

VŠB-Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra konstrukcí

Statické posouzení železničního mostu v Krnově

Static assessment of railway bridge in Krnov

Student:

Ivo Šimčík

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Vít Křivý, Ph.D.

Ostrava 2010

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Ivo Šimčík**
Studijní program: N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor: 3607T037 Konstrukce staveb
Téma: **Statické posouzení železničního mostu v Krnově**
Static assessment of railway bridge in Krnov

Zásady pro vypracování:

V rámci diplomové práce vypracujte:

1. Zprávu o technickém stavu konstrukce mostu.
2. Statické posouzení konstrukce mostu s původně navrženými průřezy podle platných evropských norem.
3. Statické posouzení vybraných prvků mostu oslabených korozi. Míru oslabení změřte pomocí ultrazvukového tloušťkoměru.

Elaborate the following topics included to the thesis:

1. A report about technical conditions of the bridge.
2. Static assessment of the structure with original designed cross-sections (the static assessment shall be worked in line with the Eurocode standards)
3. Static assessment of selected members weakened by corrosion. Corrosion weakened thicknesses measure using ultrasonic thickness gauge.

Seznam doporučené odborné literatury:

- [1] ČSN EN 1990: Zásady navrhování konstrukcí. Praha : ČNI, 2004.
- [2] ČSN EN 1991-1-X: Zatížení konstrukcí (příslušné části). Praha : ČNI.
- [3] ČSN EN 1993-1-1: Navrhování ocelových konstrukcí – Část 1-1: Obecná pravidla pro pozemní stavby. Praha : ČNI, 2006.
- [4] ČSN EN 1993-1-8: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 1-8: Navrhování styčnic. Praha : ČNI, 2006.
- [5] ČSN EN 1993-2: Navrhování ocelových konstrukcí - Část 2: Ocelové mosty. Praha : ČNI, 2006.

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Vít Křivý, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2010

Datum odevzdání: 30.11.2010



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.
vedoucí katedry

doc. Ing. Darja Kubečková Skulinová, Ph.D.
děkanka fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

Podpis studenta

.....

.....

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk diplomové práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě 29.11.2010

Obsah diplomové práce

Seznam použitého značení.....	11
1. Úvod.....	13
2. Současný stav řešené problematiky.....	13
3. Metodika řešení diplomového úkolu.....	14
3.1. Úvod.....	14
3.2. Technická zpráva.....	15
3.3. Schéma modelu mostu (stručné).....	16
3.4. Měření mostu.....	18
3.5. Údaje o použitém výpočetním programu.....	29
3.6. Základní údaje modelu výpočtu (pruty, rozměry, zatížení..).....	31
3.7. Postup posouzení dle normy ČSN EN 1991-2.....	37
3.8. Vlastní statický výpočet.....	41
3.8.1. Posouzení MSP.....	41
3.8.1.1. MSP Příčnický.....	41
3.8.1.2. MSP Podélníky.....	45
3.8.1.3. MSP Dolní pás hlavního nosníku.....	51
3.8.2. Posouzení MSÚ.....	53
3.8.2.1. MSÚ Příčnický.....	53
3.8.2.2. MSÚ Podélníky.....	62
3.8.2.3. MSÚ Dolní pás hlavního nosníku.....	68
3.8.2.4. MSÚ Horní pás hlavního nosníku.....	72
3.8.2.5. MSÚ Diagonály hlavního nosníku.....	77
3.8.2.6. MSÚ Svislice hlavního nosníku.....	81
3.8.2.7. MSÚ Podmostkové ztužidlo.....	83

3.8.3.	Posouzení MSP s vlivem koroze.....	86
3.8.3.1.	<i>MSP Příčnický – koroze.....</i>	86
3.8.3.2.	<i>MSP Podélníky –koroze.....</i>	90
3.8.3.3.	<i>MSP Dolní pás hlavního nosníku - koroze.....</i>	95
3.8.4.	Posouzení MSÚ s vlivem koroze.....	97
3.8.4.1.	<i>MSÚ Příčnický – koroze.....</i>	97
3.8.4.2.	<i>MSÚ Podélníky –koroze.....</i>	106
3.8.4.3.	<i>MSÚ Dolní pás hlavního nosníku – koroze.....</i>	111
3.8.4.4.	<i>MSÚ Diagonály hlavního nosníku – koroze.....</i>	115
3.8.4.5.	<i>MSÚ Svislice hlavního nosníku – koroze.....</i>	119
3.8.4.6.	<i>MSÚ podmostkové ztužidlo - koroze.....</i>	121
4.	Vyhodnocení výsledků výpočtu.....	124
5.	Úvaha ke staré ČSN 73 6203.....	126
6.	Závěr.....	127
7.	Seznam použité literatury.....	128
8.	Seznam příloh.....	129

