

INSTALACE FOTOVOLTAICKÉ ELEKTRÁRNY NA STŘEŠE
KOTELNY V ULICI HORNICKÁ V NOVÉM MĚSTĚ NA MORAVĚ

DOKUMENTACE PRO STAVEBNÍ POVOLENÍ

D.1.2 – STAVEBNĚ KONSTRUKČNÍ ČÁST

D.1.2-001 – STATICKÝ POSUDEK

Investor:

Nové Město na Moravě
Vratislavovo Náměstí 103
592 31 Nové Město na Moravě

Zhotovitel:

AT PRO, s.r.o.
Dolní 35
592 14, Nové Veselí

Autor:

Ing. Adam Šteidl
Ing. Josef Pohanka

OBSAH

1.	Úvod	3
1.1.	Základní údaje o projektu	3
1.2.	Vstupní údaje - Použité podklady a normy	3
2.	Použitý software	3
3.	Popis Konstrukce	3
3.1.	Založení objektu	4
3.2.	Konstrukční systém	4
4.	Statické posudky	6
5.	Zatížení	6
6.	Závěr	8
7.	Posouzení ocelové krokve	9
8.	Posouzení typického rámu	16

1. ÚVOD

1.1. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O PROJEKTU

Předmětem tohoto dokumentu je ověření únosnosti střechy a navazujících svislých nosných konstrukcí budovy kotelny v ulici Hornická v Novém Městě na Moravě na parcelním čísle 1187/3.

V příloze dokumentu jsou uvedeny statické výpočty.

1.2. VSTUPNÍ ÚDAJE - POUŽITÉ PODKLADY A NORMY

- [1] Řez E-E a technická zpráva původní dokumentace - Nové Město na Moravě - Kotelna – Projektový ústav uranového průmyslu, účelová oblast Ostrov nad Oslavou, Pobočka Praha, Pod Císařkou 77, Praha 5, pravděpodobný rok vzniku 1971
- [2] Rekonstrukce Teplárny, CX PALLAS, spol. s.r.o., Petrovická 857, Nové Město na Moravě, projekt pro provedení stavby, listopad 1997
- [3] ČSN EN 1990 ed.2, únor 2011 - Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [4] ČSN EN 1991-1-1 včetně ZMĚNY Z2 a předchozích, březen 2010 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení - Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních staveb
- [5] ČSN EN 1991-1-3 ed.2, červen 2013 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí – Část 1-3: Obecná zatížení – Zatížení sněhem
- [6] ČSN EN 1991-1-4 ed.2, duben 2013 - Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem
- [7] ČSN EN 1993-1-1 Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby

2. POUŽITÝ SOFTWARE

- RFEM 5, Dlubal Software

3. POPIS KONSTRUKCE

Jedná se o budovu kotelny na ulici Hornická v těsné blízkosti městských lázní. Původně kotelna zasahovala až na půdorys dnešních městských lázní. Během jejich výstavby byla část kotelny demolována a zbyla část obdélníkového půdorysu o stranách délky 30 na 22,4 metry. Celková výška objektu je cca 8,2 metrů.

V roce 1997 byl vyhotoven projekt modernizace teplárny, kdy hlavním zásahem byla výměna starých kotlů na uhlí za modernější kogenerační jednotky. Projekt modernizace (projekt je nazvaný jako rekonstrukce) se týkal zejména vybudování základu pod akumulární nádrž a menší vestavby uvnitř skeletu, které nemají významný vliv na statiku původních nosných konstrukcí. Dle technické zprávy se navrhly pouze opravy stávající krytiny a výměna klempířských výrobků. Skladba střechy tedy zůstala nezměněna.

3.1. ZALOŽENÍ OBJEKTU

Podle dokumentace z roku 1997 se pod objektem nachází nevhodné zeminy s malou únosností základové spáry a malým deformačním modulem. Objekt tedy musí být na rozsáhlých patkách ve větší hloubce, což potvrzuje původní technická zpráva. Při obhlídce nebylo vidět, že by konstrukce vykazoval nějaké poruchy v důsledku nadměrného sedání.

3.2. KONSTRUKČNÍ SYSTÉM

Jedná se o ocelový skelet. Skelet je složený z příčných rámců ve vzdálenosti 6 metrů. Celkově je zde v současnosti 6 rámců. Rám má dvě příče a hala je tedy dvoulodní. Krajiní sloupy jsou z profilu IPN 300. Prostřední sloup i profilu IPN 500. Příče jsou z profilu IPE 550. Příče jsou ke krajním sloupům připojeny kloubovým způsobem. Statické scéma středového styčnicku není z místa ani z dokumentace zřejmé, ale vzhledem ke způsobu montování zbylých ocelových částí je pravděpodobné, že se jedná opět o kloub. Rozpětí jednotlivých lodí rámců je bezmála 11,2 metry. Výška krajních sloupů je zhruba 7,5 metru. Výška středového sloupu je o cca 0,4 metry nižší. Příčně přes rámy vedou jako krokve po vlašsku ocelové profily IPN 200. Krokve jsou od sebe vzdáleny 2 metry. Profily jsou nad příčlemi rámců přerušeny a ze statického hlediska se tedy jedná o prosté nosníky.

Celkově je hala dostatečně ztužena vyzdívkami, vodorovnými paždíky a zavětrováním v rovině střechy i stěn.

Na fotografii je vidět nosná konstrukce střechy u krajního sloupu:



Na další fotografii je ocelová konstrukce ve vedlejší lodi, kde není výrazné zatížení podvěsy technologií:



Vyfocený styční příčle a krajního sloupu (horní pásnice není nijak připojena – kloub):



4. STATICKÉ POSUDKY

Byl proveden výpočet nejvíce zatížené krokve z profilu IPN 200. Dále byl proveden výpočet typického rámu ocelové konstrukce. Tyto výpočty jsou uvedeny v přílohách tohoto dokumentu.

Byl prověřen mezní stav únosnosti prvků včetně vlivu ztráty stability u prvků, kde je to pokládáno za možné. Například u krokví není zřejmé, jestli jsou T profily připevněny k tlačným pásnicím krokve. Výpočtem však bylo ověřeno, že pokud by bylo umožněno klopení krokví, profil by již při současném stavu nevyhověl o více než 70%. Dá se tedy předpokládat, že ztrátě stability je konstrukčně zabráněno.

Dále byl prověřen mezní stav použitelnosti, kdy bylo sledováno, zda průhyb konstrukce nepřekračuje normou stanovenou mez.

Bylo vypočteno, že i při přetížení konstrukce fotovoltaickou elektrárnou nedojde k překročení mezního stavu únosnosti. Dochází ovšem k **překročení** mezního stavu použitelnosti.

U příčle rámu je mezní stav průhybu překročen pouze o 1%. Zároveň je zde použit přísnější požadavek na průhyb ($l/300$) a proto by toto drobné překročení nemuselo mít zásadní vliv na konstrukci. Ovšem průhyb krokví nabývá hodnoty až 3 cm na rozpon 6 metrů, čímž překračuje normou stanovenou hodnotu o 21%. Uvažovaná limitní hranice průhybu krokve je $l/250$.

Z toho vyplývá, že z důvodu překročení mezního stavu použitelnosti krokví není možné v současném stavu doporučit instalaci fotovoltaické elektrárny o váze 50 kg/m^2 . Stavební opatření pro splnění mezního stavu použitelnosti nejsou ekonomická. Možným způsobem jak snížit průhyb konstrukce je snížení dominantního zatížení od sněhu. To by znamenalo odklizení sněhu ze střechy kdykoliv, kdy by pokrývka sněhu měla větší mocnost než 0,5 metru. Autor ovšem tuto variantu nedoporučuje, protože značně zvětšuje rizikový faktor lidské chyby. Na druhou stranu se dá předpokládat, že vzhledem k malému tepelnému odporu střešního pláště bude docházet k odtávání sněhu, pokud bude kotelna v provozu. Tím pádem nebude nutné příliš často odklízet sněh.

Mezní stav použitelnosti má významný vliv na životnost stavby. Při nadměrných průhybech navíc mohou vznikat sekundární vnitřní síly, které mohou v konečném důsledku vést až k překročení i mezního stavu únosnosti. Například průhybem krokve může dojít k nefunkčnosti odvodnění střechy a hromadění vody na střese.

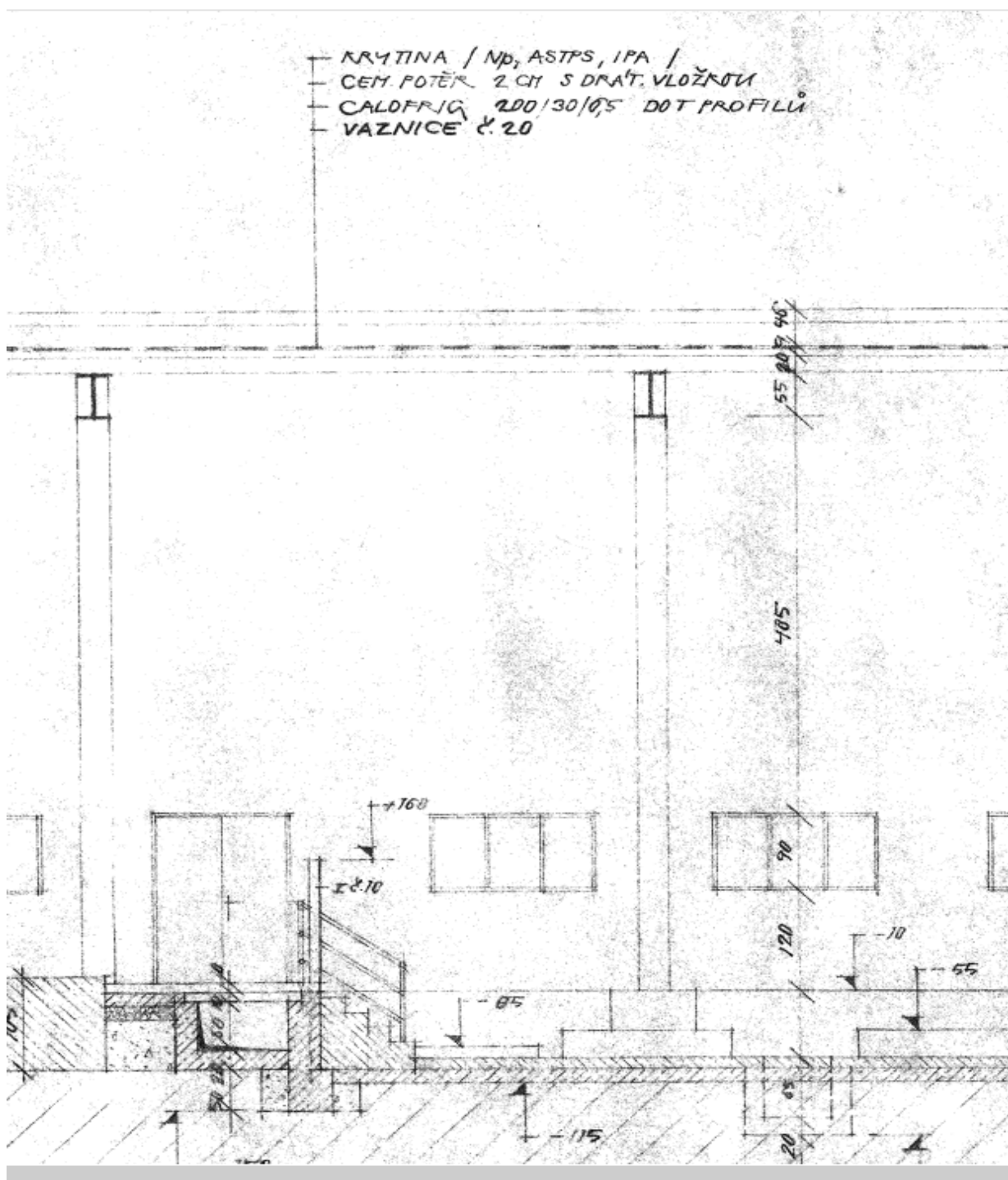
Dalším nepříznivým faktorem je stav některých krokví. Při obhlídce bylo totiž zjištěno, že jsou ve stojině profilu provedeny poměrně objemné výpaly a díry. V případě instalace FVE by mělo dojít k detailní prohlídce krokví a případné nalezené otvory přeplátovat plechem.

Dalším výrazným požadavkem na nosnou konstrukci je požární odolnost. Byl proveden kontrolní výpočet typického rámu bez další požární ochrany (požáru vzdoruje pouze průřez). Konstrukce takto dokáže odolávat požáru po dobu 15 minut dále již ne.

5. ZATÍŽENÍ

Instalace fotovoltaické elektrárny představuje přetížení stropní konstrukce o hodnotě $0,5 \text{ kN/m}^2$. Toto zatížení je v posudcích připočteno jako stálé zatížení.

V jediném výkrese (příčný řez E-E), který se dochoval z původní dokumentace, je vyznačena skladba střechy. Zde je uvedena včetně výpočtu tíhy jednotlivých vrstev.



