$ mm
 $c = 1,5$ mm

Návrhové síly působící v čepovém spoji:

$F_{Ed} = 451,50$ kN ... vektorový součet N a V v MSÚ (zahrnuje i M_T)
 $F_{Ed,ser} = 348,00$ kN ... vektorový součet N a V v MSP (zahrnuje i M_T)

Návrh tloušťky čepové desky (typ B):

$t \geq 0,7 \times \sqrt{(F_{Ed} \times \gamma_{M0} / f_y)} = 18$ mm => navrženo $t = 30$ mm
 $d_0 \leq 2,5 \times t = 75$ mm => navrženo $d_0 = 37$ mm

Návrh geometrie čepové desky (typ A):

$a \geq F_{Ed} \times \gamma_{M0} / (2t \times f_y) + 2d_0 / 3$ => spoj v tlaku, není nutné ověřovat
 $c \geq F_{Ed} \times \gamma_{M0} / (2t \times f_y) + d_0 / 3$ => spoj v tlaku, není nutné ověřovat

Únosnost čepu ve stříhu (pro jednu stříhovou rovinu):

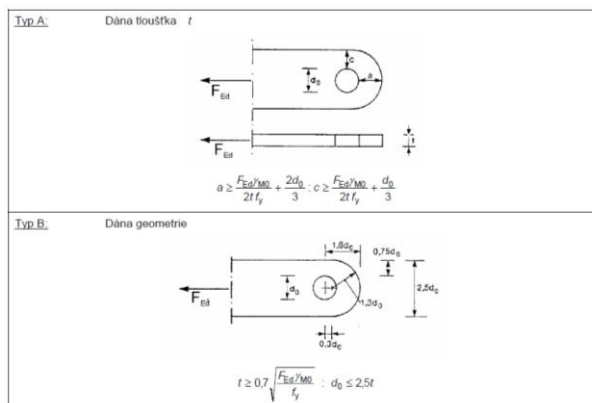
$F_{v,Rd} = 0,6 \times A \times f_{up} / \gamma_{M2}$
 $F_{v,Rd} = 461,81$ kN > $F_{v,Ed} = F_{Ed} / 2 = 225,75$ kN vyhovuje

Únosnost plechu v otláčení:

$F_{b,Rd} = 1,5 \times f_y \times d \times t / \gamma_{M0}$
 $F_{b,Rd} = 559,13$ kN > $F_{b,Ed} = F_{Ed} = 451,50$ kN vyhovuje

$F_{b,Rd,ser} = 0,6 \times f_y \times d \times t / \gamma_{M6,ser}$... podmínka pro výměnný čep

$F_{b,Rd,ser} = 223,65$ kN > $F_{b,Ed,ser} = F_{Ed,ser} / 2 = 174,00$ kN vyhovuje
(běžné zatížení chodci na lávkách dosahuje přibližně 50 % zatížení stanoveného v normě [17])



Únosnost čepu v ohybu:

$M_{Ed} = F_{Ed} \times (b + 4c + 2a) / 8 = 3,72$ kNm
 $M_{Ed,ser} = F_{Ed,ser} \times (b + 4c + 2a) / 8 = 2,00$ kNm ... pro výměnný čep
 $W_{el} = \pi \times d^3 / 32 = 4209$ mm³
 $M_{Rd} = 1,5 \times W_{el} \times f_y / \gamma_{M0}$

$M_{Rd} = 4,74$ kNm > $M_{Ed} = 3,72$ kNm vyhovuje

$M_{Rd,ser} = 0,8 \times W_{el} \times f_y / \gamma_{M6,ser}$... pro výměnný čep

$M_{Rd,ser} = 2,53$ kNm > $M_{Ed} = 2,00$ kNm vyhovuje

Únosnost čepu při kombinaci stříhu a ohybu:

$$\left[\frac{M_{Ed}}{M_{Rd}} \right]^2 + \left[\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} \right]^2 \leq 1$$

v MSÚ 0,86 < 1,0 vyhovuje

v MSP 0,87 < 1,0 vyhovuje

Podmínka napětí v kontaktu pro výměnný čep:

$\sigma_{h,Ed} = 0,591 \times \sqrt{(E \times F_{Ed} \times (d_0 - d) / (d^2 \times t))} = 833$ MPa

$f_{h,Rd} = 888$ MPa > $\sigma_{h,Ed} = 833$ MPa vyhovuje

8.3. Šroubový přípoj ve spojení roštu s rámem

Ocel **10.9** VP šroub
S355 plechy

Dílčí součinitel materiálu:

$\gamma_{M0} = 1,00$
 $\gamma_{M2} = 1,25$

Materiálové vlastnosti:

$f_{yb} = 900 \text{ MPa}$
 $f_{ub} = 1000 \text{ MPa}$
 $f_u = 490 \text{ MPa}$

Rozměry spoje:

M20 VP šroub
 $t_1 = 10 \text{ mm}$
 $t_2 = 15 \text{ mm}$
 $d = 20 \text{ mm}$
 $d_0 = 22 \text{ mm}$
 $A = 314 \text{ mm}^2$
 $A_s = 245 \text{ mm}^2$

Návrhové vnitřní síly:

$\max N_{Ed} = 48,63 \text{ kN}$
 $\min N_{Ed} = -5,21 \text{ kN}$
 $\max M_{y,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$
 $\max M_{y,Ed} = 0,00 \text{ kNm}$
 $\max V_{z,Ed} = 6,91 \text{ kN}$
 $\max V_{y,Ed} = 2,26 \text{ kN}$

$\alpha_v = 0,6$
 $A = A_s = 245 \text{ mm}^2$

$t = 10 \text{ mm}$

$a_b = \min \begin{cases} e_1 / 3d_0 = 0,45 \\ 1,0 \\ f_{ub} / f_u = 2,04 \end{cases}$

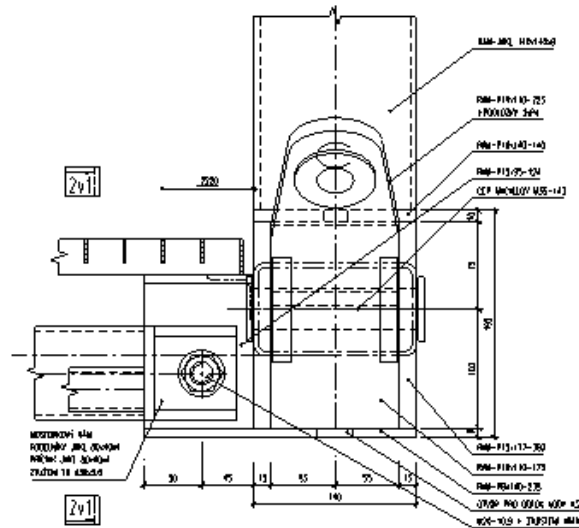
$k_1 = \min \begin{cases} 2,8e_2 / d_0 - 3,39 \\ 2,5 \end{cases} 2,50$

$k_2 = 0,9$

$d_m = 32,3 \text{ mm}$
 $t_p = 10 \text{ mm}$

Schéma detailu:

DETAIL D2
m 1:2



Únosnost ve stříhu:

$F_{v,Rd} = \alpha_v \times f_{ub} \times A / \gamma_{M2}$
 $F_{v,Rd} = 117,60 \text{ kN}$
 $F_{v,Ed} = 49,12 \text{ kN} \dots \text{vektorový součet } N \text{ a } V$
0,42 < 1,00 vyhovuje

Únosnost v otláčení:

$F_{b,Rd} = k_1 \times \alpha_b \times f_u \times d \times t / \gamma_{M2}$
 $F_{b,Rd} = 89,09 \text{ kN}$
 $F_{b,Ed} = 49,12 \text{ kN} \dots \text{vektorový součet } N \text{ a } V$
0,55 < 1,00 vyhovuje

Únosnost v tahu:

$F_{t,Rd} = k_2 \times f_{ub} \times A_s / \gamma_{M2}$
 $F_{t,Rd} = 176,40 \text{ kN}$
 $F_{t,Ed} = 2,26 \text{ kN}$
0,01 < 1,00 vyhovuje

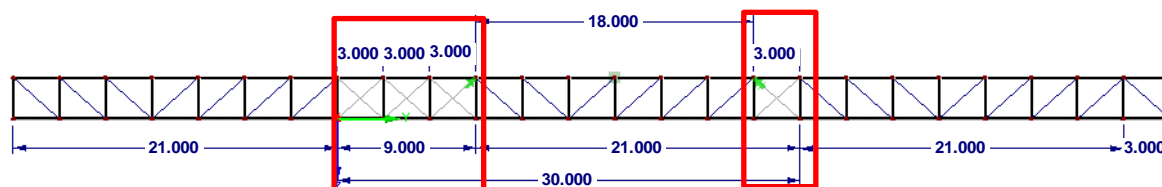
Únosnost v protlačení:

$B_{p,Rd} = 0,6 \times \pi \times d_m \times t_p \times f_u / \gamma_{M2}$
 $B_{p,Rd} = 238,67 \text{ kN}$
 $F_{t,Ed} = 2,26 \text{ kN}$
0,01 < 1,00 vyhovuje

Kombinace stříhu a tahu:

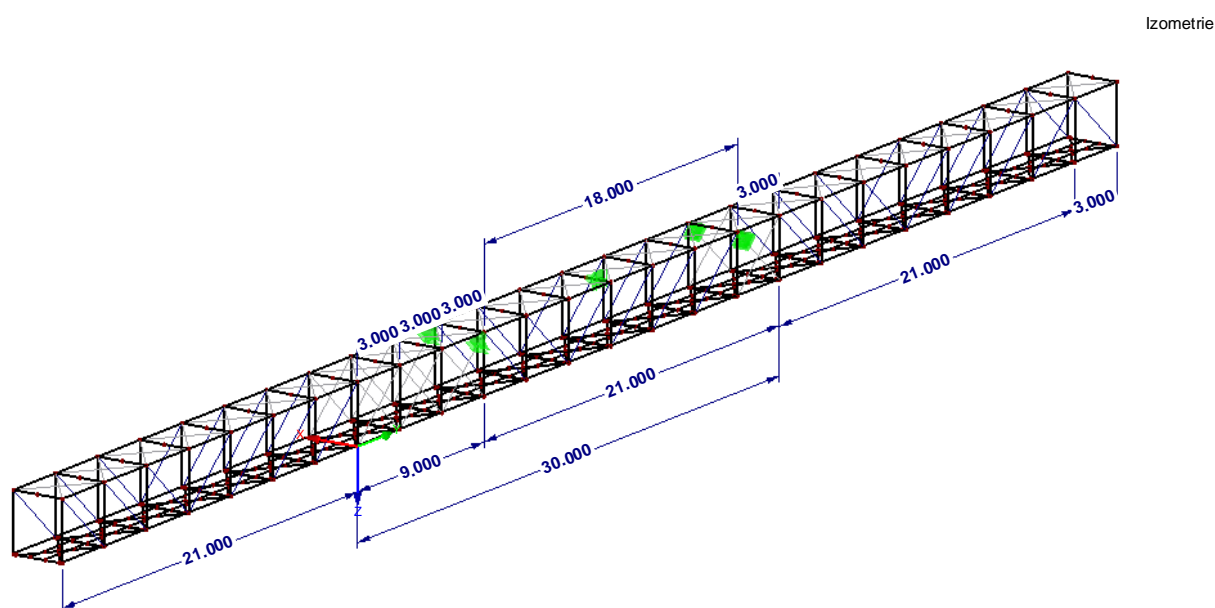
$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1,0$
0,43 < 1,00 vyhovuje

VARIANTA M2



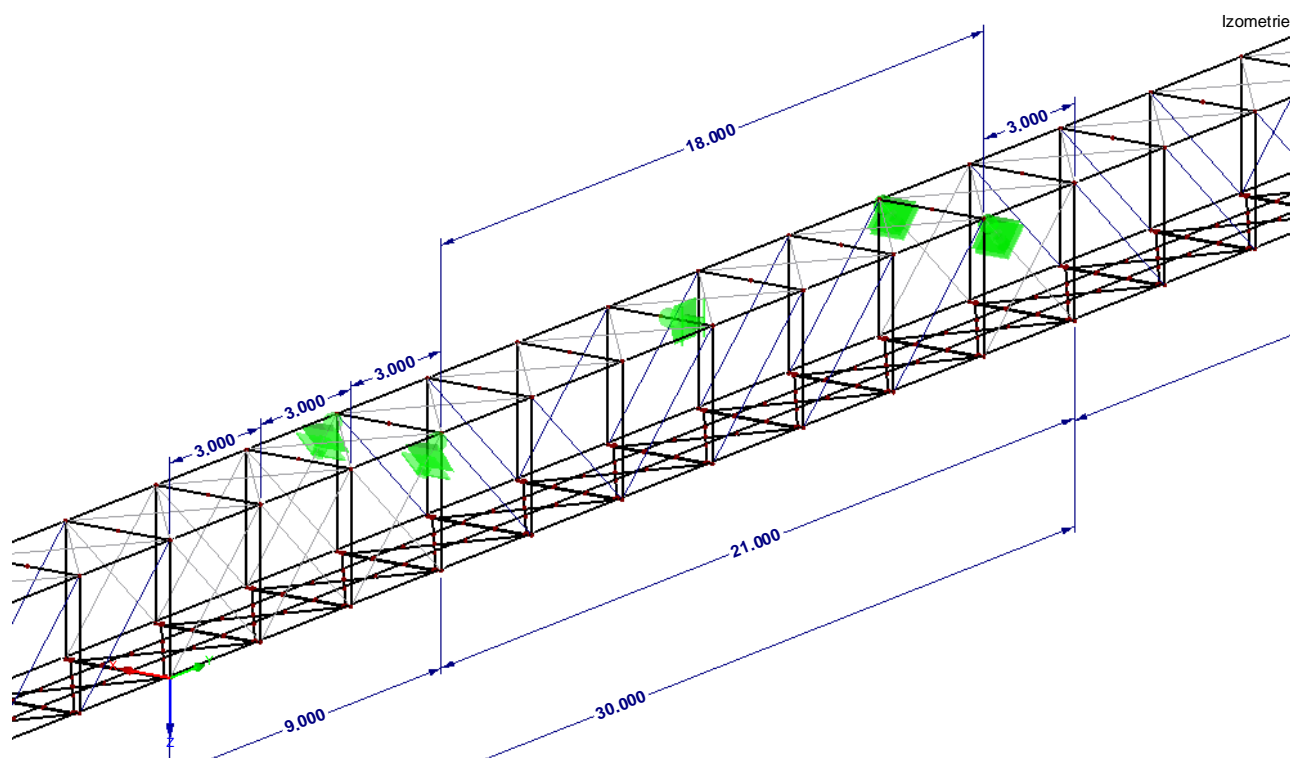
Varianta M2 se od varianty M1 liší body podpor a změnou typu diagonály v poli č. 17 (počítáno zleva), jak je patrné na obrázku. Dále uvádíme jen podstatné rozdíly mezi oběma variantami, tedy výsledky vnitřních sil, posouzení prutů a deformací.