Seznam použitého značení

w_x - celková deformace ve směru - x	$V_{y,Ed}$ - návrhová posouvající síla
w_y - celková deformace ve směru - y	$V_{z,Ed}$ - návrhová posouvající síla
w_z - celková deformace ve směru z	T_{Ed} - návrhová hodnota celkového krouticího momentu
$w_{Q,inst,y}$ - výsledný lokální posun směr - y	$M_{y,Ed}$ - návrhový ohybový moment k ose y-y
$w_{Q,inst,z}$ - výsledný lokální posun směr - z	$M_{z,Ed}$ - návrhový ohybový moment k ose z-z
l - délka prvku	$M_{b,Rd,z}$ - návrhová únosnost v ohybu při klopení
$w_{Q,inst,mezní,y}$ - mezní deformace	$M_{b,Rd,y}$ - návrhová únosnost v ohybu při klopení
$w_{Q,inst,mezní,z}$ - mezní deformace	$W_{el,y,min}$ - nejmenší pružný modul průřezu k ose - y
η – posouzení	$W_{el,z,min}$ - nejmenší pružný modul průřezu k ose - z
f_y - mez kluzu	$W_{pl,y,min}$ - plastický průřezový modul
γ_{M0} – součinitel únosnosti průřezu	$W_{pl,z,min}$ - plastický průřezový modul
γ_{M1} - součinitel únosnosti průřezu (stabilita)	I_y - moment setrvačnosti k ose -y
ϕ_3 - dynamický součinitel	I_z - moment setrvačnosti k ose - z
N - normálová síla	z_{SP} – poloměr setrvačnosti k ose - z
V_y - posouvající síla ve směru - y	y_{SP} poloměr setrvačnosti k ose - y
V_z - posouvající síla ve směru - z	$\sigma_{x,N,Ed}$ - návrhové normálové napětí
MT - kroutící moment	$\sigma_{x,M_y,f,Ed}$ - návrhové napětí od ohybu
M_y - ohybový moment k ose - y	$\sigma_{x,M_z,f,Ed}$ - návrhové napětí od ohybu
M_z - ohybový moment k ose - z	$\sigma_{x,f,Ed}$ - návrhové napětí
N_{Ed} - návrhová osová síla	$\sigma_{x,Rd}$ - mezní napětí
$N_{pl,Rd}$ - návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu v tahu	η_f - posouzení napětí
N_{Rk} - charakteristická hodnota únosnosti v tlaku	$V_{Pl,y,Rd}$ - návrhová plastická únosnost ve smyku
A - plocha průřezu	$V_{Pl,z,Rd}$ - návrhová plastická únosnost ve smyku
$A_{v,y}$ - smyková plocha	ε - součinitel závisející na f_y
$A_{v,z}$ - smyková plocha	$V_{b,Rd}$ - návrhová únosnost ve smyku (boulení)