Střešní plášť

Asf. Pás			0,04
Ipa			0,04
cementový potěr	20 mm	0,02 x 24	0,48
calofrig deska	65 mm	0,065 x 7,5	0,49
korkve IPN200			0,13
Zatížení stálé			1,18

Zde je nutné se zastavit u skladby střešního pláště. Podle dokumentace by zespoda měla být vidět vrstva calofrigových desek kladených do tenkostěnných T profilů. Calofrig byl materiál pálený ze směsi křemeliny, dřevěných pilin, cementu a vápna. Střešní desky se vyráběly lisováním a tvrzením v autoklávu. Podle zkušeností starších projektantů samotné desky neměly statickou funkci. Rozpětí dvou metrů mezi krokvemi pomáhají tedy vynášet tenkostěnné T profily. Ze spodu se Calofrigové desky jeví jako betonový povrch. Nicméně je to typická struktura tohoto výrobku a nikoliv těžký beton.

Dále v jedné z lodí je uvažováno se zatížením od podvěšených technologií, jako je osvětlení a vzduchotechnická potrubí. Toto zatížení je odhadnuto na hodnotu $0,3 \text{ kN/m}^2$.

Dominantním zatížením pro danou lokalitu je zatížení od sněhu. Je uvažováno s pátou sněhovou oblastí se střední hodnotou zatížení sněhu na zemi $s_k = 2,5 \text{ kN/m}^2$. Výpočet zatížení na konstrukci:

Zatížení sněhem		$C_e \times C_t \times s_k \times \mu_i$	2,00
$s_k [\text{kN/m}^2]$	2,50		
μ_i	0,80		
$\alpha [^\circ]$	0		

Do výpočtu rámu byly také zahrnuty síly od poryvů větru podle platné normy. Okrajové podmínky jsou rychlost větru $27,5 \text{ m/s}$ a kategorie terénu číslo III.

6. ZÁVĚR

Instalaci fotovoltaické elektrárny lze provést za předpokladu, že bude odklizen sníh ze střechy, v případě kdy mocnost vrstvy sněhu bude vyšší než $0,5 \text{ metru}$. Dále je nutné překontrolován stav krokví a jejich případný nevyhovující stav opravit. Provozní opatření musí být zaneseny do provozního řádu budovy.

Za těchto podmínek konstrukce vyhoví všem mezním stavům.

V Novém Veselí dne 24.1.2023

Ing. Adam Šteidl

Ing. Josef Pohanka

Projekt: DEL_NMM

Model: OCELOVA_KROKEV_2

Datum: 25.01.2023

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MODELU

Obecné	Název modelu	: OCELOVA_KROKEV_2
	Název projektu	: DEL_NMM
	Typ modelu	: 2D-XZ (ux/uz/φy)
	Kladný směr globální osy Z	: Dolů
	Klasifikace zatěžovacích stavů a kombinací	: Podle normy: EN 1990 Národní příloha: ČSN - Česká Republika
	<input checked="" type="checkbox"/> Automaticky vytvořit kombinace	: <input checked="" type="checkbox"/> Kombinace zatížení
Možnosti	<input type="checkbox"/> RF-FORM-FINDING - Hledání počátečních rovnovážných tvarů membránových a lanových konstrukcí	
	<input type="checkbox"/> RF-CUTTING-PATTERN	
	<input type="checkbox"/> Analýza potrubí	
	<input type="checkbox"/> Použít pravidlo CQC	
	<input type="checkbox"/> Umožnit CAD/BIM model	
	Tíhové zrychlení g	: 10.00 m/s ²

NASTAVENÍ SÍTĚ PRVKŮ

Obecné	Požadovaná délka konečných prvků	l_{FE}	: 0.50 m
	Maximální vzdálenost mezi uzlem a linií pro integrování do linie	ϵ	: 0.00 m
	Maximální počet uzlů sítě KP v tisících		: 500
Pruty	Počet dělení lanových prutů, prutů s pružným podložením, s náběhy nebo plastickými vlastnostmi:		: 10
	<input checked="" type="checkbox"/> Aktivovat dělení prutů pro analýzu velkých deformací resp. postkritickou analýzu		
	<input checked="" type="checkbox"/> Dělit pruty na nich ležícím uzlem		
Plochy	Maximální poměr diagonál obdélníku KP	Δ_D	: 1.80
	Maximální přípustný odklon 2 prvků sítě od roviny	α	: 0.50 °
	Tvar konečných prvků:		: Trojúhelníky a čtyřúhelníky
			<input checked="" type="checkbox"/> Generovat stejné čtverce, kde je to možné

1.3 MATERIÁLY

Mat. č.	Modul E [MPa]	Modul G [MPa]	Poissonův souč v [-]	Objem. tíha γ [kN/m ³]	Souč. tepl. rozt. α [1/K]	Souč. spolehlivost γ_M [-]	Materiálový model
1	Ocel S 235 ČSN EN 1993-1-1:2006 210000.000	80769.200	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický

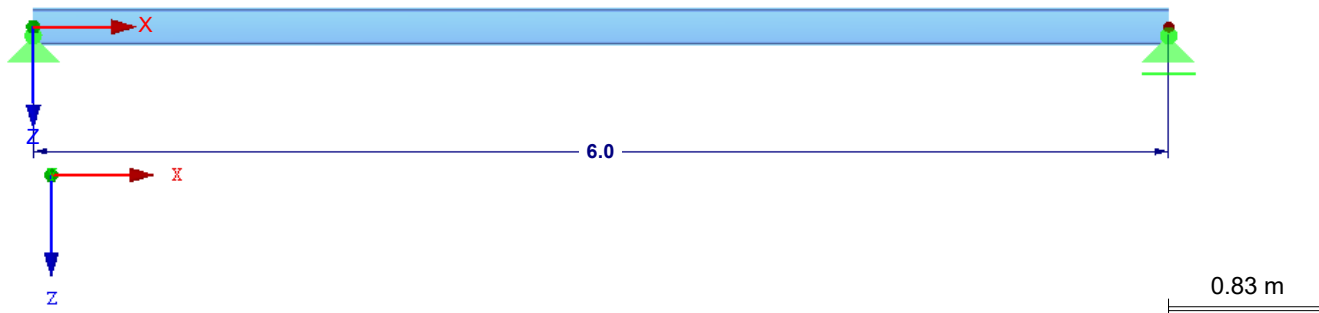
MODEL

Průřezy

1: I 200; Ocel S 235

...

Proti směru osy Y



Projekt: DEL_NMM

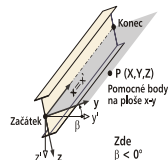
Model: OCELOVA_KROKEV_2

Datum: 25.01.2023



1.13 PRŮŘEZY

Průřez č.	Mater. č.	I_T [mm ⁴] A [mm ²]	I_y [mm ⁴] A_y [mm ²]	I_z [mm ⁴] A_z [mm ²]	Hlavní osy α [°]	Natočení α' [°]	Celkové rozměry [mm] Šířka b Výška h	
1	I 200 1	3340.0	2140000.0	1370.4	0.00	0.00	90.0	200.0



1.17 PRUTY

Prut č.	Linie č.	Typ prutu	Natočení prutu typ	β [°]	Průřez		Kloub č.		Exc. č.	Dělení č.	Délka L [m]	
Počát.	Konec	Počát.	Konec									
1	1	Nosník	Úhel	0.00	1	1	-	-	-	-	6.00	X

2.1 ZATĚŽOVACÍ STAVY

Zatěž. stav	Označení zatěž. stavu	EN 1990 ČSN Kategorie účinků	Vlastní tíha - Součinitel ve směru			
			Aktivní	X	Y	Z
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000		1.000
ZS2	Skladba střechy	Stálé	<input type="checkbox"/>			
ZS3	Podvěsy	Stálé/užitné	<input type="checkbox"/>			
ZS4	Sníh (H ≤ 1000 m n.m.)	Stálé	<input type="checkbox"/>			
ZS5	FVE	Stálé	<input type="checkbox"/>			

■ VYPOČTENÁ ZATÍŽENÍ

Zatížení stálé

kN/m²

Střešní plášť

Asf. Pás

0,04

lpa

0,04

cementový potěr

20 mm

0,02 x 24

0,48

calofrig deska

65 mm

0,065 x 7,5

0,49

Zatížení stálé

1,05

Odhadovaná hodnota zatížení podvěšených technologií

kN/m²

technologie

0,30

Zatížení sněhem

$C_e \times C_t \times s_k \times \mu_i$

2,00

s_k [kN/m²]

2,50

μ_i

0,80

α [°]

0

■ 2.4 KOMBINACE ÚČINKŮ

Kombin. účinků	Kombinace účinků Označení	EN 1990 ČSN Návrhová situace	č.	Součinitel	Účinek	
KÚ1	1.35G	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ2	1.35G + 1.35Gq	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ3	1.35G + 1.50Qs	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	2	1.35	Ú2	Stálé/užitné
			1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ4	1.35G + 1.35Gq + 1.50Qs	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	2	1.50	Ú3	Sníh
			1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ5	1.00G	MSP - charakteristická	2	1.35	Ú2	Stálé/užitné
			3	1.50	Ú3	Sníh
KÚ6	1.00G + 1.00Gq	MSP - charakteristická	1	1.00	Ú1	Stálé
			2	1.00	Ú1	Stálé
KÚ7	1.00G + 1.00Qs	MSP - charakteristická	2	1.00	Ú2	Stálé/užitné
			1	1.00	Ú1	Stálé
			2	1.00	Ú3	Sníh

Projekt: DEL_NMM

Model: OCELOVA_KROKEV_2

Datum: 25.01.2023

2.4 KOMBINACE ÚČINKŮ

Kombin. účinků	Kombinace účinků Označení	EN 1990 ČSN Návrhová situace	č.	Součinitel	Účinek	
KÚ8	1.00G + 1.00Gq + 1.00Qs	MSP - charakteristická	1	1.00	Ú1	Stálé
			2	1.00	Ú2	Stálé/užitné
			3	1.00	Ú3	Sníh

2.7 KOMBINACE VÝSLEDKŮ

Kombin. výsledek	Označení	Zatěžování
KV1	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	KZ1/s nebo do KZ4
KV2	MSP - charakteristická	KZ5/s nebo do KZ8

ZS2
Skladba střechy

3.2 ZATÍŽENÍ NA PRUT

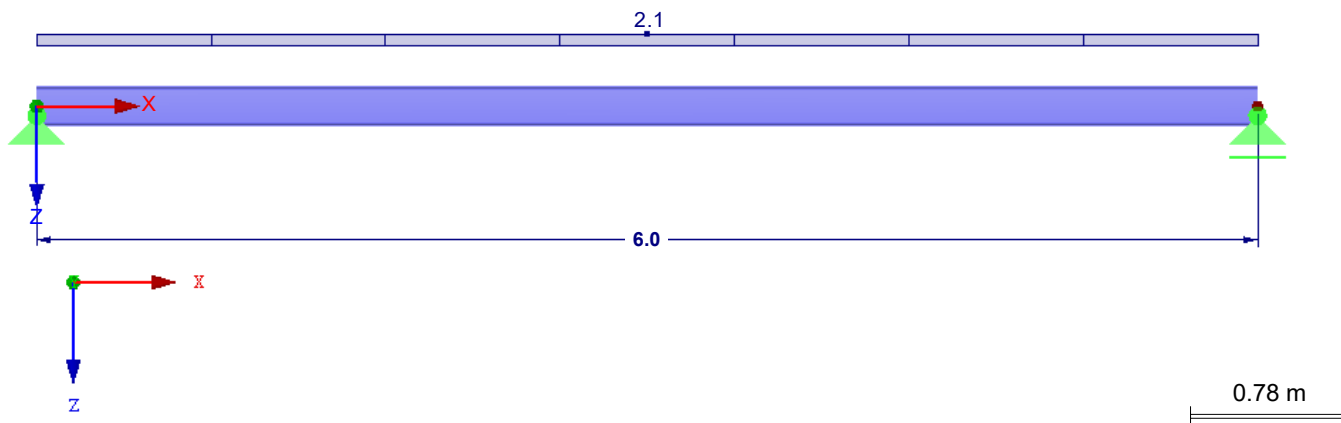
ZS2: Skladba střechy

č.	Vztaženo na	Na prutech č.	Zatížení typ	Zatížení průběh	Zatížení směr	Vztažná délka	Parametry zatížení		
							Symbol	Hodnota	Jednotka
1	Pruty	1	Síla	Konstant.	ZL	Skutečná d.	p	2.1	kN/m

ZS2: SKLADBA STŘECHY

ZS2 : Skladba střechy
Zatížení [kN/m]