8.4. Axonometrický pohled



8.5. Uzlové podpory pro montážní variantu M2

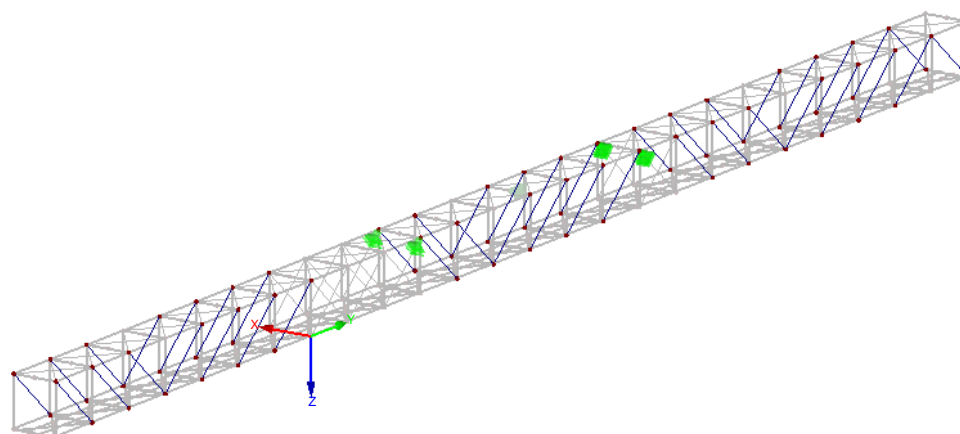
Varianta M1 reprezentuje zavěšení lávky pod úhlem 45° za styčník rámtů v úrovni horních pasů. Zavěšení je realizováno v rozpětích 30,18,27m a vystihuje zvýšenou hmotnost lávky v místech osazení prvků protidotykové ochrany.



Izometrie

8.6. Použité profily

8.6.1. TR 76,1/4- S235JRH (ČSN EN 10219)-BD1

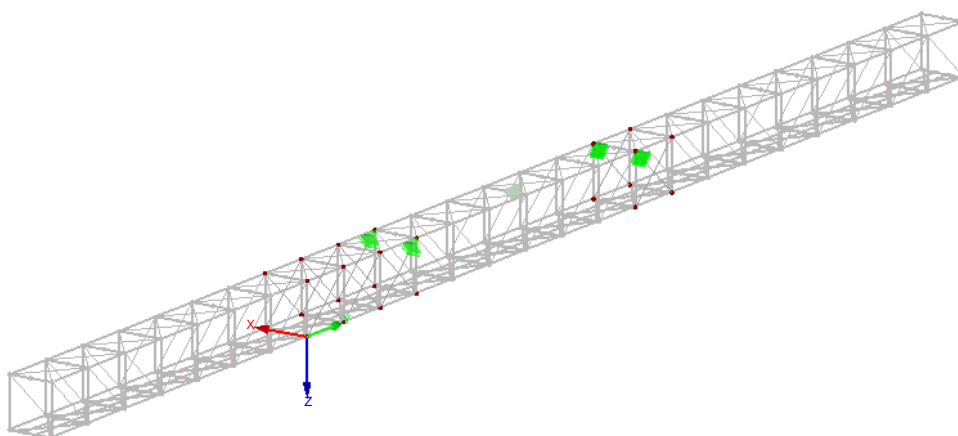


Izometrie

8.6.2. TÁHLO MACALLOY 30 – S460N (ČSN EN 10025)

Z důvodu montáže bylo nezbytné nahradit obvyklé boční diagonály BD1 z TR 76,1/4 dvojicí zkřížených táhel ze systému MACALLOY 460, a to konkrétně průměru 30mm. Tato táhla jsou alternativní k BD1 a výrobce lávek je má skladem. Osazení táhel M30 v polích č.8, 9, 10 a 17 pro variantu montáže M1 zamezuje vzpěrnému vybočení táhel BD1 (montážní x provozní stav).

Izometrie

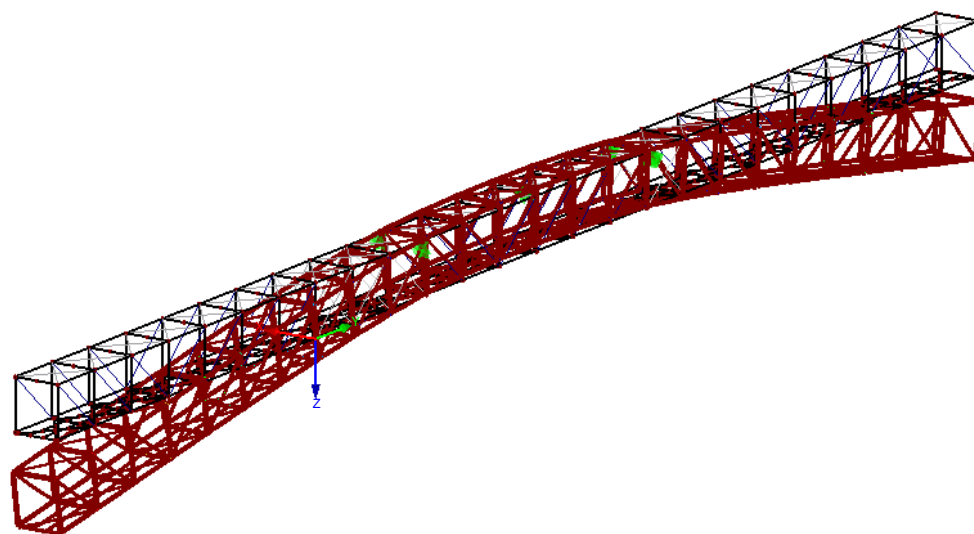
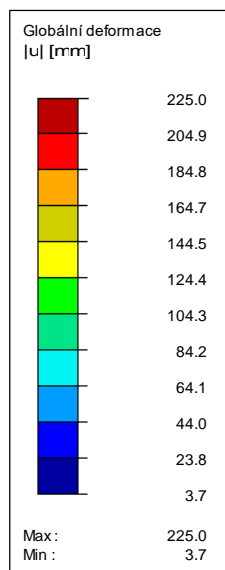


9. STABILITA

Stabilitní tvar konstrukce je v montážním stavu zřejmý a reflektuje tvar konstrukce při zavěšení. Účinky montážních stavů byly vypočteny II. Řádem, dle teorie velkých deformací, ke kterým bude docházet vlivem podepření a také vlivem vůlí v čepích styčnicků. Po ověření chování konstrukce bylo posouzeno (vlastní tvary), že dochází jen k vybočení lokálních prvků a globální vybočení se ve stavu montáže neprojeví.

KV 2: MSP - charakteristická
Globální deformace u [mm]
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max u : 225.0, Min u : 3.7 [mm]
Součinitel pro deformace: 20.00

10. VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL A DEFORMACÍ

Výpočet je proveden na výše popsaném prutovém modelu v programu RFEM 5.21.02 pomocí teorie II. Řádu, teorií velkých deformací. Pruty s průřezem táhla Macalloy byla uvažována jako tahová.

Dále je uvedeno grafické zobrazení vnitřních sil pro mezní stav únosnosti MSÚ a deformací v mezním stavu použitelnosti MSP.