$V_{bf,Rd}$ - příspěvek pásnic boulení	c_{my} - součinitel ekvivalentního konstantního momentu
χ_w - součinitel příspěvku stojiny	c_{mz} - součinitel ekvivalentního konstantního momentu
χ_y - součinitel vzpěrnosti k ose y-y	k_{yy} - součinitel interakce
χ_z - součinitel vzpěrnosti k ose z-z	k_{yz} - součinitel interakce
χ_{LT} - součinitel klopení	k_{zy} - součinitel interakce
ϕ_{LT} - hodnota pro výpočet součinitele klopení χ_{LT}	k_{zz} - součinitel interakce
k_{wt} - bezrozměrný parametr kroucení	t_f - tloušťka pásnice
k_y - součinitel vzpěrné délky	t_w - tloušťka stojiny
k_z - součinitel vzpěrné délky	R - rozjezd
k_w - součinitel vzpěrné délky	B - brzdění
λ_w^- - upravená štíhlost	Bo - Boční ráz
λ_{LT}^- - poměrná štíhlost při klopení	Sv - svislé zatížení
λ_y - poměrná štíhlost	Sp - svislé zatížení poloviční
λ_y - poměrná štíhlost	ZS - zatěžovací stav
λ_1 - hodnota štíhlosti pro výpočet poměrné štíhlosti	SZS – skupina zatěžovacích stavů (složená z příslušných dalších zatížení – kombinace větru, užitná zatížení, dopravy, stálého zatížení atd.)
L_{cr} - vzpěrná délka v uvažované rovině vybočení	KZS - kombinace zatěžovacích stavů a SZS
$L_{cr,z}$ - vzpěrná délka v uvažované rovině vybočení z	SZS MSP - skupiny zatěžovacích stavů pro mezní stav použitelnosti
h_w - výška stojiny	SZS MSÚ - Skupiny zatěžovacích stavů pro mezní stav únosnosti
μ_{cr} - bezrozměrný kritický moment	KZS MSP - kombinace pro mezní stav použitelnosti
M_{cr} - pružný kritický moment	KZS MSÚ- kombinace pro mezní stav únosnosti
h - výška průřezu	
b - šířka průřezu	
c - šířka pásnice	

1. Úvod

Obsahem diplomové práce je statické posouzení železničního mostu v Krnově. Pro zpracování tohoto posudku byla k dispozici pouze zpráva: Hodnocení korozních projevů na mostu v Krnově přes řeku Opavu. K dispozici nebyla žádná technická výkresová dokumentace a to ať výrobní, či prováděcí, nebo statický posudek. Výsledná kvalita statického posudku je ovlivněna vstupními podklady a to tedy výše uvedenou zprávou, ze které byly čerpány veškeré údaje pro statický model mostu.

Vstupní podklady:

- a) Zpráva: Hodnocení korozních projevů na mostu v Krnově přes řeku Opavu, viz. volná příloha č. 1.

2. Současný stav řešené problematiky:

Před samotným zpracováním diplomové práce byla hledána podobná problematika, ze které by mohly být čerpány nějaké poznatky, které pojednávají o problematice, koroze na kovových mostech, či zkušenosti s těmito projevy na konstrukci. Nikde ani v knihovně VŠB-TUO nebyly nalezeny příslušné podklady. Taktéž, ani na internetu se nenašla nějaká ucelená zpráva, která by obsahovala tuto problematiku. A to ať už s doporučeními pro jednotlivé části konstrukce, nebo konstrukce mostu jako celku jako celku.

3. Metodika řešení diplomového úkolu:

3.1. Úvod

V první fázi bylo nutné se důkladně seznámit s mostními konstrukcemi a z jejich konstrukčními prvky. Vycházelo se z materiálů, viz. seznam literatury. Celá problematika statického výpočtu mostu oslabeného koroze nabízí myšlenku, se podívat a zamyslet se i nad tím, jak byly dané konstrukce navrhovány v minulosti. Vzhledem, k tomu, že statický posudek v této DP byl dělán podle normy, která platí v současné době, se nabízela i otázka, zda konstrukce vyhoví některým požadavkům na tuto normu. Cílem nebylo posouzení všech prvků konstrukce na všechny možné provozní varianty, tak jako při návrhu tohoto mostu, životnost únava atd. Hlavním úkolem bylo zjistit jaký vliv má koroze na prvky, na kterých se vyskytuje a jak to tyto prvky ovlivní a také jak se to projeví na celkové konstrukci mostu.

Pro základní model mostu a taktéž pro výchozí posudek bez oslabení koroze, byly použity údaje mostu uvedené ve zprávě, viz. příloha. Na základě těchto údajů byl vytvořen statický model mostu, který byl brán jako stav mostu výchozí „výrobní“. Tloušťky jednotlivých prvků byly brány z této zprávy. Bylo již uvedeno, že nebyl žádný jiný podklad a to ani u výrobce mostu, kde by byly zachovány skutečné výrobní rozměry konstrukčních prvků mostu. Statický posudek DP je zaměřen na prvky hlavní nosné konstrukce, posouzení spojů není součástí této DP. Vzájemné srovnání prvků na MSP bez koroze a s vlivem koroze je provedeno v kapitole MSP s vlivem koroze a pak následně ve zhodnocení DP. U stavů MSÚ je srovnání provedeno v závěrečném zhodnocení DP.