Proti směru osy Y



ZS3
Podvěsy

3.2 ZATÍŽENÍ NA PRUT

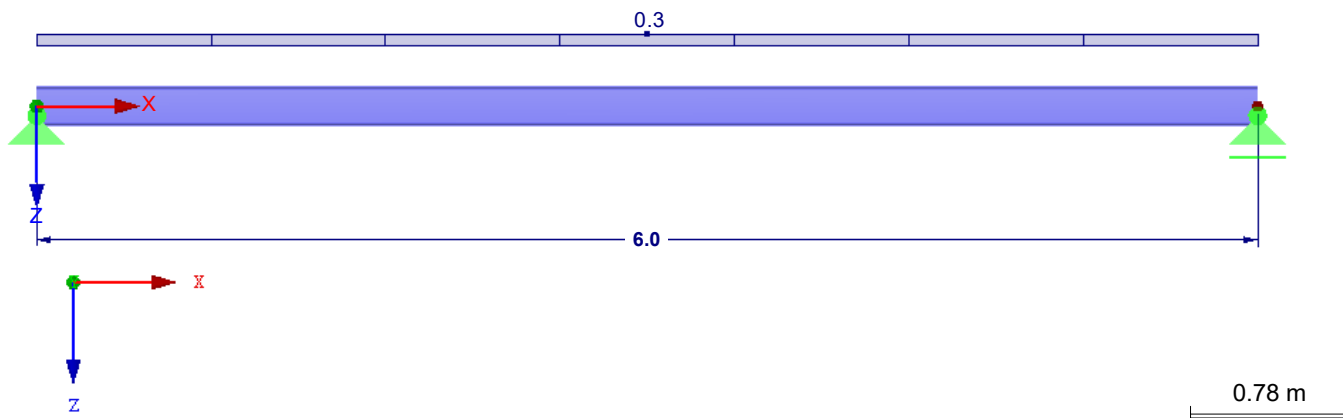
ZS3: Podvěsy

č.	Vztaženo na	Na prutech č.	Zatížení typ	Zatížení průběh	Zatížení směr	Vztažná délka	Parametry zatížení		
							Symbol	Hodnota	Jednotka
1	Pruty	1	Síla	Konstant.	ZL	Skutečná d.	p	0.3	kN/m

■ ZS3: PODVĚSY

ZS3 : Podvěsy
Zatížení [kN/m]

Proti směru osy Y



ZS4
Sníh

■ 3.2 ZATÍŽENÍ NA PRUT

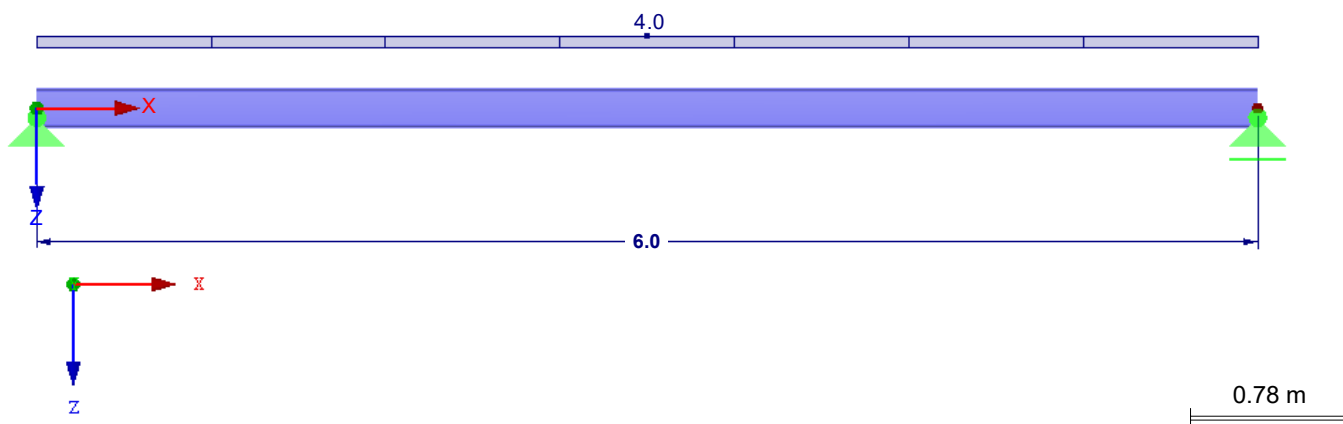
ZS4: Sníh

č.	Vztaženo na	Na prutech č.	Zatížení typ	Zatížení průběh	Zatížení směr	Vztažná délka	Parametry zatížení		
							Symbol	Hodnota	Jednotka
1	Pruty	1	Síla	Konstant.	ZL	Skutečná d.	p	4.0	kN/m

■ ZS4: SNÍH

ZS4 : Sníh
Zatížení [kN/m]

Proti směru osy Y



■ POZNÁMKA K ZATÍŽENÍ

UVEDENÁ ZATÍŽENÍ BYLA VYPOČTENÁ Z TÍHY UVEDENÝCH SKLADEB A ZATÍŽENÍ OD SNĚHU A PŘENÁSPOBENÍM ZATĚŽOVACÍ ŠÍŘKY KROKVÍ - 2 m

ZS5
FVE

■ 3.2 ZATÍŽENÍ NA PRUT

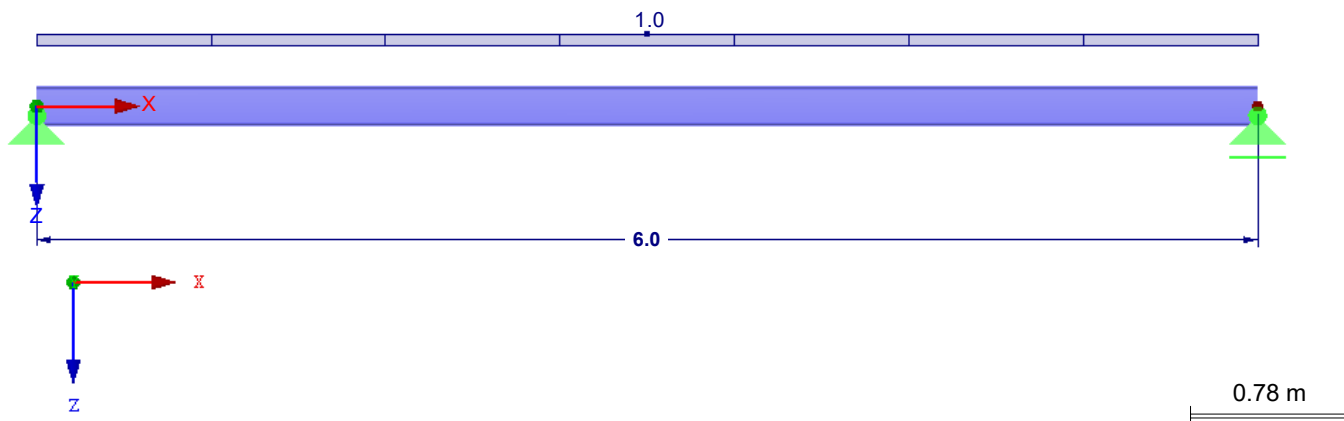
ZS5: FVE

č.	Vztaženo na	Na prutech č.	Zatížení typ	Zatížení průběh	Zatížení směr	Vztažná délka	Parametry zatížení		
							Symbol	Hodnota	Jednotka
1	Pruty	1	Síla	Konstant.	ZL	Skutečná d.	p	1.0	kN/m

■ **ZS5: FVE**

ZS5 : FVE
Zatížení [kN/m]

Proti směru osy Y



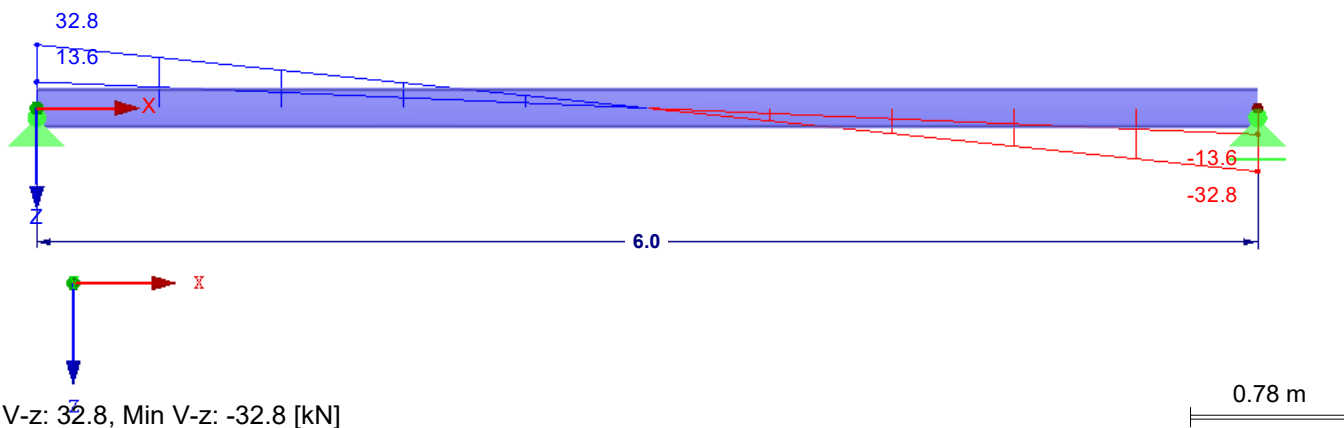
■ **VNITŘNÍ SÍLY V_z**

KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10

Vnitřní síly V-z

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Proti směru osy Y



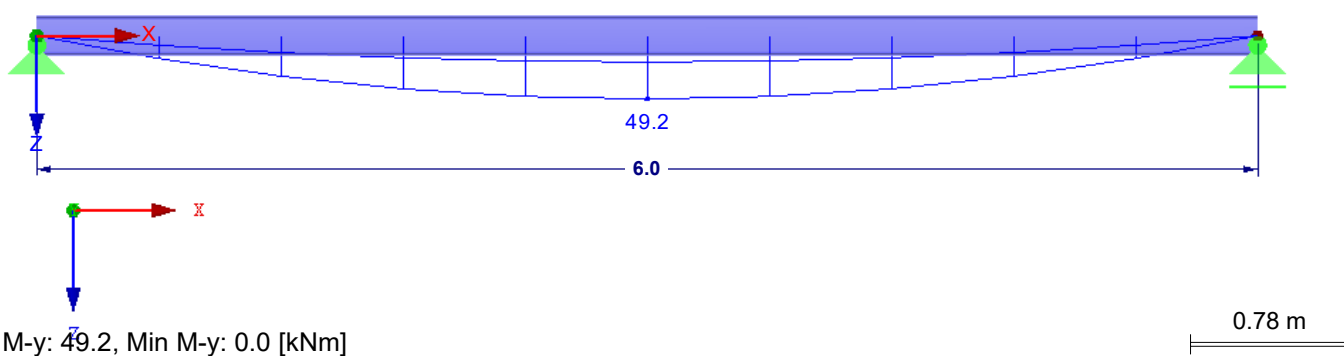
■ **VNITŘNÍ SÍLY M_y**

KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10

Vnitřní síly M-y

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty

Proti směru osy Y



RF-STEEL EC3

PR1

Posouzení ocelových prutů
podle Eurokódu 3

Projekt: DEL_NMMN

Model: OCELOVA_KROKEV_2

Datum: 25.01.2023

1.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Pruty k posouzení:	1
Sady prutů k posouzení:	
Národní příloha:	ČSN
Posouzení mezního stavu únosnosti	
Kombinace zatížení k posouzení:	KZ1 1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 KZ2 1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 KZ3 1.35G1 + 1.35G2 + 1.5Qs + 1.35G3 KZ4 1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.5Qs + 1.35G3
Posouzení mezního stavu použitelnosti	
Kombinace zatížení k posouzení:	KZ5 G1 + G2 + G3 KZ6 G1 + G2 + Gq + G3 KZ7 G1 + G2 + Qs + G3 KZ8 G1 + G2 + Gq + Qs + G3

1.2 MATERIÁLY

Materiál č.	Označení materiálu	Modul pruž. E [MPa]	Smykový modul G [MPa]	Poissonův součinitel ν [-]	Mez kluzu f_{yk} [MPa]	Max. tloušťka dílce t [mm]
1	Ocel S 235 ČSN EN 1993-1-1:2006	210000.000	80769.200	0.300	235.000 215.000 215.000 195.000 185.000 175.000 165.000	40.0 80.0 100.0 150.0 200.0 250.0 400.0

1.3 PRŮŘEZY

Průř. č.	Materiál č.	Označení průřezu	Typ průřezu	Max. návrhové využití	Komentář
1	1	I 200	I-profil válcov.	1.21	

1.5 VZPĚRNÉ DÉLKY - PRUTY

Prut č.	Vzpěr možný	Vzpěr okolo osy y			Vzpěr okolo osy z			Klopení				
		možný	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	možný	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	možné	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
1	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	6.00	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	6.00	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	6.00	6.00

1.9 ÚDAJE PRO POSOUZENÍ POUŽITELNOSTI

č.	Vztaženo na	Pruty/Sady č.	Vztažná délka		Směr	Nadvýšení e_0 [mm]	Typ nosníku
			Ručně	l [m]			
1	Prut	1	<input type="checkbox"/>	6.00	y, z	0.0	Nosník

1.12 PARAMETRY - PRUTY

Prut č.	Označení	Parametr
1	Průřez	1 - I 200
	Smykové pole	<input type="checkbox"/>
	Torzní uložení	<input type="checkbox"/>
	Plocha průřezu pro posouzení napětí	<input type="checkbox"/>

2.4 POSOUZENÍ PO PRUTECH

Prut č.	Místo x [m]	ZS/KZ/ KV	Návrh	Rovnice č.	Označení
1	Průřez č. 1 - I 200				
	3.00	KZ4	0.84	≤ 1	CS111) Posouzení průřezu - ohyb okolo y podle 6.2.5 - třída 1 nebo 2
	0.00	KZ4	0.15	≤ 1	CS121) Posouzení průřezu - smyk ve směru z podle 6.2.6
	0.00	KZ1	0.00	≤ 1	CS126) Posouzení průřezu - smykové boulení podle 6.2.6(6)
	3.00	KZ4	0.84	≤ 1	CS141) Posouzení průřezu - ohyb a smyk podle 6.2.5 a 6.2.8
	0.00	KZ5	0.00	≤ 1	SE400) Použitelnost - malé, resp. velmi malé deformace
	3.00	KZ8	1.21	> 1	SE401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z