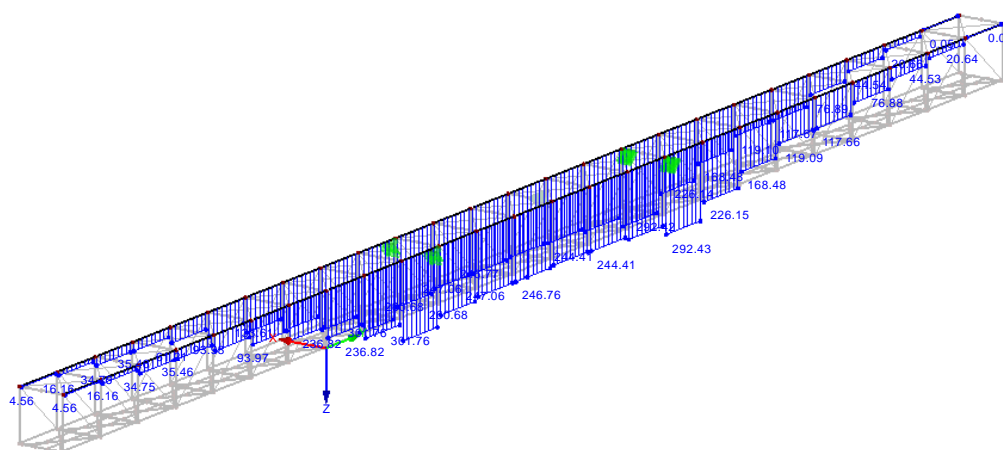
10.1. Vnitřní síly na prutech

10.1.1. Horní pás

N_{Ed}

KV 1: MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

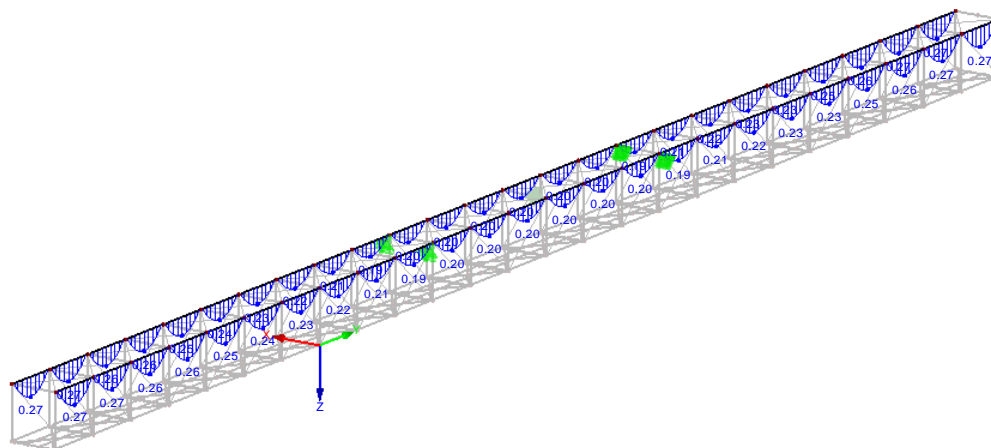
Izometrie



$M_{y,Ed}$

KV 1: MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b
Vnitřní síly M-y
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie

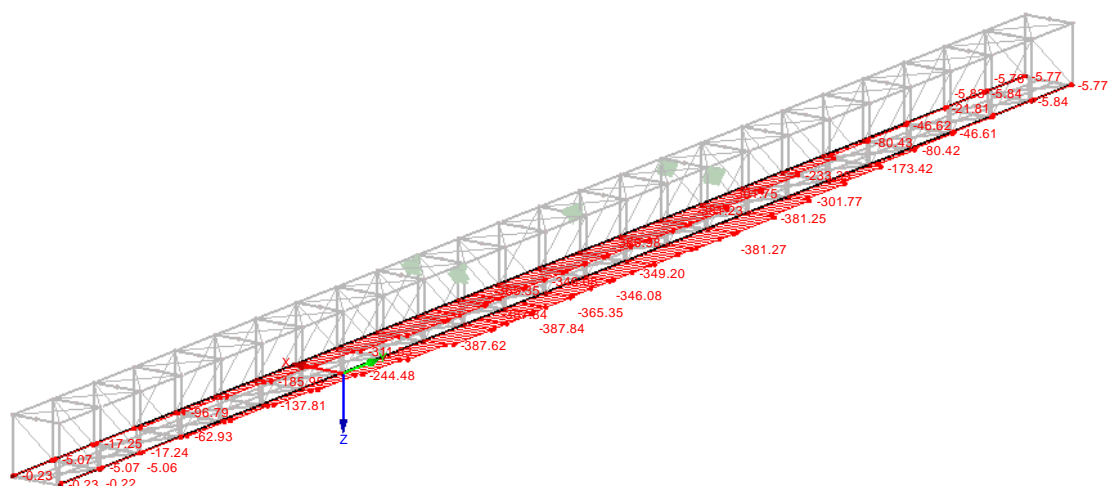


10.1.2. Dolní pás

N_{Ed}

KV 1: MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b
Vnitřní síly N
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie

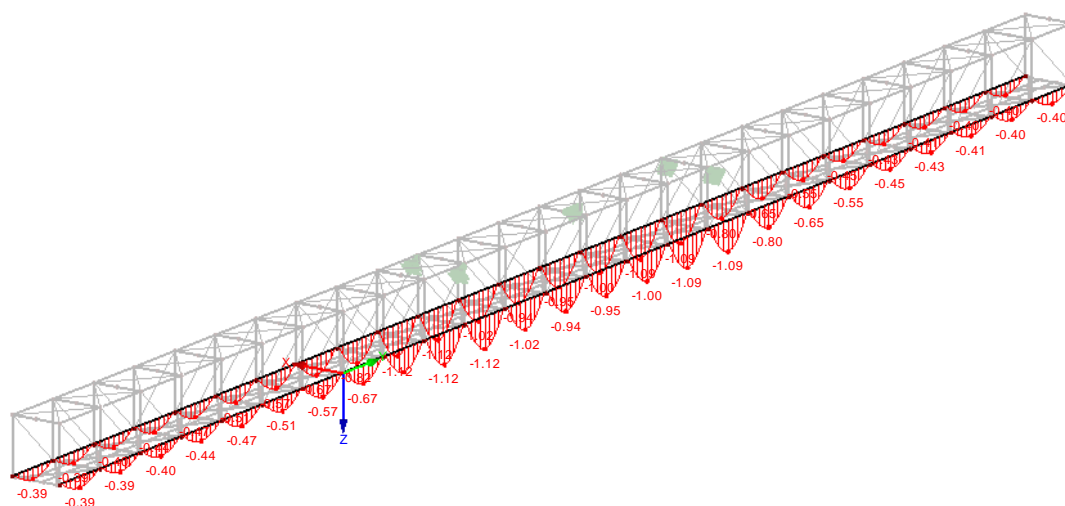


Max N: -0.22, Min N: -387.84 [kN]

$M_{y,Ed}$

KV 1: MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b
Vnitřní síly M-z
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