Uvedu stručný postup metodiky DP.

- I. Seznámení se s problematikou navrhování a konstrukce ocelových mostů, z jejich dělení a specifiky.
- II. Výběr vhodného software pro výpočet mostu.
- III. Modelování mostní konstrukce (jediný výchozí podklad, byla zpráva viz. volná příloha (1))
- IV. Určení způsobu zatěžování mostní konstrukce v návaznosti na normy platné v době vzniku mostu a dnes (rozdíly).
- V. Měření úbytku materiálu v důsledku koroze na mostní konstrukci.
- VI. Vyhodnocení měření.
- VII. Modelování konstrukce mostu s prvky oslabenými koroze.
- VIII. Výpočet základního modelu mostu.
- IX. Výpočet modelu mostu s vybranými oslabenými prvky.
- X. Vyhodnocení výsledků.

V návaznosti na tento postup bylo získáno množství podkladů, které by bylo vhodné dále rozpracovat a podrobit podrobnějšímu posouzení.

3.2. Technická zpráva:

Základní údaje mostu a jeho charakteristika:

Jde o železniční most, který se nachází v Krnově přes řeku Opavu. Most byl postaven v roce 1979. Vzhledem k častým povodním na této řece bývá opakovaně vystavován účinkům povodní a s tím souvisejícími negativními vlivy. Zjevně nedochází k odstranění naplavenin po těchto lokálních záplavách, což má vliv na jednotlivé části konstrukce. S tím souvisí i rozvoj koroze na jednotlivých prvcích.

Jde o otevřený příhradový železniční most s dolní mostovkou. Ocelová konstrukce je svařovaná. Montážní spoje jsou na bázi šroubových třecích spojů. Most převádí jednu přímou kolej s podélným sklonem 4,05 promile, která je uložena na mostnicích.

Hlavní nosníky jsou příhradové, svislicové soustavy, bez horního ztužení se vzdáleností os horního a dolního pásu 4,3m a délky 35,2m. Osová vzdálenost hlavních nosníků je 6,5m.

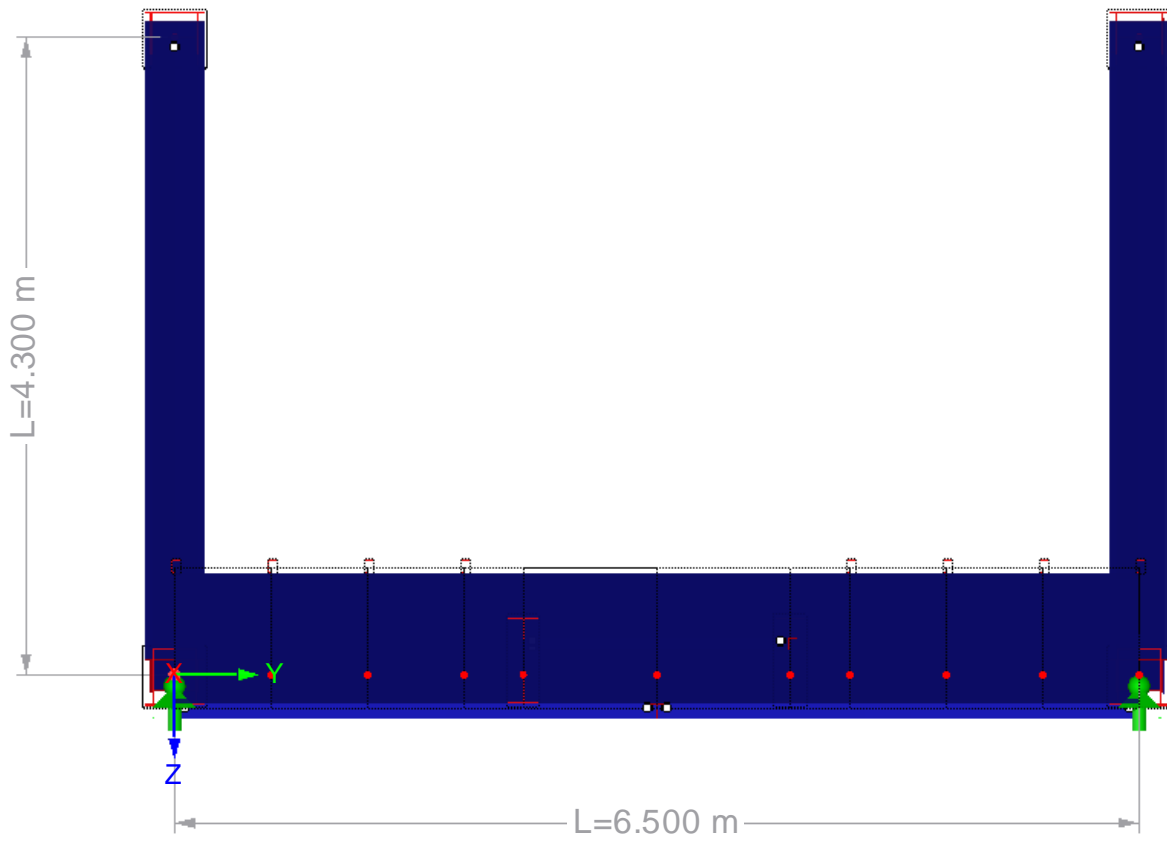
Mostovku tvoří rošt z podélníků a příčníků. Podélníky jsou jako spojitě nosníky. Mostovka je ztužena v dolní úrovni příčníků diagonálami podmostkového ztužidla, které je připojeno na spodní pás hlavního nosníku. Ztužení, není k podélníkům přichyceno v místě jejich křížení, ale je mezi nimi ponechána mezera. Ve středu rozpětí mostu je umístěno brzdné ztužidlo. Mezi podélníky jsou příčná a podélná ztužení. Osová vzdálenost příčníků je 3,52m celkem tedy 11Ks.