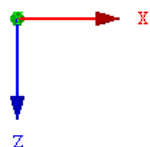
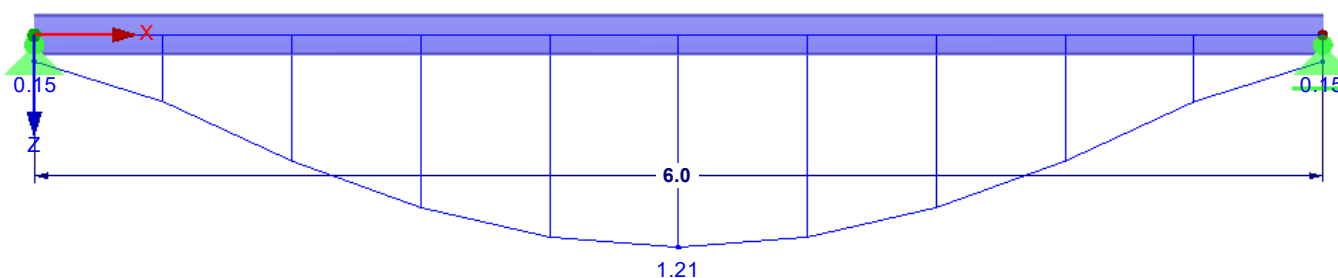
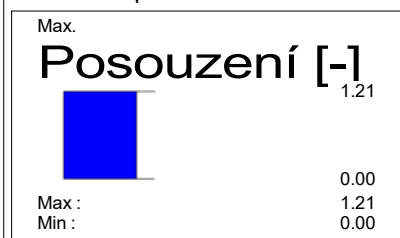
■ POSOUZENÍ

RF-STEEL EC3 PŘ1

Proti směru osy Y

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

Mezní stav použitelnosti: Deformace, Dýchání stěny



Max Posouzení: 1.21

0.73 m

Projekt: DEL_NMMN

Model: TYPICKY_RAM

Datum: 23.01.2023

ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MODELU

	Obecné	Název modelu	: TYPICKY_RAM
		Název projektu	: DEL_NMMN
		Typ modelu	: 2D-XZ (ux/uz/φy)
		Kladný směr globální osy Z	: Dolů
		Klasifikace zatěžovacích stavů a kombinací	: Podle normy: EN 1990 Národní příloha: ČSN - Česká Republika
		<input checked="" type="checkbox"/> Automaticky vytvořit kombinace	: <input checked="" type="checkbox"/> Kombinace zatížení
	Možnosti	<input type="checkbox"/> RF-FORM-FINDING - Hledání počátečních rovnovážných tvarů membránových a lanových konstrukcí	
		<input type="checkbox"/> RF-CUTTING-PATTERN	
		<input type="checkbox"/> Analýza potrubí	
		<input type="checkbox"/> Použít pravidlo CQC	
		<input type="checkbox"/> Umožnit CAD/BIM model	
		Tíhové zrychlení g	: 10.00 m/s ²

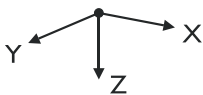
NASTAVENÍ SÍTĚ PRVKŮ

	Obecné	Požadovaná délka konečných prvků	l_{FE}	: 0.500 m
		Maximální vzdálenost mezi uzlem a linií pro integrování do linie	ϵ	: 0.001 m
		Maximální počet uzlů sítě KP v tisících		: 500
	Pruty	Počet dělení lanových prutů, prutů s pružným podložím, s náběhy nebo plastickými vlastnostmi:		: 10
		<input checked="" type="checkbox"/> Aktivovat dělení prutů pro analýzu velkých deformací resp. postkritickou analýzu		
		<input checked="" type="checkbox"/> Dělit pruty na nich ležícím uzlem		
	Plochy	Maximální poměr diagonál obdélníku KP	Δ_D	: 1.800
		Maximální přípustný odklon 2 prvků sítě od roviny	α	: 0.50 °
		Tvar konečných prvků:		: Trojúhelníky a čtyřúhelníky <input checked="" type="checkbox"/> Generovat stejné čtverce, kde je to možné

1.3 MATERIÁLY

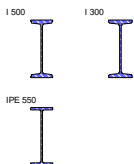
Mat. č.	Modul E [MPa]	Modul G [MPa]	Poissonův souč. ν [-]	Objem. tíha γ [kN/m ³]	Souč. tepl. rozt. α [1/K]	Souč. spolehlivost γ _M [-]	Materiálový model
1	Ocel S 235 ČSN EN 1993-1-1:2006 210000.000	80769.200	0.300	78.50	1.20E-05	1.00	Izotropní lineárně elastický

1.7 UZLOVÉ PODPORY



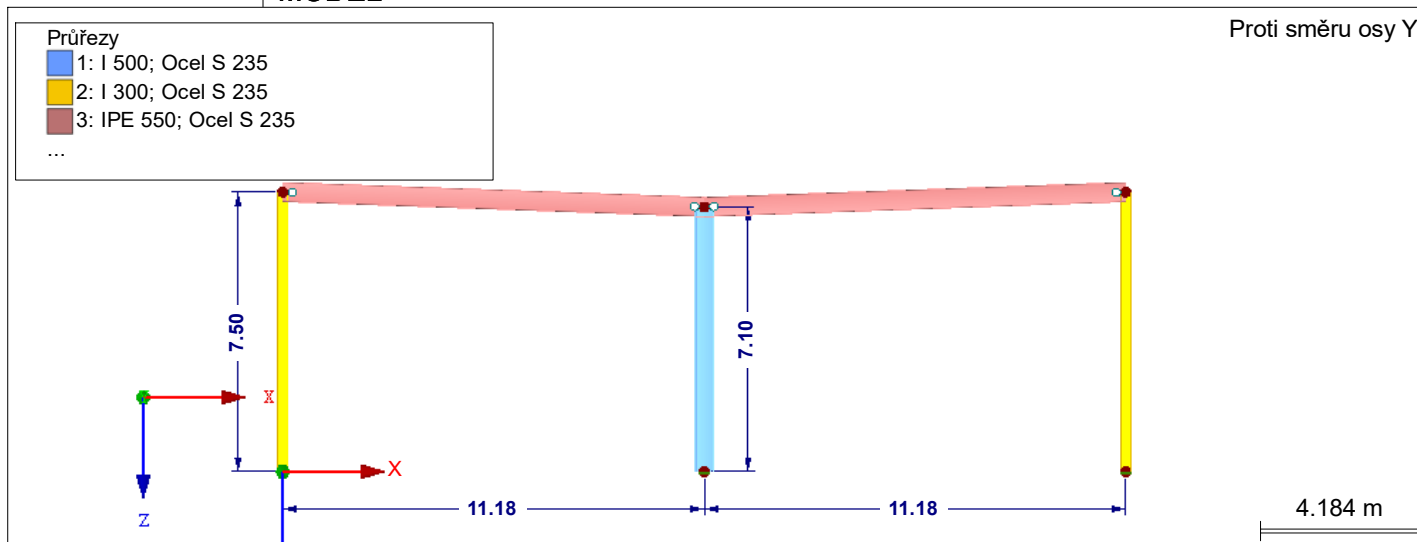
Podpora č.	Uzly č.	Osový systém	Uložení resp. pružina [kN/m] [kNm/rad]			Komentář
			u _X	u _Z	φ _Y	
1	1,3,5	Globální X,Y,Z	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	

1.13 PRŮŘEZY



Průřez č.	Mater. č.	I _T [mm ⁴] A [mm ²]	I _y [mm ⁴] A _y [mm ²]	I _z [mm ⁴] A _z [mm ²]	Hlavní osy α [°]	Natočení α' [°]	Celkové rozměry [mm]	
							Šířka b	Výška h
1	I 500 1	17900.0	687400000.0	8270.4	0.00	0.00	185.0	500.0
2	I 300 1	6900.0	98000000.0	2972.1	0.00	0.00	125.0	300.0
3	IPE 550 1	13440.0	671200000.0	5765.1	0.00	0.00	210.0	550.0

MODEL



2.1 ZATĚŽOVACÍ STAVY

Zatěž. stav	Označení zatěž. stavu	EN 1990 ČSN Kategorie účinků	Vlastní tíha - Součinitel ve směru			
			Aktivní	X	Y	Z
ZS1	Vlastní tíha	Stálé	<input checked="" type="checkbox"/>	0.000		1.000
ZS2	Skladba střechy	Stálé	<input type="checkbox"/>			
ZS3	Podvěsy	Stálé/užitné	<input type="checkbox"/>			
ZS4	FVE	Stálé	<input type="checkbox"/>			
ZS5	Sníh 1	Sníh ($H \leq 1000$ m n.m.)	<input type="checkbox"/>			
ZS6	Sníh 2	Sníh ($H \leq 1000$ m n.m.)	<input type="checkbox"/>			
ZS7	Sníh 3	Sníh ($H \leq 1000$ m n.m.)	<input type="checkbox"/>			
ZS8	Vítr ve směru osy +X	Vítr	<input type="checkbox"/>			
ZS10	Vítr ve směru osy -X	Vítr	<input type="checkbox"/>			

VYPOČTENÁ ZATÍŽENÍ

Střešní plášť

Asf. Pás			0,04
lpa			0,04
cementový potěr	20 mm	0,02 x 24	0,48
calofrig deska	65 mm	0,065 x 7,5	0,49
korkve IPN200			0,13
Zatížení stálé			1,18

Odhadovaná hodnota zatížení podvěšených technologií	kN/m²
technologie	0,30

Zatížení sněhem	$C_e \times C_t \times s_k \times \mu_i$	2,00
s_k [kN/m ²]	2,50	
μ_i	0,80	
α [°]	0	

Projekt: DEL_NMM

Model: TYPICKY_RAM

Datum: 23.01.2023

2.4 KOMBINACE ÚČINKŮ

Kombin. účinků	Kombinace účinků Označení	EN 1990 ČSN Návrhová situace	č.	Součinitel	Účinek	
KÚ1	1.35G	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ2	1.35G + 1.35Gq	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ3	1.35G + 1.50Qs	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	2	1.35	Ú2	Stálé/užitné
			1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ4	1.35G + 1.35Gq + 1.50Qs	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	2	1.50	Ú3	Sníh
			1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ5	1.35G + 1.35Gq + 1.50Qs + 0.90Qw	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	2	1.35	Ú2	Stálé/užitné
			3	1.50	Ú3	Sníh
			1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ6	1.35G + 1.50Qs + 0.90Qw	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	2	1.35	Ú2	Stálé/užitné
			3	1.50	Ú3	Sníh
			4	0.90	Ú4	Vitr
KÚ7	1.35G + 1.50Qw	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	1	1.35	Ú1	Stálé
			2	1.50	Ú4	Vitr
KÚ8	1.35G + 1.35Gq + 1.50Qw	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	1	1.35	Ú1	Stálé
			2	1.35	Ú2	Stálé/užitné
KÚ9	1.35G + 1.35Gq + 0.75Qs + 1.50Qw	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	3	1.50	Ú4	Vitr
			1	1.35	Ú1	Stálé
			2	1.35	Ú2	Stálé/užitné
KÚ10	1.35G + 0.75Qs + 1.50Qw	MSÚ (STR/GEO) - stálá / přechodná - rovn. 6.10	3	0.75	Ú3	Sníh
			4	1.50	Ú4	Vitr
			1	1.35	Ú1	Stálé
KÚ11	1.00G	MSP - charakteristická	2	0.75	Ú3	Sníh
			3	1.50	Ú4	Vitr
KÚ12	1.00G + 1.00Gq	MSP - charakteristická	1	1.00	Ú1	Stálé
KÚ13	1.00G + 1.00Qs	MSP - charakteristická	2	1.00	Ú2	Stálé/užitné
			1	1.00	Ú1	Stálé
KÚ14	1.00G + 1.00Gq + 1.00Qs	MSP - charakteristická	2	1.00	Ú3	Sníh
			1	1.00	Ú1	Stálé
KÚ15	1.00G + 1.00Gq + 1.00Qs + 0.60Qw	MSP - charakteristická	2	1.00	Ú2	Stálé/užitné
			3	1.00	Ú3	Sníh
			1	1.00	Ú1	Stálé
KÚ16	1.00G + 1.00Qs + 0.60Qw	MSP - charakteristická	2	1.00	Ú2	Stálé/užitné
			3	1.00	Ú3	Sníh
			4	0.60	Ú4	Vitr
KÚ17	1.00G + 1.00Qw	MSP - charakteristická	1	1.00	Ú1	Stálé
			2	1.00	Ú4	Vitr
KÚ18	1.00G + 1.00Gq + 1.00Qw	MSP - charakteristická	1	1.00	Ú1	Stálé
			2	1.00	Ú2	Stálé/užitné
KÚ19	1.00G + 1.00Gq + 0.50Qs + 1.00Qw	MSP - charakteristická	3	1.00	Ú4	Vitr
			1	1.00	Ú1	Stálé
			2	1.00	Ú2	Stálé/užitné
KÚ20	1.00G + 0.50Qs + 1.00Qw	MSP - charakteristická	3	0.50	Ú3	Sníh
			4	1.00	Ú4	Vitr
			1	1.00	Ú1	Stálé