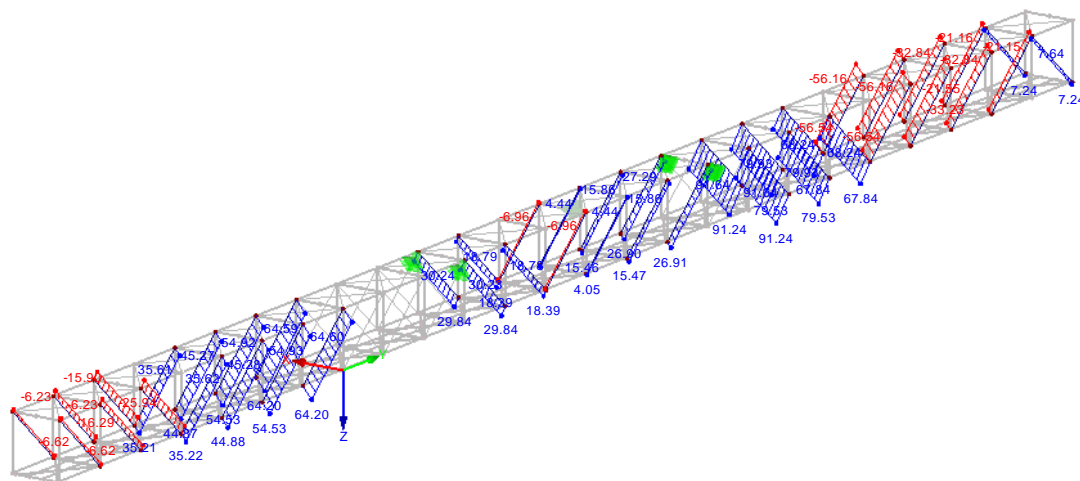
Max M-z: 0.00, Min M-z: -1.12 [kNm]

10.1.3. Výplňové pruty hlavních nosníků –BD1

 N_{Ed}

KV 1: MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



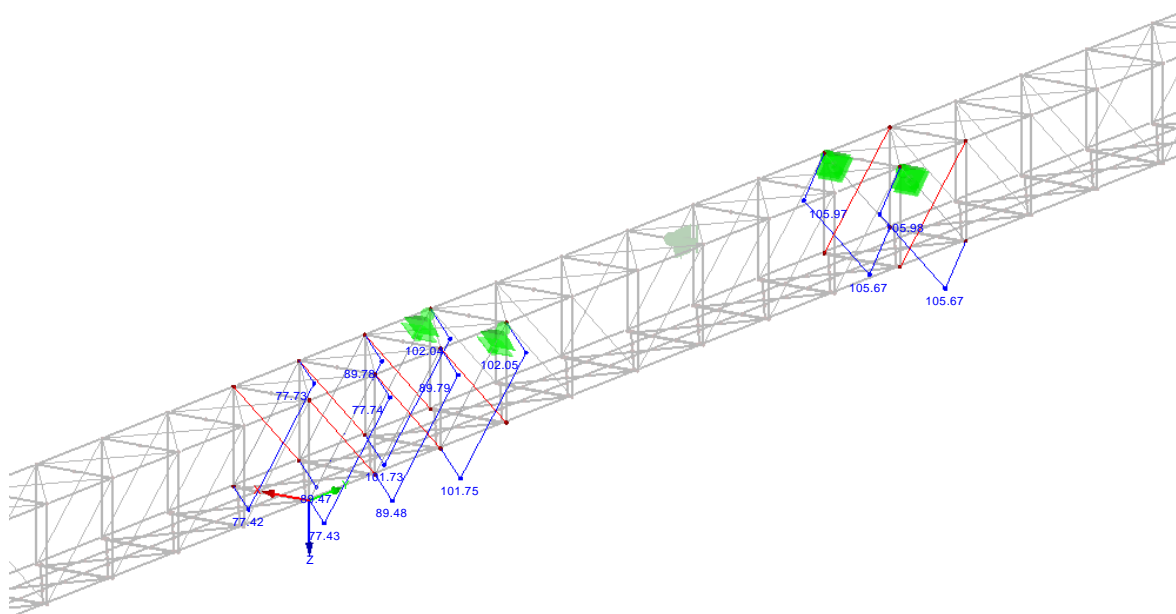
Max N: 91.64, Min N: -56.54 [kN]

10.1.4. Výplňové pruty hlavních nosníků –Macalloy M30

 N_{Ed}

KV 1: MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b
 Vnitřní síly N
 Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max N: 105.98, Min N: 77.42 [kN]

10.2. Reakce v závěsech

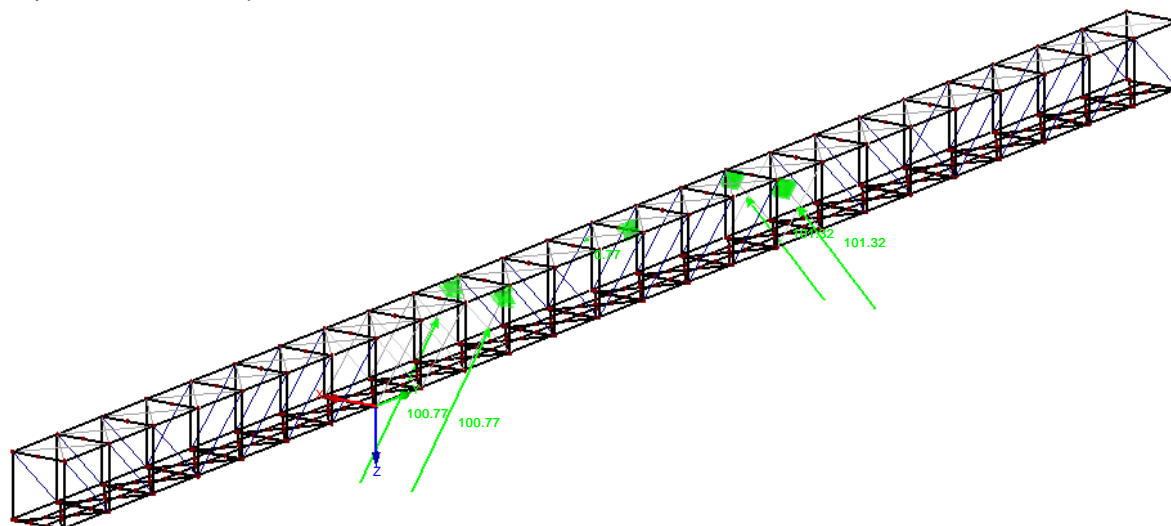
Charakteristické reakce

KV 2: MSP - charakteristická

Podporové reakce[kN]

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max P-X': 0.00, Min P-X': 0.00 kN
 Max P-Y': 0.00, Min P-Y': -0.77 kN
 Max P-Z': 101.32, Min P-Z': 0.00 kN

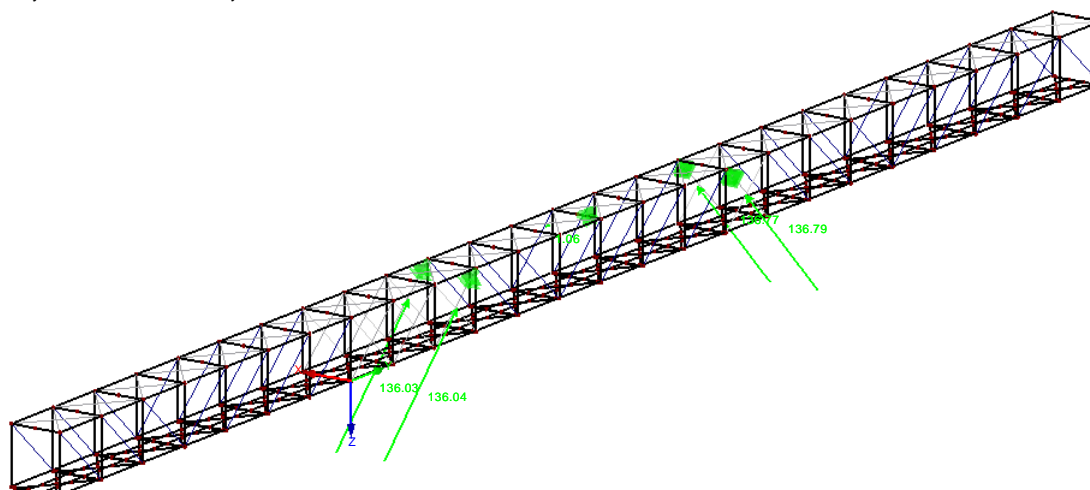
Návrhové reakce

KV 1: MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10a a 6.10b

Podporové reakce[kN]