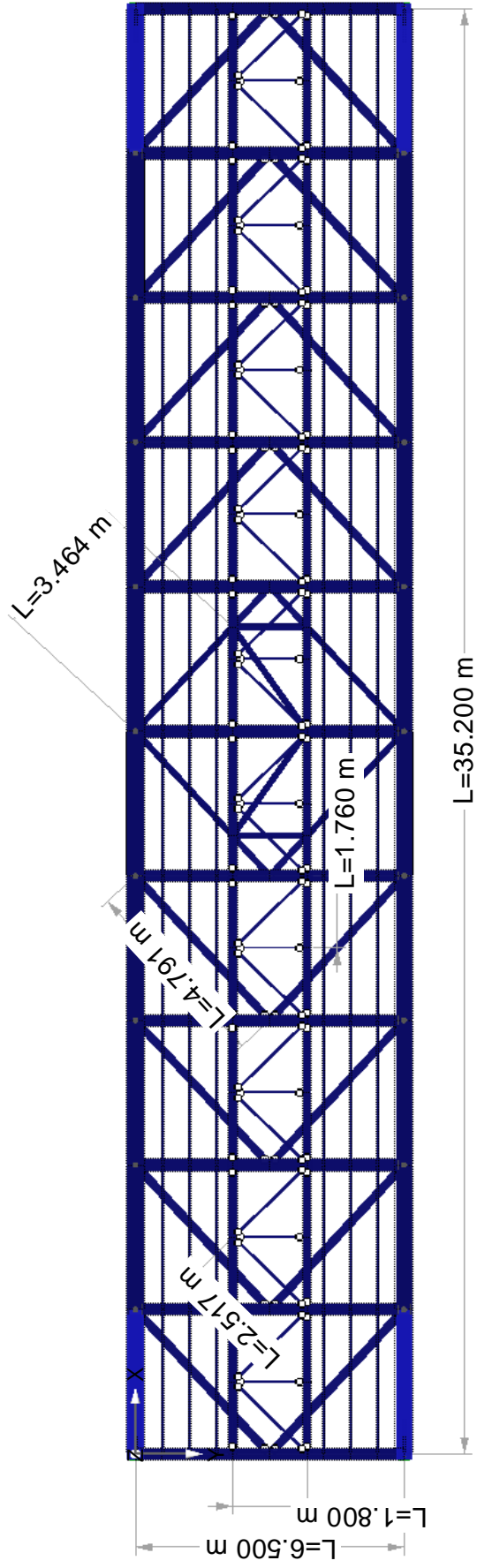
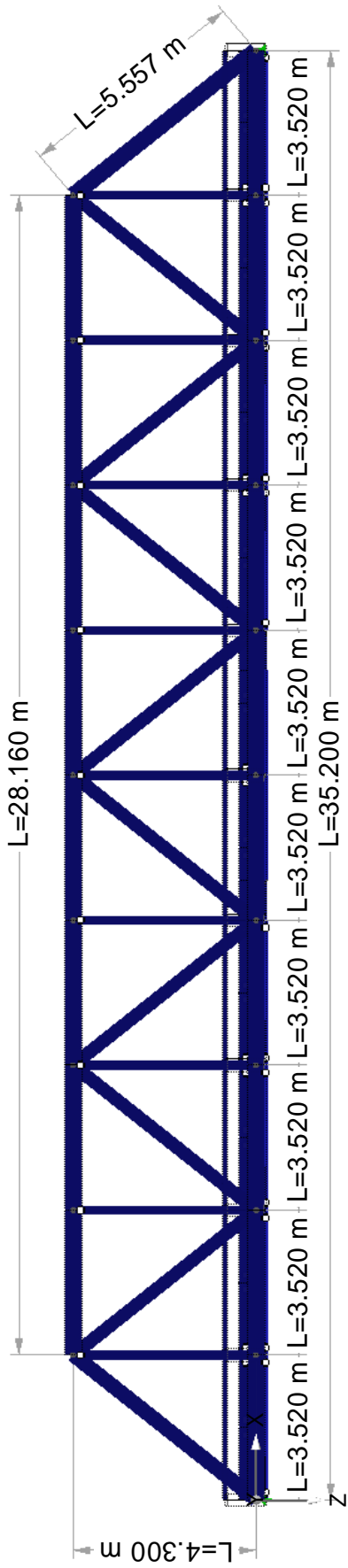
Ložiska v provedení jako ocelová dle ON 736277 pevná II.P.3 a pohyblivá II.V.3.