2.7 KOMBINACE VÝSLEDKŮ

Kombin. výsledek	Označení	Zatěžování
KV1	MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10	KZ1/s nebo do KZ36
KV2	MSP - charakteristická	KZ37/s nebo do KZ72

■ ZS2: SKLADBA STŘECHY

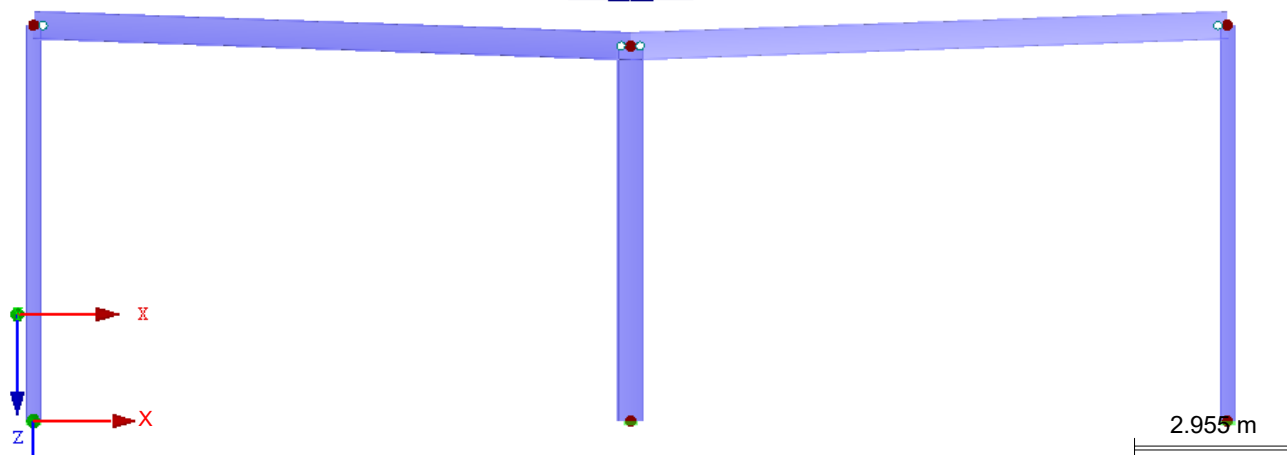
ZS2 : Skladba střechy

Zatížení [kN/m]

7.1

7.1

Proti směru osy Y



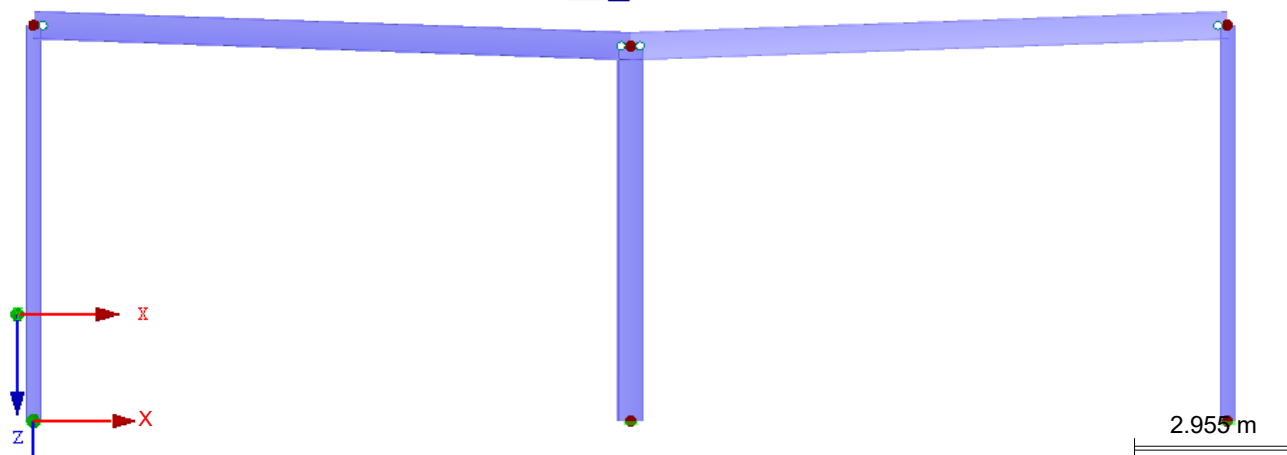
■ ZS3: PODVĚSY

ZS3 : Podvěsy

Zatížení [kN/m]

1.8

Proti směru osy Y



■ ZS4: FVE

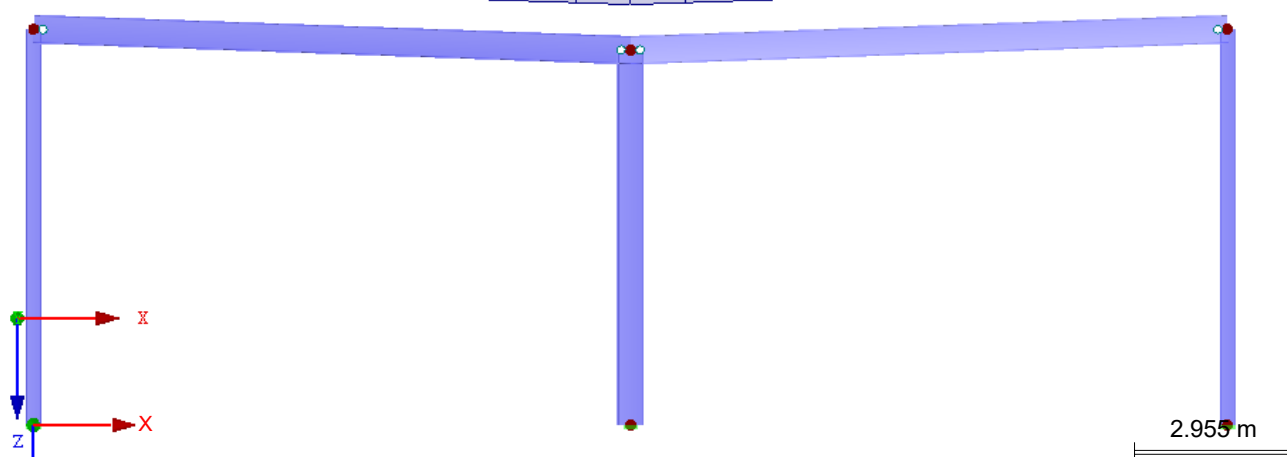
ZS4 : FVE

Zatížení [kN/m]