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max P-X': 0.00, Min P-X': 0.00 kN
 Max P-Y': 0.00, Min P-Y': -1.06 kN
 Max P-Z': 136.79, Min P-Z': 0.00 kN

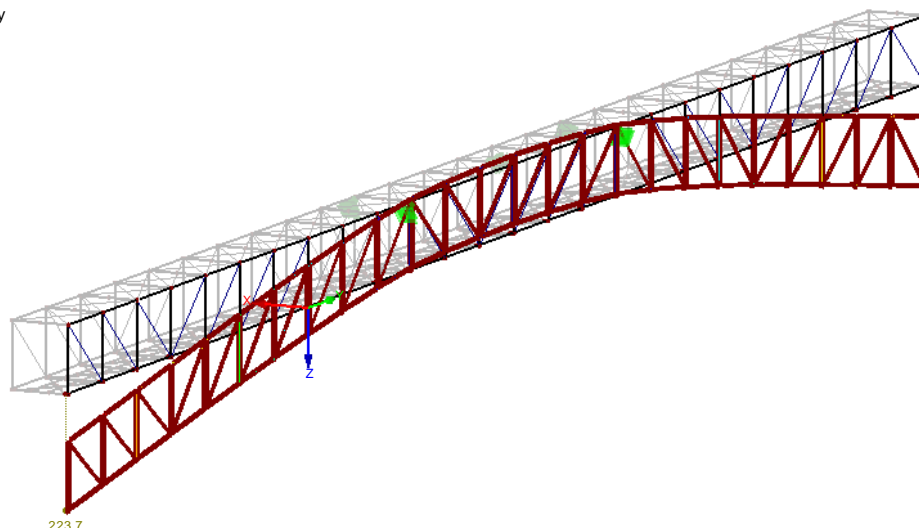
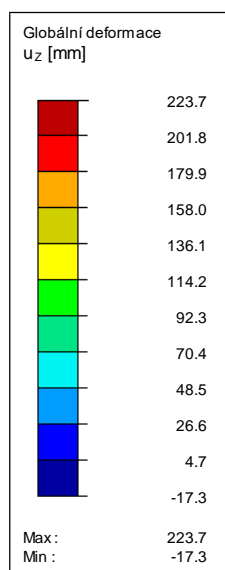
10.3. Deformace lávky

Průhyb lávky od stálých zatížení bude kompenzován nadvýšením. S tímto nadvýšením se v numerickém modelu neuvažuje, stejně tak se neuvažuje s dotlačením vůlí v čepových styčnicích. Lze očekávat v případě nepříznivé shody okolností i vyšší hodnoty průhybu v montážním stavu, protože, konstrukce bude smontována dle tvaru provozního.

10.3.1. Maximální deformace

KV 2: MSP - charakteristická
Globální deformace u-Z [mm]
Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie



Max u-Z: 223.7, Min u-Z: -17.3 [mm]
Součinitel pro deformace: 20.00

$$u-Z = 223,7 \text{ mm} = 1/241 L < u_{\text{lim}} = 1/200 L$$

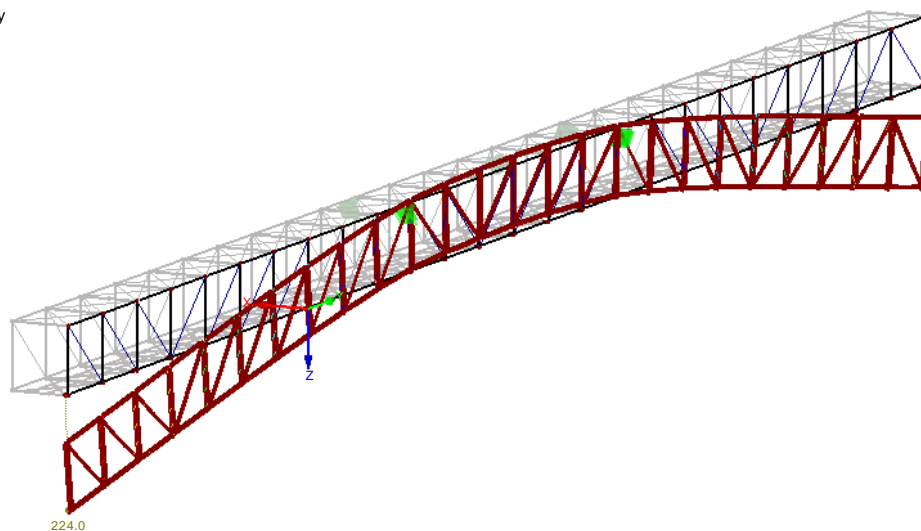
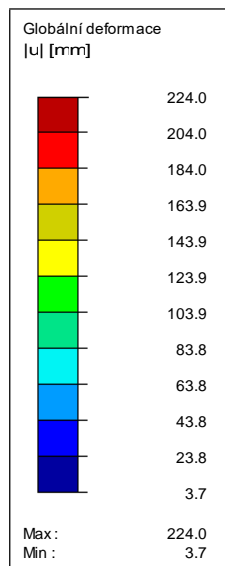
10.3.2. Celková maximální deformace

KV 2: MSP - charakteristická

Globální deformace u [mm]

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Izometrie

Max u : 224.0, Min u : 3.7 [mm]

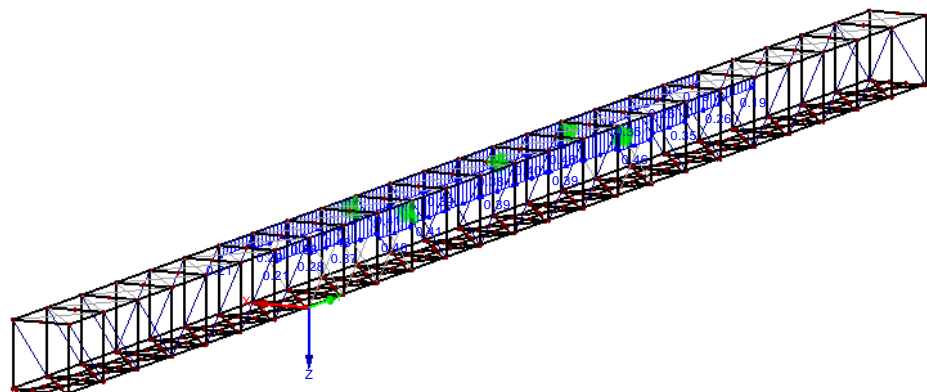
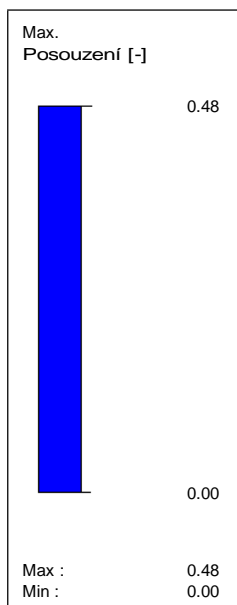
Součinitel pro deformace: 20.00

$$u = 224,0 \text{ mm}$$

Posouzení prutů hlavní nosné konstrukce spočívá v posouzení vzpěrné i prosté únosnosti vybraných prutů dle EC3 na konstrukci vypočtené II. Řádem, teorií velkých deformací. Pro posudek jsou vybrány pouze skupiny prvků které jsou pro posouzení montážních stavů důležité.