Konstrukce byla navržena na zatěžovací vlak A dle ČSN 7366203. Byl použit materiál patinující ocel 151127-ATMOFIX

B. Další údaje budou postupně uvedeny ve statickém posudku.

3.3. Schéma modelu (stručné) Z modelu RSTAB:





3.4. Měření mostu

Postup měření a specifika.

Měření proběhlo v levé části mostu (bráno po směru toku řeky Opavy). Při měření bylo použito toto nářadí:

- akumulátorová bruska
- ocelový kartáč
- ocelová špachtle
- tloušťkoměr Positector UTG
- gel
- žebřík (1,5m)
- zapisovací pomůcky

Samotné měření bylo ovlivněno mimo jiné i životností akumulátorové baterie brusky, pak dále možností dosáhnout z žebříku na měřené části konstrukce mostu. Primárně se tedy začalo měřit na prvcích mostu přístupných z lávky mostu a to prvky diagonál příhradové konstrukce. Vzhledem ale k tomu, že se předpokládala největší úbytek v důsledku koroze na prvcích v dolní části mostu, tak se pak prováděla měření na těchto prvcích v tomto pořadí.

1. Diagonála hlavního nosníku - krajní
2. Svislice hlavního nosníku - krajní
3. Příčník - krajní
4. Podélník - krajní
5. Dolní pás hlavního nosníku- krajní
6. Diagonála podmostkového tužení - krajní
7. Podélník - v poli
8. Příčník - v poli
9. Dolní pás hlavního nosníku - v poli

Následné měření již nebylo možné a to jak v důsledku životnosti baterie brusky a taky z důvodu nemožnosti přístupu k dalším prvkům mostu nad řekou.

Po provedení těchto měření byly vytvořeny odpovídající profily oslabené korozí, podle naměřených úbytků na prvcích. Pokud byly na 1 prvku v odpovídajícím místě naměřeny 2 rozdílné průměrné hodnoty, byla pro návrh prvku brána ta s více nepříznivou hodnotou (v tabulce označeno šedým podbarvením). Pokud byla na prvku naměřena hodnota vyšší, než jaká byla zadána ve výchozím modelu mostu, tak byla ponechána hodnota z výchozího modelu. Ve výchozím modelu jsou rozměry jednotlivých prvků a ty vychází ze zprávy viz. příloha. V modelu mostu se pak změnil jen ty typy prutů, které byly skutečně měřeny (a na prutech jen ta místa, která na nich byla skutečně

měřena - vždy ta nejnejpříznivější naměřená hodnota) a tyto hodnoty byly pak přeneseny na všechny pruty shodného typu na mostě. Ostatní prvky, které nebyly měřeny, tak byly ponechány ve výchozích hodnotách.