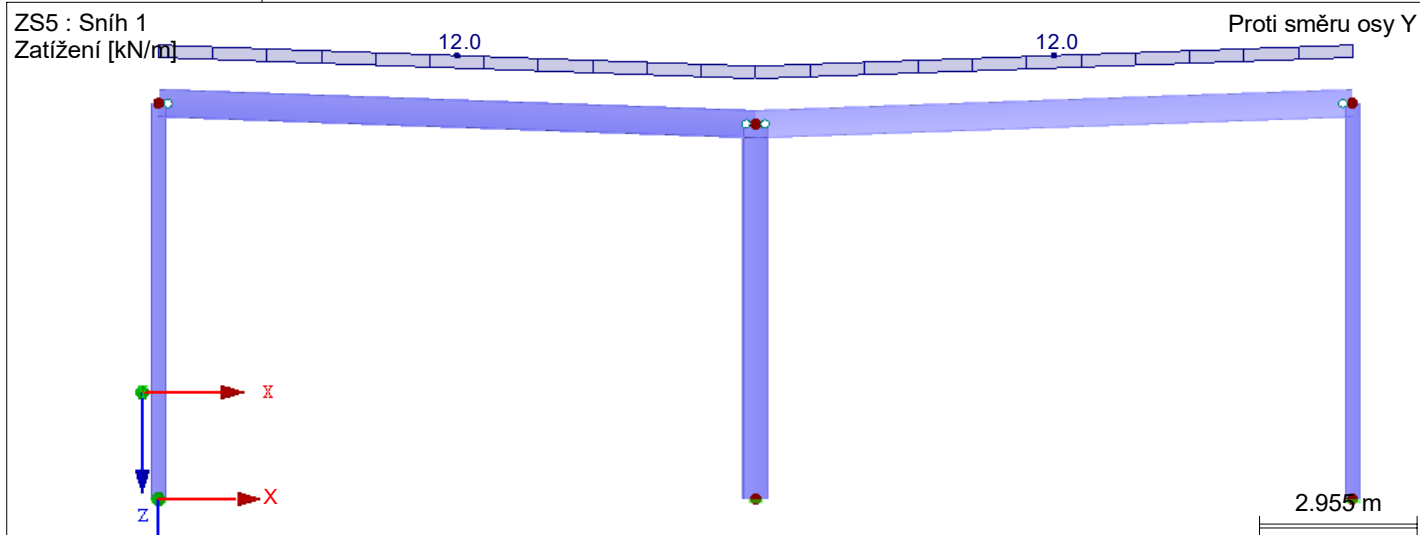
3.0

3.0

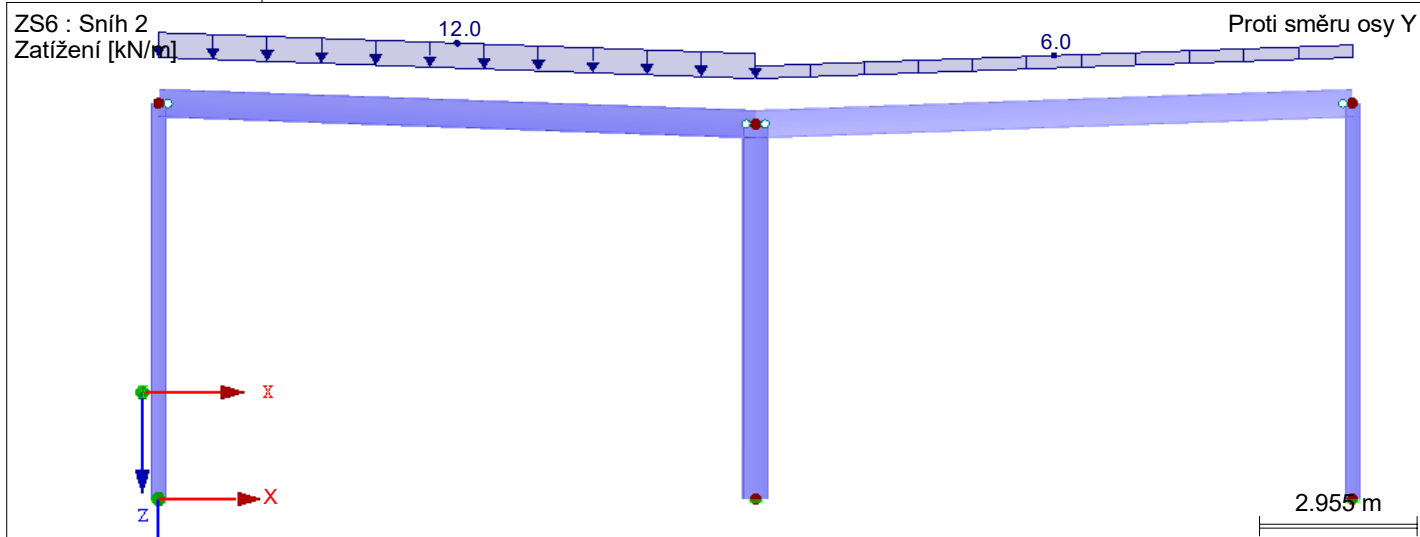
Proti směru osy Y



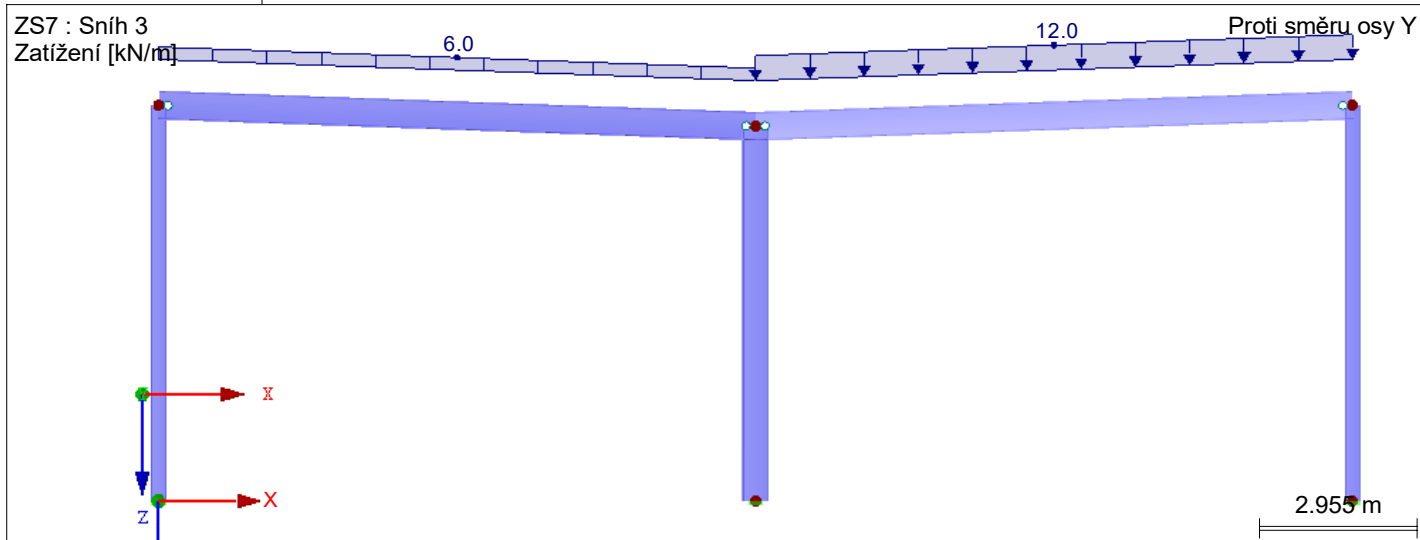
■ ZS5: SNÍH 1



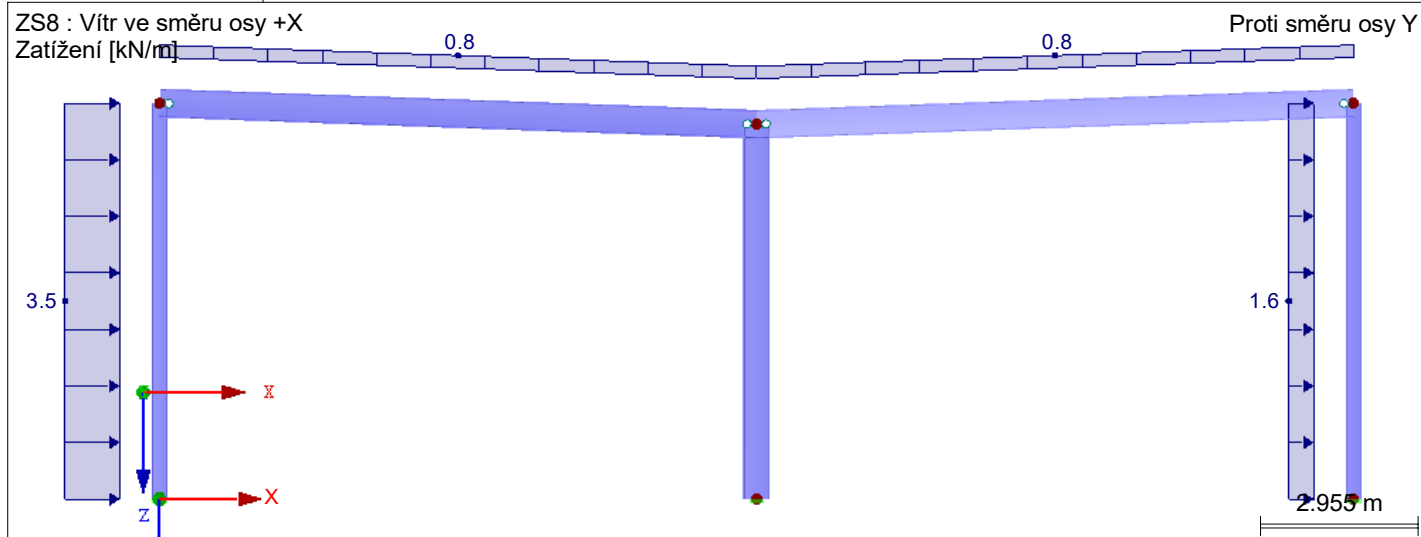
■ ZS6: SNÍH 2



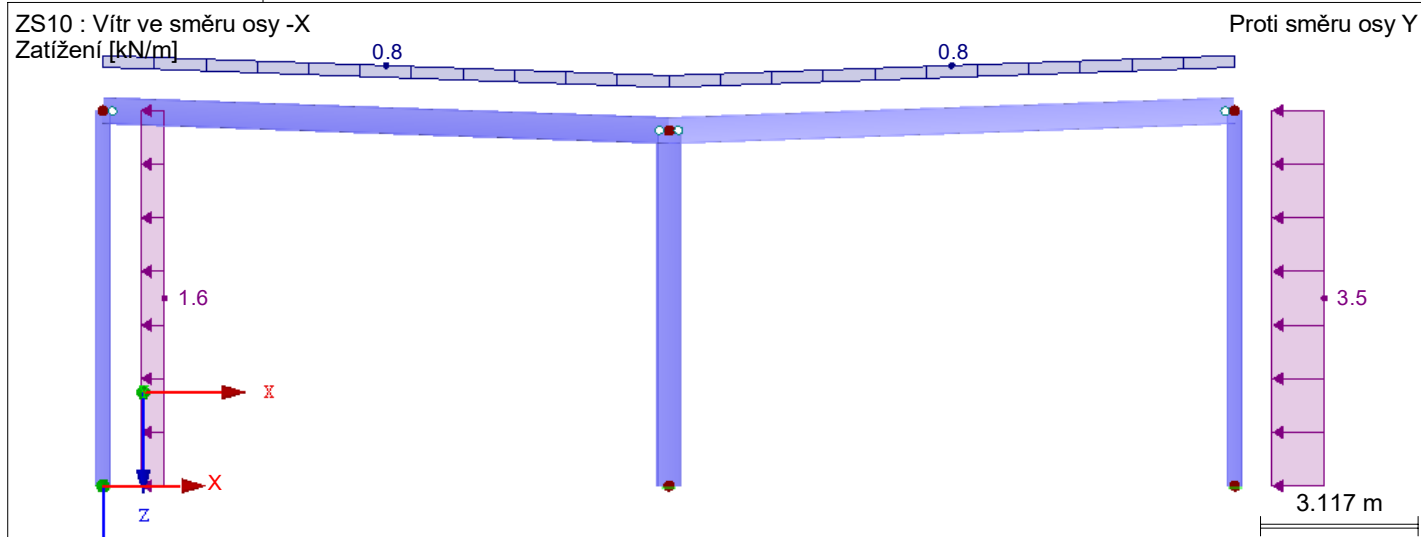
■ ZS7: SNÍH 3



■ **ZS8: VÍTR VE SMĚRU OSY +X**



■ **ZS10: VÍTR VE SMĚRU OSY -X**



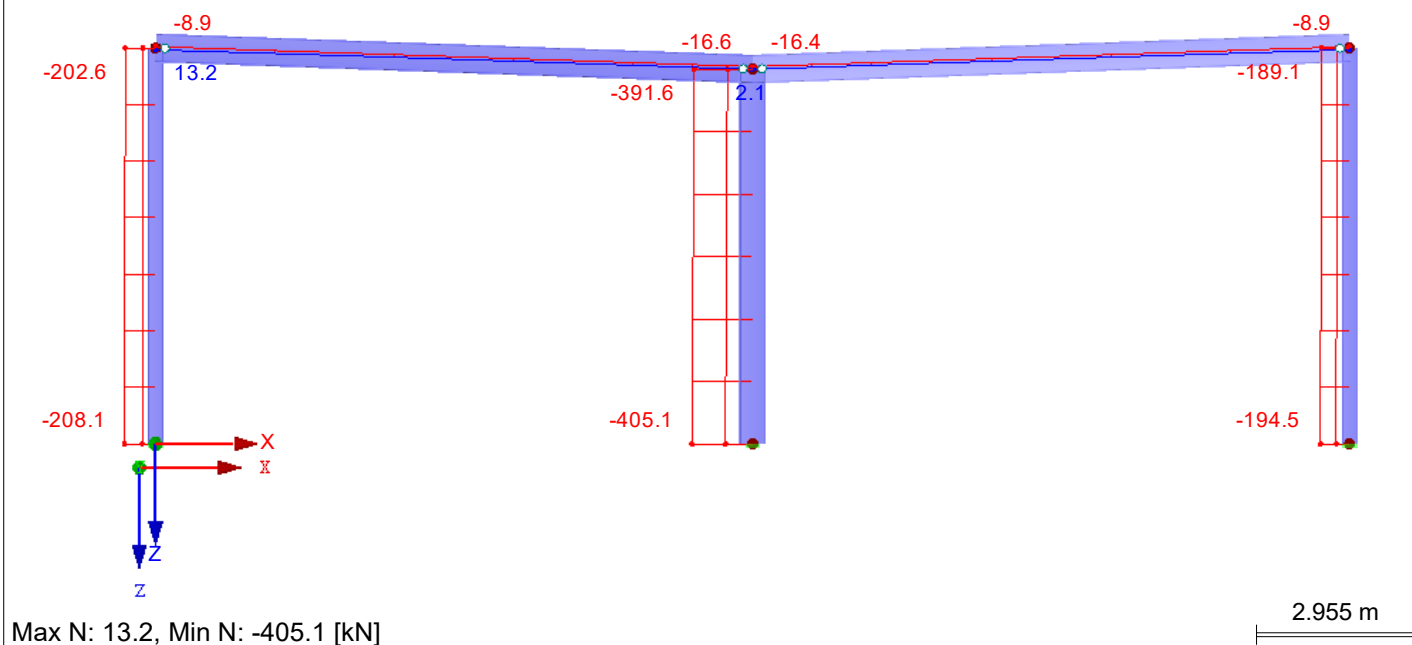
■ VNITŘNÍ SÍLY N

KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10

Proti směru osy Y

Vnitřní síly N

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



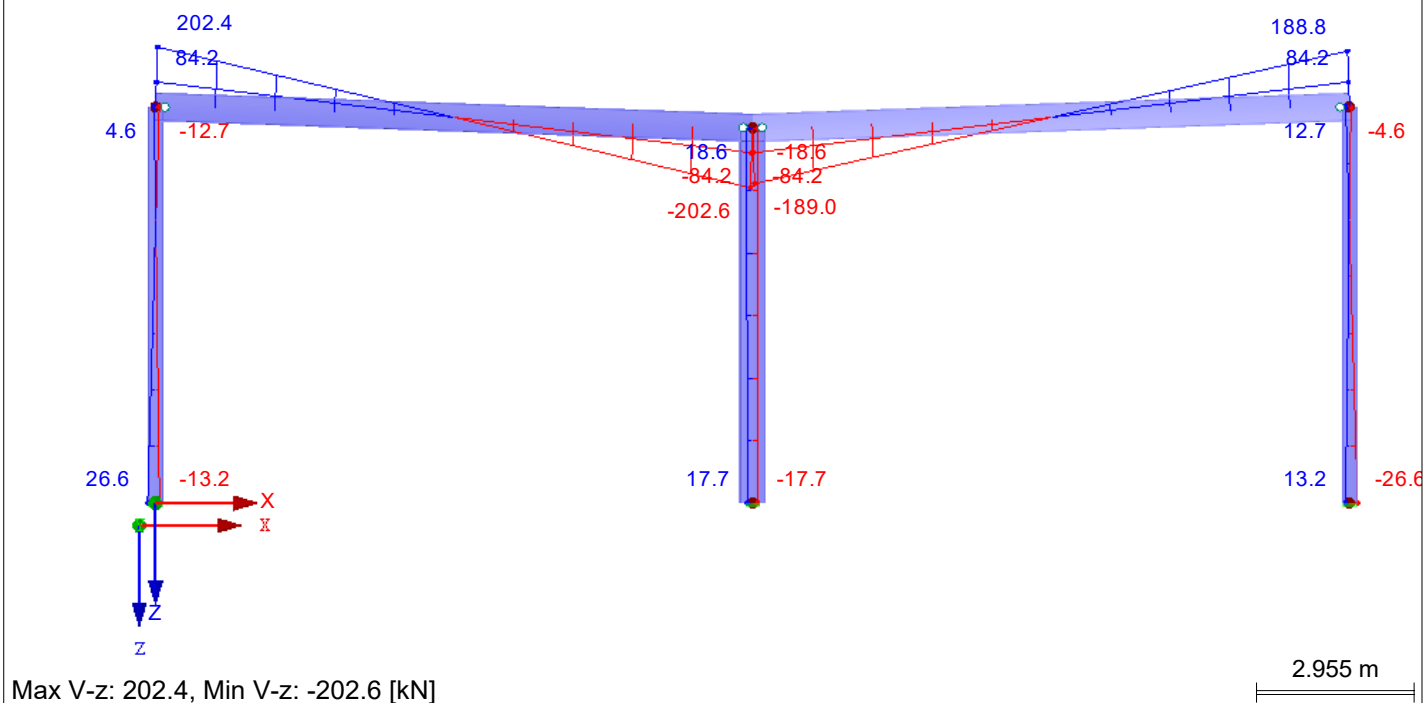
■ VNITŘNÍ SÍLY V_z

KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10

Proti směru osy Y

Vnitřní síly V_z

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



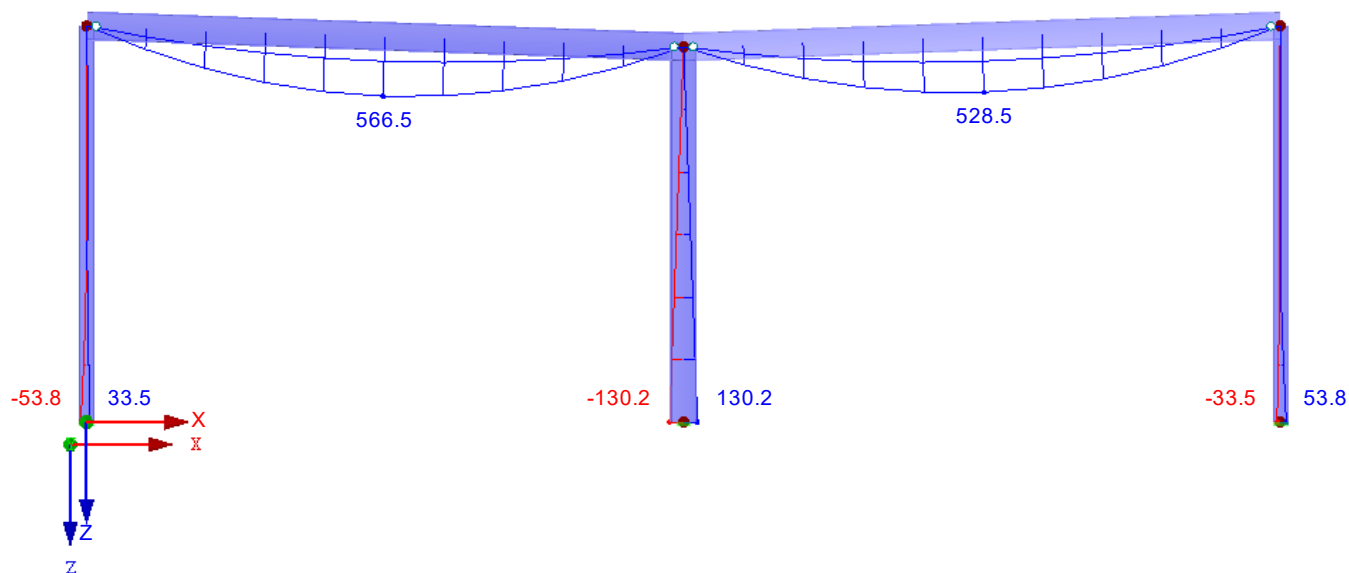
VNITŘNÍ SÍLY M_y

KV1 : MSÚ (STR/GEO) - trvalá/dočasná - rovn. 6.10

Proti směru osy Y

Vnitřní síly M-y

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



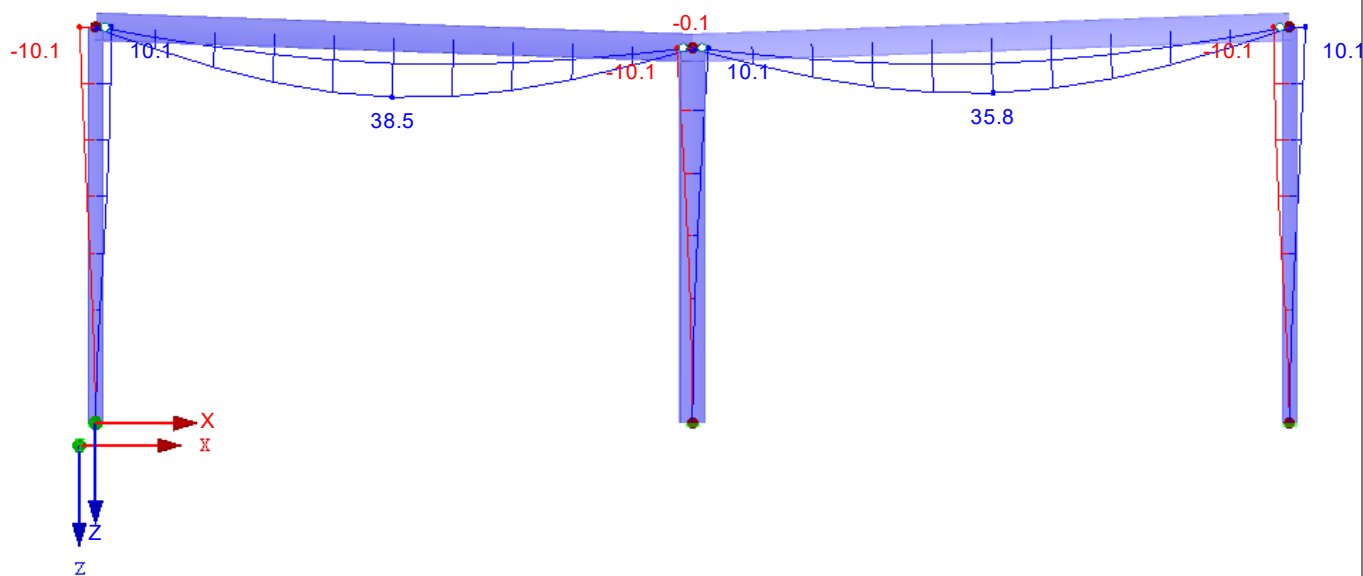
LOKÁLNÍ DEFORMACE u_z

KV2 : MSP - charakteristická

Proti směru osy Y

Lokální deformace u-z

Kombinace výsledků: Max. a min. hodnoty



RF-STEEL EC3

PR1

Posouzení ocelových prutů
podle Eurokódu 3

Projekt: DEL_NMMN

Model: TYPICKY_RAM

Datum: 23.01.2023

1.1 ZÁKLADNÍ ÚDAJE

Pruty k posouzení:	1-5																																																																								
Sady prutů k posouzení:																																																																									
Národní příloha:	ČSN																																																																								
Posouzení mezního stavu únosnosti																																																																									
Kombinace zatížení k posouzení:	<table> <tr><td>KZ1</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3</td></tr> <tr><td>KZ2</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3</td></tr> <tr><td>KZ3</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1</td></tr> <tr><td>KZ4</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2</td></tr> <tr><td>KZ5</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3</td></tr> <tr><td>KZ6</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1</td></tr> <tr><td>KZ7</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2</td></tr> <tr><td>KZ8</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3</td></tr> <tr><td>KZ9</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw1</td></tr> <tr><td>KZ10</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw2</td></tr> <tr><td>KZ11</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw1</td></tr> <tr><td>KZ12</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw2</td></tr> <tr><td>KZ13</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw1</td></tr> <tr><td>KZ14</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw2</td></tr> <tr><td>KZ15</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw1</td></tr> <tr><td>KZ16</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw2</td></tr> <tr><td>KZ17</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw1</td></tr> <tr><td>KZ18</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw2</td></tr> <tr><td>KZ19</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw1</td></tr> <tr><td>KZ20</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw2</td></tr> <tr><td>KZ21</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qw1</td></tr> <tr><td>KZ22</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qw2</td></tr> <tr><td>KZ23</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qw1</td></tr> <tr><td>KZ24</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qw2</td></tr> <tr><td>KZ25</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw1</td></tr> <tr><td>KZ26</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw2</td></tr> <tr><td>KZ27</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw1</td></tr> <tr><td>KZ28</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw2</td></tr> <tr><td>KZ29</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw1</td></tr> <tr><td>KZ30</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw2</td></tr> <tr><td>KZ31</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw1</td></tr> <tr><td>KZ32</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw2</td></tr> <tr><td>KZ33</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw1</td></tr> <tr><td>KZ34</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw2</td></tr> <tr><td>KZ35</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw1</td></tr> <tr><td>KZ36</td><td>1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw2</td></tr> </table>	KZ1	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3	KZ2	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3	KZ3	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1	KZ4	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2	KZ5	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3	KZ6	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1	KZ7	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2	KZ8	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3	KZ9	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw1	KZ10	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw2	KZ11	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw1	KZ12	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw2	KZ13	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw1	KZ14	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw2	KZ15	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw1	KZ16	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw2	KZ17	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw1	KZ18	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw2	KZ19	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw1	KZ20	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw2	KZ21	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qw1	KZ22	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qw2	KZ23	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qw1	KZ24	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qw2	KZ25	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw1	KZ26	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw2	KZ27	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw1	KZ28	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw2	KZ29	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw1	KZ30	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw2	KZ31	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw1	KZ32	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw2	KZ33	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw1	KZ34	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw2	KZ35	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw1	KZ36	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw2
KZ1	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3																																																																								
KZ2	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3																																																																								
KZ3	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1																																																																								
KZ4	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2																																																																								
KZ5	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3																																																																								
KZ6	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1																																																																								
KZ7	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2																																																																								
KZ8	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3																																																																								
KZ9	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw1																																																																								
KZ10	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw2																																																																								
KZ11	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw1																																																																								
KZ12	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw2																																																																								
KZ13	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw1																																																																								
KZ14	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw2																																																																								
KZ15	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw1																																																																								
KZ16	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs1 + 0.9Qw2																																																																								
KZ17	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw1																																																																								
KZ18	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs2 + 0.9Qw2																																																																								
KZ19	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw1																																																																								
KZ20	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qs3 + 0.9Qw2																																																																								
KZ21	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qw1																																																																								
KZ22	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 1.5Qw2																																																																								
KZ23	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qw1																																																																								
KZ24	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 1.5Qw2																																																																								
KZ25	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw1																																																																								
KZ26	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw2																																																																								
KZ27	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw1																																																																								