[illegible]

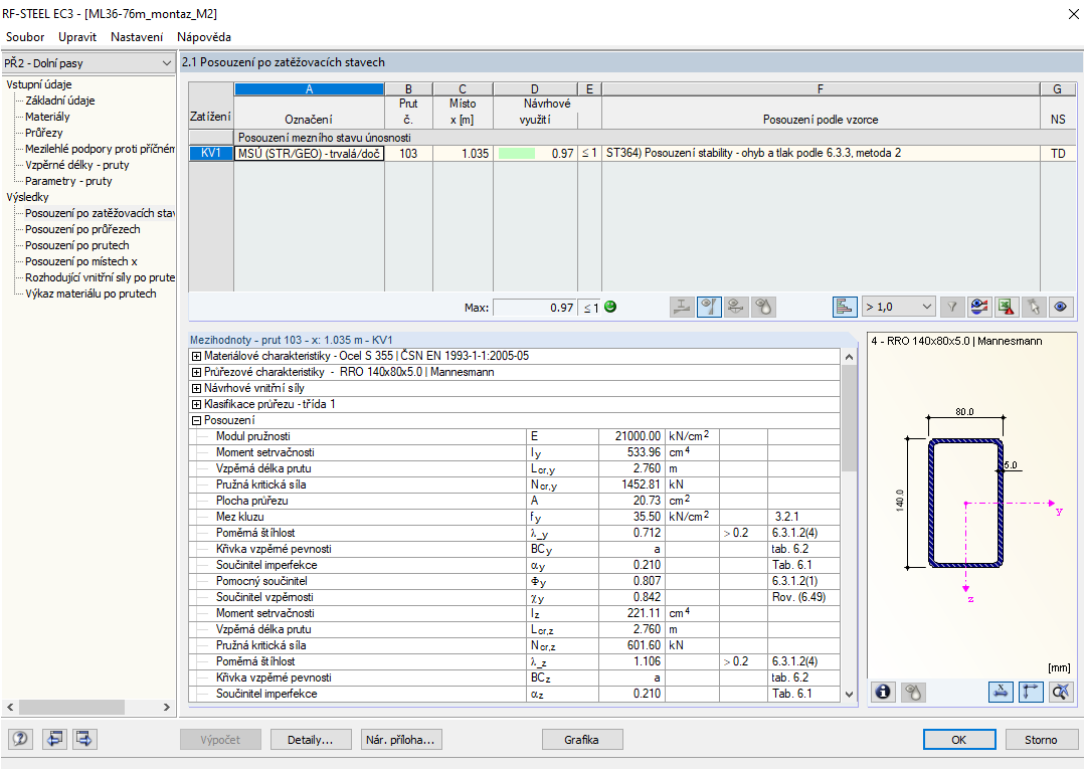
Izometrie



Max Posouzení: 0.48

0,48 < 1,0 VYHOVUJE

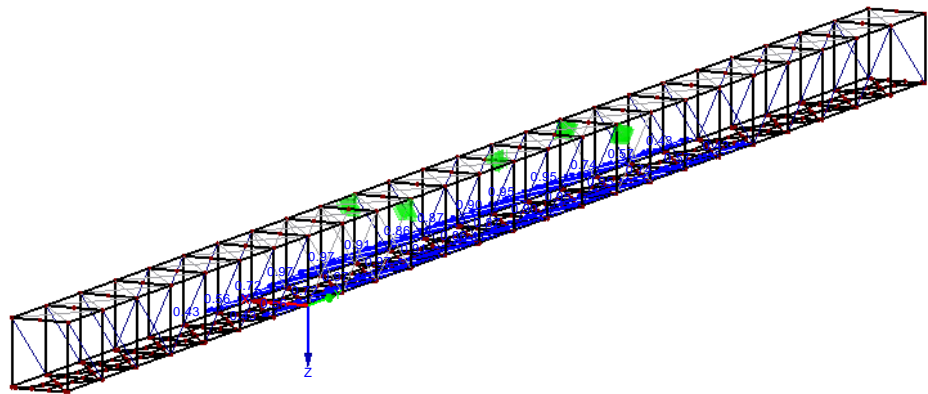
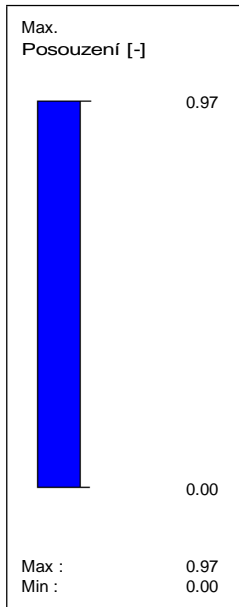
11.2.Dolní pasy



RF-STEEL EC3 PR2

Izometrie

Mezní stav únosnosti: Posouzení průřezu, Posouzení stability, Posouzení svaru, Posouzení tlaku, Posouzení plasticity



Max Posouzení: 0.97

0,97 < 1,0 VYHOVUJE !!!

11.3. Výplňové pruty hlavního nosníku – Boční diagonály BD1

RF-STEEL EC3 - [ML36-76m_montaz_M2]

Soubor Upravit Nastavení nápověda

PR3 - Boční diagonály

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	A	B	C	D	E	F	G
	Označení	Prut č.	Místo x [m]	Návrhové využití		Posouzení podle vzorce	NS
KV1	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/doč	882	0.000	0.43	≤ 1	CS101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3	TD

Max: 0.43 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 882 - x: 0.000 m - KV1

- ☒ Materiálové charakteristiky - Ocel S 235 | ČSN EN 1993-1-1:2005-05
- ☒ Průřezové charakteristiky - RO 76.1x4 | DIN 2448, DIN 2458
- ☒ Návrhové vnitřní síly
- ☒ Klasifikace průřezu - žádný tlak
- ☒ Posouzení

Tahová síla	$N_{t,Ed}$	91.64 kN	
Plocha průřezu	A	9.06 cm ²	
Mez kluzu	f_y	23.50 kN/cm ²	3.2.1
Dílčí součinitel únosnosti	γ_{M0}	1.000	6.1
Návrhová plastická únosnost vůči normálovým silám	$N_{pl,Rd}$	212.92 kN	(6.6)
Únosnost při působení osových sil	$N_{t,Rd}$	212.92 kN	
Posouzení	η	0.43	≤ 1 (6.5)
- ☒ Rovnice pro posouzení
 - $N_{t,Ed} / N_{t,Rd} = 0.43 \leq 1$ (6.5)