KZ28	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw2																																																																								
KZ29	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw1																																																																								
KZ30	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35Gq + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw2																																																																								
KZ31	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw1																																																																								
KZ32	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs1 + 1.5Qw2																																																																								
KZ33	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw1																																																																								
KZ34	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs2 + 1.5Qw2																																																																								
KZ35	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw1																																																																								
KZ36	1.35G1 + 1.35G2 + 1.35G3 + 0.75Qs3 + 1.5Qw2																																																																								
Posouzení mezního stavu použitelnosti																																																																									
Kombinace zatížení k posouzení:	<table> <tr><td>KZ37</td><td>G1 + G2 + G3</td></tr> <tr><td>KZ38</td><td>G1 + G2 + Gq + G3</td></tr> <tr><td>KZ39</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs1</td></tr> <tr><td>KZ40</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs2</td></tr> <tr><td>KZ41</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs3</td></tr> <tr><td>KZ42</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1</td></tr> <tr><td>KZ43</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2</td></tr> <tr><td>KZ44</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3</td></tr> <tr><td>KZ45</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1 + 0.6Qw1</td></tr> <tr><td>KZ46</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1 + 0.6Qw2</td></tr> <tr><td>KZ47</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2 + 0.6Qw1</td></tr> <tr><td>KZ48</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2 + 0.6Qw2</td></tr> <tr><td>KZ49</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3 + 0.6Qw1</td></tr> <tr><td>KZ50</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3 + 0.6Qw2</td></tr> <tr><td>KZ51</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs1 + 0.6Qw1</td></tr> <tr><td>KZ52</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs1 + 0.6Qw2</td></tr> <tr><td>KZ53</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs2 + 0.6Qw1</td></tr> <tr><td>KZ54</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs2 + 0.6Qw2</td></tr> <tr><td>KZ55</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs3 + 0.6Qw1</td></tr> <tr><td>KZ56</td><td>G1 + G2 + G3 + Qs3 + 0.6Qw2</td></tr> <tr><td>KZ57</td><td>G1 + G2 + G3 + Qw1</td></tr> <tr><td>KZ58</td><td>G1 + G2 + G3 + Qw2</td></tr> <tr><td>KZ59</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qw1</td></tr> <tr><td>KZ60</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + Qw2</td></tr> <tr><td>KZ61</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs1 + Qw1</td></tr> <tr><td>KZ62</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs1 + Qw2</td></tr> <tr><td>KZ63</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs2 + Qw1</td></tr> <tr><td>KZ64</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs2 + Qw2</td></tr> <tr><td>KZ65</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs3 + Qw1</td></tr> <tr><td>KZ66</td><td>G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs3 + Qw2</td></tr> <tr><td>KZ67</td><td>G1 + G2 + G3 + 0.5Qs1 + Qw1</td></tr> <tr><td>KZ68</td><td>G1 + G2 + G3 + 0.5Qs1 + Qw2</td></tr> <tr><td>KZ69</td><td>G1 + G2 + G3 + 0.5Qs2 + Qw1</td></tr> <tr><td>KZ70</td><td>G1 + G2 + G3 + 0.5Qs2 + Qw2</td></tr> <tr><td>KZ71</td><td>G1 + G2 + G3 + 0.5Qs3 + Qw1</td></tr> <tr><td>KZ72</td><td>G1 + G2 + G3 + 0.5Qs3 + Qw2</td></tr> </table>	KZ37	G1 + G2 + G3	KZ38	G1 + G2 + Gq + G3	KZ39	G1 + G2 + G3 + Qs1	KZ40	G1 + G2 + G3 + Qs2	KZ41	G1 + G2 + G3 + Qs3	KZ42	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1	KZ43	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2	KZ44	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3	KZ45	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1 + 0.6Qw1	KZ46	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1 + 0.6Qw2	KZ47	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2 + 0.6Qw1	KZ48	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2 + 0.6Qw2	KZ49	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3 + 0.6Qw1	KZ50	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3 + 0.6Qw2	KZ51	G1 + G2 + G3 + Qs1 + 0.6Qw1	KZ52	G1 + G2 + G3 + Qs1 + 0.6Qw2	KZ53	G1 + G2 + G3 + Qs2 + 0.6Qw1	KZ54	G1 + G2 + G3 + Qs2 + 0.6Qw2	KZ55	G1 + G2 + G3 + Qs3 + 0.6Qw1	KZ56	G1 + G2 + G3 + Qs3 + 0.6Qw2	KZ57	G1 + G2 + G3 + Qw1	KZ58	G1 + G2 + G3 + Qw2	KZ59	G1 + G2 + Gq + G3 + Qw1	KZ60	G1 + G2 + Gq + G3 + Qw2	KZ61	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs1 + Qw1	KZ62	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs1 + Qw2	KZ63	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs2 + Qw1	KZ64	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs2 + Qw2	KZ65	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs3 + Qw1	KZ66	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs3 + Qw2	KZ67	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs1 + Qw1	KZ68	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs1 + Qw2	KZ69	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs2 + Qw1	KZ70	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs2 + Qw2	KZ71	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs3 + Qw1	KZ72	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs3 + Qw2
KZ37	G1 + G2 + G3																																																																								
KZ38	G1 + G2 + Gq + G3																																																																								
KZ39	G1 + G2 + G3 + Qs1																																																																								
KZ40	G1 + G2 + G3 + Qs2																																																																								
KZ41	G1 + G2 + G3 + Qs3																																																																								
KZ42	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1																																																																								
KZ43	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2																																																																								
KZ44	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3																																																																								
KZ45	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1 + 0.6Qw1																																																																								
KZ46	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs1 + 0.6Qw2																																																																								
KZ47	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2 + 0.6Qw1																																																																								
KZ48	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs2 + 0.6Qw2																																																																								
KZ49	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3 + 0.6Qw1																																																																								
KZ50	G1 + G2 + Gq + G3 + Qs3 + 0.6Qw2																																																																								
KZ51	G1 + G2 + G3 + Qs1 + 0.6Qw1																																																																								
KZ52	G1 + G2 + G3 + Qs1 + 0.6Qw2																																																																								
KZ53	G1 + G2 + G3 + Qs2 + 0.6Qw1																																																																								
KZ54	G1 + G2 + G3 + Qs2 + 0.6Qw2																																																																								
KZ55	G1 + G2 + G3 + Qs3 + 0.6Qw1																																																																								
KZ56	G1 + G2 + G3 + Qs3 + 0.6Qw2																																																																								
KZ57	G1 + G2 + G3 + Qw1																																																																								
KZ58	G1 + G2 + G3 + Qw2																																																																								
KZ59	G1 + G2 + Gq + G3 + Qw1																																																																								
KZ60	G1 + G2 + Gq + G3 + Qw2																																																																								
KZ61	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs1 + Qw1																																																																								
KZ62	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs1 + Qw2																																																																								
KZ63	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs2 + Qw1																																																																								
KZ64	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs2 + Qw2																																																																								
KZ65	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs3 + Qw1																																																																								
KZ66	G1 + G2 + Gq + G3 + 0.5Qs3 + Qw2																																																																								
KZ67	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs1 + Qw1																																																																								
KZ68	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs1 + Qw2																																																																								
KZ69	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs2 + Qw1																																																																								
KZ70	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs2 + Qw2																																																																								
KZ71	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs3 + Qw1																																																																								
KZ72	G1 + G2 + G3 + 0.5Qs3 + Qw2																																																																								

1.5 VZPĚRNÉ DÉLKY - PRUTY

Prut č.	Vzpěr možný	Vzpěr okolo osy y			Vzpěr okolo osy z			Klopení				
		možný	$k_{cr,y}$	$L_{cr,y}$ [m]	možný	$k_{cr,z}$	$L_{cr,z}$ [m]	možné	k_z	k_w	L_w [m]	L_T [m]
1	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	7.100	<input type="checkbox"/>	1.00	7.100	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	7.100	7.100
2	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	7.500	<input type="checkbox"/>	1.00	7.500	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	7.500	7.500
3	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	7.500	<input type="checkbox"/>	1.00	7.500	<input type="checkbox"/>	1.0	1.0	7.500	7.500
4	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	11.187	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	11.187	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	2.000	2.000
5	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	11.187	<input checked="" type="checkbox"/>	1.00	11.187	<input checked="" type="checkbox"/>	1.0	1.0	2.000	2.000

Projekt: DEL_NMM

Model: TYPICKY_RAM

Datum: 23.01.2023

1.9 ÚDAJE PRO POSOUZENÍ POUŽITELNOSTI

č.	Vztaženo na	Pruty/Sady č.	Vztažná délka		Směr	Nadvýšení e ₀ [mm]	Typ nosníku
1	Prut	4	<input type="checkbox"/>	11.187	y, z	0.0	Nosník
2	Prut	5	<input type="checkbox"/>	11.187	y, z	0.0	Nosník

1.12 PARAMETRY - PRUTY

Prut č.	Označení	Parametr
1	Průřez	1 - I 500
	Smykové pole	<input type="checkbox"/>
	Torzní uložení	<input type="checkbox"/>
	Plocha průřezu pro posouzení napětí	<input type="checkbox"/>
2	Průřez	2 - I 300
	Smykové pole	<input type="checkbox"/>
	Torzní uložení	<input type="checkbox"/>
	Plocha průřezu pro posouzení napětí	<input type="checkbox"/>
3	Průřez	2 - I 300
	Smykové pole	<input type="checkbox"/>
	Torzní uložení	<input type="checkbox"/>
	Plocha průřezu pro posouzení napětí	<input type="checkbox"/>
4	Průřez	3 - IPE 550
	Smykové pole	<input type="checkbox"/>
	Torzní uložení	<input type="checkbox"/>
	Plocha průřezu pro posouzení napětí	<input type="checkbox"/>
5	Průřez	3 - IPE 550
	Smykové pole	<input type="checkbox"/>
	Torzní uložení	<input type="checkbox"/>
	Plocha průřezu pro posouzení napětí	<input type="checkbox"/>

2.4 POSOUZENÍ PO PRUTECH

Prut č.	Místo x [m]	ZS/KZ/ KV	Návrh	Rovnice č.	Označení
1	Průřez č. 1 - I 500				
	0.000	KZ9	0.10	≤ 1	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
	7.100	KZ26	0.01	≤ 1	CS121) Posouzení průřezu - smyk ve směru z podle 6.2.6
	0.000	KZ9	0.00	≤ 1	CS126) Posouzení průřezu - smykové boulení podle 6.2.6(6)
	0.000	KZ26	0.17	≤ 1	CS181) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
	0.000	KZ6	0.10	≤ 1	ST301) Posouzení stability - vzpěr okolo y podle 6.3.1.1 a 6.3.1.2(4)
	0.000	KZ26	0.18	≤ 1	ST361) Posouzení stability - ohyb okolo y a tlak podle 6.3.3, metoda 2
2	Průřez č. 2 - I 300				
	0.000	KZ12	0.13	≤ 1	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
	0.000	KZ21	0.06	≤ 1	CS121) Posouzení průřezu - smyk ve směru z podle 6.2.6
	0.000	KZ9	0.00	≤ 1	CS126) Posouzení průřezu - smykové boulení podle 6.2.6(6)
	0.000	KZ25	0.30	≤ 1	CS181) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
	7.500	KZ34	0.10	≤ 1	ST301) Posouzení stability - vzpěr okolo y podle 6.3.1.1 a 6.3.1.2(4)
	0.000	KZ6	0.15	≤ 1	ST302) Posouzení stability - vzpěr okolo y podle 6.3.1.1 a 6.3.1.2
3	Průřez č. 2 - I 300				
	0.000	KZ19	0.12	≤ 1	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
	0.000	KZ24	0.06	≤ 1	CS121) Posouzení průřezu - smyk ve směru z podle 6.2.6
	0.000	KZ9	0.00	≤ 1	CS126) Posouzení průřezu - smykové boulení podle 6.2.6(6)
	0.000	KZ26	0.30	≤ 1	CS181) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
	7.500	KZ35	0.10	≤ 1	ST301) Posouzení stability - vzpěr okolo y podle 6.3.1.1 a 6.3.1.2(4)
	0.000	KZ3	0.14	≤ 1	ST302) Posouzení stability - vzpěr okolo y podle 6.3.1.1 a 6.3.1.2
4	Průřez č. 3 - IPE 550				
	0.000	KZ12	0.00	≤ 1	CS101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3
	10.068	KZ27	0.01	≤ 1	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
	11.187	KZ27	0.01	≤ 1	CS103) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4 - třída 4
	5.594	KZ10	0.86	≤ 1	CS111) Posouzení průřezu - ohyb okolo y podle 6.2.5 - třída 1 nebo 2
	0.000	KZ11	0.21	≤ 1	CS121) Posouzení průřezu - smyk ve směru z podle 6.2.6
	11.187	KZ11	0.28	≤ 1	CS122) Posouzení průřezu - smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	0.000	KZ1	0.00	≤ 1	CS126) Posouzení průřezu - smykové boulení podle 6.2.6(6)
	5.594	KZ10	0.86	≤ 1	CS141) Posouzení průřezu - ohyb a smyk podle 6.2.5 a 6.2.8
	5.594	KZ11	0.86	≤ 1	CS181) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1
	5.594	KZ11	0.86	≤ 1	ST331) Posouzení stability - klopní podle 6.3.2.1 a 6.3.2.3 - I průřez
	0.000	KZ37	0.00	≤ 1	SE400) Použitelnost - malé, resp. velmi malé deformace
	5.594	KZ47	1.01	> 1	SE401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
5	Průřez č. 3 - IPE 550				
	0.000	KZ19	0.00	≤ 1	CS101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3
	10.068	KZ36	0.00	≤ 1	CS102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
	11.187	KZ36	0.01	≤ 1	CS103) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4 - třída 4
	5.594	KZ9	0.81	≤ 1	CS111) Posouzení průřezu - ohyb okolo y podle 6.2.5 - třída 1 nebo 2
	0.000	KZ20	0.19	≤ 1	CS121) Posouzení průřezu - smyk ve směru z podle 6.2.6
	11.187	KZ14	0.26	≤ 1	CS122) Posouzení průřezu - smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	0.000	KZ1	0.00	≤ 1	CS126) Posouzení průřezu - smykové boulení podle 6.2.6(6)
	5.594	KZ9	0.81	≤ 1	CS141) Posouzení průřezu - ohyb a smyk podle 6.2.5 a 6.2.8
	5.594	KZ20	0.81	≤ 1	CS181) Posouzení průřezu - ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1

Projekt: DEL_NMM

Model: TYPICKY_RAM

Datum: 23.01.2023

2.4 POSOUZENÍ PO PRUTECH

Prut č.	Místo x [m]	ZS/KZ/ KV	Návrh	Rovnice č.	Označení
	5.594	KZ20	0.81	≤ 1	ST331)
	0.000	KZ37	0.00	≤ 1	SE400)
	5.594	KZ50	0.94	≤ 1	SE401)
					Posouzení stability - klopení podle 6.3.2.1 a 6.3.2.3 - I průřez
					Použitelnost - malé, resp. velmi malé deformace
					Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z

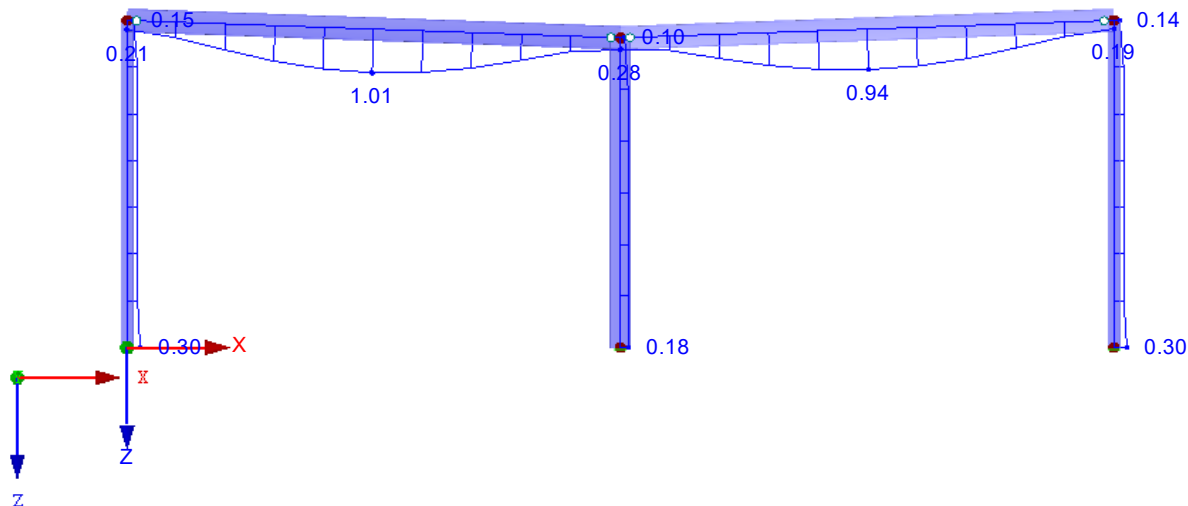
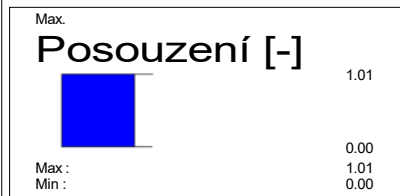
POSOUZENÍ

RF-STEEL EC3 PŘ1

Proti směru osy Y

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

Mezní stav použitelnosti: Deformace, Dýchání stěny



Max Posouzení: 1.01

3.575 m