5 - RO 76.1x4 | DIN 2448, DIN 2458

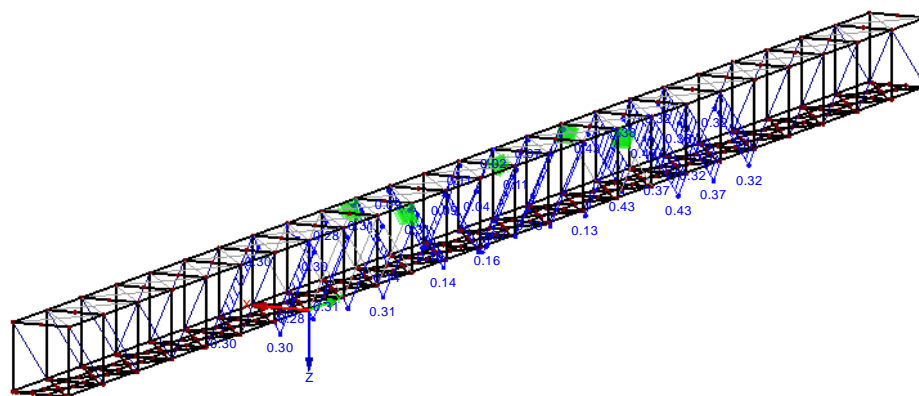
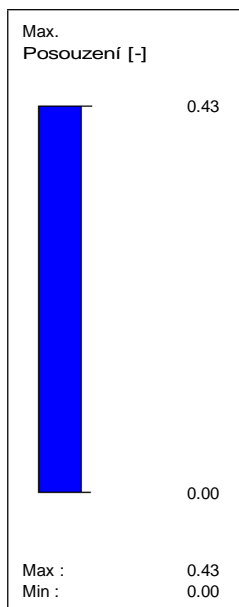
Max: 0.43 ≤ 1

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Grafika OK Storno

RF-STEEL EC3 PR3

Izometrie

Mezní stav únosnosti: Posouzení průřezu, Posouzení stability, Posouzení svaru, Posouzení tlaku, Posouzení plasticity



Max Posouzení: 0.43

0,43 < 1,0 VYHOVUJE !!!

11.4. Výplňové pruty hlavního nosníku – Táhla Macalloy M30

RF-STEEL EC3 - [ML36-76m_montaz_M2]

Soubor Upravit Nastavení Nápověda

PR5 - Boční diagonály - MacAlloy

2.1 Posouzení po zatěžovacích stavech

Zatížení	Označení	Prut d. x [m]	Místo x [m]	Návrhové využití	Posouzení podle vzorce	G
KV1	MSU (STR/GEO) - trvalá/doč.	1063	0.000	0.33 ≤ 1	CS101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3	TD

Max: 0.33 ≤ 1

Mezihodnoty - prut 1063 - x: 0.000 m - KV1

- Materialové charakteristiky - Ocel S 460 N ČSN EN 1993-1-1:2005-05
- Průřezové charakteristiky - RD 30
- Návrhové vnitřní síly
- Posouzení

Tahová síla	$N_{t,Ed}$	105.98	kN	
Plocha průřezu	A	7.07	cm ²	
Mez kluzu	f_y	46.00	kN/cm ²	3.2.1
Dílicí součinitel únosnosti	γ_{MO}	1.000		6.1
Návrhová plastická únosnost vůči normálovým silám	$N_{pl,Rd}$	325.22	kN	(6.6)
Únosnost při působení osových sil	$N_{t,Rd}$	325.22	kN	
Posouzení	η	0.33		≤ 1 (6.5)

Rovnice pro posouzení

$N_{t,Ed} / N_{t,Rd} = 0.33 \leq 1$ (6.5)

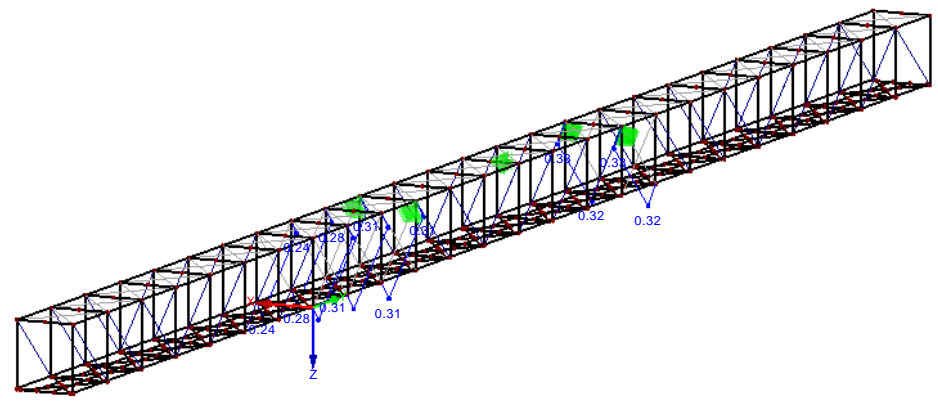
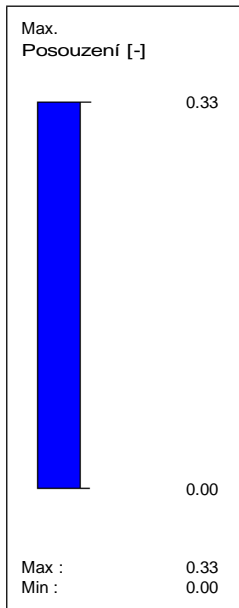
11 - RD 30

Max: 0.33 ≤ 1

Výpočet Detaily... Nár. příloha... Grafika OK Storno

RF-STEEL EC3 PR5
Mezní stav únosnosti: Posouzení průřezu, Posouzení stability, Posouzení svaru, Posouzení tlaku, Posouzení plasticity

Izometrie



Max Posouzení: 0.33

0,33 < 1,0 VYHOVUJE !!!

12. POUŽITÉ NORMY A LITERATURA

Normy:

- [1] ČSN EN 1990, Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí, Únor 2011
- [2] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb, Březen 2004
- [3] ČSN EN 1991-1-3 Eurokód 1: Zatížení stavebních konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem, Červen 2005
- [4] ČSN EN 1991-1-4 Eurokód 1: Zatížení stavebních konstrukcí – Část 1-4: Obecná zatížení – Zatížení větrem, Duben 2007
- [5] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení stavebních konstrukcí – Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou
- [6] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou, Září 2003
- [7] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Prosinec 2006
- [8] ČSN EN 1993-1-15 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-5: Boulení stěn, Únor 2008
- [9] ČSN EN 1993-1-8 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčníků, Prosinec 2006
- [10] ČSN EN 1993-1-9 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-9: Únava, Září 2006
- [11] ČSN EN 1993-2 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty, Leden 2008
- [12] ČSN 73 6200 Mostní názvosloví, Leden 1975
- [13] ČSN 73 6201, Projektování mostních objektů, Říjen 2008

Literatura:

- [14] Fischer, O., Pirner, M.: *Zatížení staveb větrem*, ČKAIT, Praha 2003, ISBN 80-86769-10-0
- [15] Marek, P., Brozzetti, J., Guštar, M.: *Probabilistic Assessment of Structures*, Academy of sciences of the Czech Republic, Praha 2001, ISBN 80-86246-08-6
- [16] Král, J.: *Navrhování konstrukcí na zatížení větrem*, ČKAIT, Praha 2010, ISBN 978-80-87438-05-3
- [17] Bachman, Amman: *Vibrations in Structures Induced by Man and Machines*, 1987
- [18] Výsledky projektu TA ČR 01030849 Vývoj provizoria pro pěší a cyklistickou dopravu z materiálu vyšších pevností (2010-2013) a následné práce autora.

Statický výpočet vypracoval:

Ing. Pavel Simon, Ph.D.
v Lipůvce 03/2020