Tedy příklad:

Měřen byl krajní příčník, byl tedy vytvořen nový prut typu krajní příčník a ten pak vložen do mostu na 2 krajní příčníky. Příčník v poli - vytvořen prut příčník v poli a prut s těmito úbytky pak vložen na všechny ostatní příčníky v poli. Oslabení, která byla použita pro příslušný prvek a jeho konstrukční část jsou uvedena níže v tabulkách. Více o konkrétních rozměrech jednotlivých prvků, jsou v softwarovém modelu konstrukce mostu oslabeném korozí

Měření mostu

Termín: 15.10.2010
 Provedl: Šimčík Ivo
 Ing. Vít Křivý Ph.D.
 Přístroj: Positector UTG
 Počet měření na jednom bodu: 10x



Název prvku		Označení měření	ϕ [mm]	Max [mm]	Min [mm]	σ [mm]
Diagonála hlav. nosníku	D1	U1	14,35	14,41	14,28	0,03
Diagonála hlav. nosníku	D1	U2	9,45	9,46	9,44	0,01
Diagonála hlav. nosníku	D1	U3	9,74	9,8	9,7	0,03
Svislice hlav. nosníku	V1	U4	10,23	10,35	13,12	0,07
Svislice hlav. nosníku	V1	U5	9,53	9,68	9,42	0,08
Diagonála hlav. nosníku	D2	U6	14,78	14,89	14,71	0,06
Diagonála hlav. nosníku	D2	U7	10,03	10,06	10,01	0,02

Extremní hodnoty na profilu a jeho částech				
Název prvku		Označení měření	jm. tl. [mm]	ϕ [mm]
Diagonála hlav. nosníku	D1	U1	14	14,35
Diagonála hlav. nosníku	D1	U2	10	9,45
Diagonála hlav. nosníku	D1	U3	10	9,74
Svislice hlav. nosníku	V1	U4	10	10,23
Svislice hlav. nosníku	V1	U5	10	9,53
Diagonála hlav. nosníku	D2	U6	14	14,78
Diagonála hlav. nosníku	D2	U7	10	10,03

Fotodokumentace:

D1



V1



Název prvku		Označení měření	ø [mm]	Max [mm]	Min [mm]	σ [mm]
Krajní příčník	P0	U8	24,45	25,07	24,14	0,29
Krajní příčník	P0	U9	23,17	24,06	22,8	0,48
Krajní příčník	P0	U10	10,82	11,57	10,43	0,32
Krajní příčník	P0	U11	9,36	10,27	8,4	0,68
Krajní příčník	P0	U12	11,56	11,59	11,52	0,03
Krajní příčník	P0	U13	11,63	11,72	11,57	0,05
Krajní příčník	P0	U14	24,09	24,49	23,98	0,15
Krajní příčník	P0	U15	23,61	23,93	23,17	0,2

Extremní hodnoty na profilu a jeho částech				
Název prvku		Označení měření	jm. tl. [mm]	ø [mm]
Krajní příčník	P0	U9	25,00	23,17
Krajní příčník	P0	U11	12,00	9,36
Krajní příčník	P0	U12	12,00	11,56
Krajní příčník	P0	U15	25,00	23,61

Fotodokumentace:

P0



P0

Pohled před měřením



Název prvku		Označení měření	ø [mm]	Max [mm]	Min [mm]	σ [mm]
Podélník krajní	Pk	U16	11,12	11,46	11,05	0,17
Podélník krajní	Pk	U17	8,98	9,49	8,35	0,42
Podélník krajní	Pk	U18	9,91	10,08	9,87	0,07
Podélník krajní	Pk	U19	12	12,05	11,96	0,03

Extremní hodnoty na profilu a jeho částech				
Název prvku		Označení měření	jm. tl. [mm]	ø [mm]
Podélník krajní	Pk	U16	12,00	11,12
Podélník krajní	Pk	U17	10,00	8,98
Podélník krajní	Pk	U18	10,00	9,91
Podélník krajní	Pk	U19	12,00	12

Fotodokumentace:

Pk



Název prvku		Označení měření	ø [mm]	Max [mm]	Min [mm]	σ [mm]
Dolní pás hlav. nosníku	S1	U20	11,65	11,82	11,55	0,07
Dolní pás hlav. nosníku	S1	U21	14,63	14,67	14,6	0,02
Dolní pás hlav. nosníku	S1	U22	12,61	12,81	12,54	0,08

Extremní hodnoty na profilu a jeho částech					
Název prvku		Označení měření	jm. tl. [mm]	ø [mm]	zadáno
Dolní pás hlav. nosníku	S1	U20	12,00	11,65	11,6
Dolní pás hlav. nosníku	S1	U21	14,00	14,63	
Dolní pás hlav. nosníku	S1	U22	12,00	12,61	

Fotodokumentace:

S1



Název prvku		Označení měření	ø [mm]	Max [mm]	Min [mm]	σ [mm]
Diagonála zavětování	Z1	U23	8,14	8,16	8,1	0,02
Diagonála zavětování	Z1	U24	7,78	8	7,63	

Extremní hodnoty na profilu a jeho částech				
Název prvku		Označení měření	jm. tl. [mm]	ø [mm]
Diagonála zavětování	Z1	U23	10,00	8,14
Diagonála zavětování	Z1	U24	10,00	7,78

Fotodokumentace:

Z1



Název prvku		Označení měření	ø [mm]	Max [mm]	Min [mm]	σ [mm]
Podélník v poli	Pp	U25	11,64	11,73	11,36	0,12
Podélník v poli	Pp	U26	11,51	11,82	11,26	0,2
Podélník v poli	Pp	U27	9,25	9,35	9,03	0,09
Podélník v poli	Pp	U28	9,96	10,01	9,94	0,02

Extremní hodnoty na profilu a jeho částech				
Název prvku		Označení měření	jm. tl. [mm]	ø [mm]
Podélník v poli	Pp	U26	12,00	11,51
Podélník v poli	Pp	U27	10,00	9,25
Podélník v poli	Pp	U28	10,00	9,96

Fotodokumentace:

Pp



Název prvku		Označení měření	ø [mm]	Max [mm]	Min [mm]	σ [mm]
Příčnick 1	P1	U29	23,22	23,74	23,04	0,22
Příčnick 1	P1	U30	23,92	24,79	23,68	0,32
Příčnick 1	P1	U31	8,99	9,21	8,86	0,11
Příčnick 1	P1	U32	11,87	12	11,8	0,05

Extremní hodnoty na profilu a jeho částech				
Název prvku		Označení měření	jm. tl. [mm]	ø [mm]
Příčnick 1	P1	U29	25,00	23,22
Příčnick 1	P1	U31	12,00	8,99
Příčnick 1	P1	U32	12,00	11,87

Fotodokumentace:

P1



Název prvku		Označení měření	ø [mm]	Max [mm]	Min [mm]	σ [mm]
Dolní pás hlav. nosníku	S3	U33	17,16	17,44	16,96	0,14
Dolní pás hlav. nosníku	S3	U34	20,08	20,26	19,8	0,12
Dolní pás hlav. nosníku	S2	U35	11,85	11,89	11,78	0,03
Dolní pás hlav. nosníku	S3	U36	20,09	20,15	20,05	0,03

Extremní hodnoty na profilu a jeho částech					
Název prvku		Označení měření	jm. tl. [mm]	ø [mm]	zadáno
Dolní pás hlav. nosníku	S3	U33	20,00	17,16	17,1
Dolní pás hlav. nosníku	S3	U34	20,00	20,08	
Dolní pás hlav. nosníku	S2	U35	12,00	11,85	
Dolní pás hlav. nosníku	S3	U36	20,00	20,09	

Fotodokumentace:

P1



Celkové pohledy na konstrukci:

Měření probíhalo v této části mostu na jednotlivých popsanych prvcích



3.5. Údaje o použitém výpočetním programu.

Jde o program společnosti Ing. Software DLUBAL . Tato společnost se zabývá vývojem programů pro statické a dynamické výpočty a dimenzování stavebních konstrukcí. Pro práci byl vybrán z jejich nabídky software RSTAB. Předpokladem pro použití RSTABU je minimální konfigurace:

- Operační systém Windows 2000/XP/Vista
- X86 procesor 1GHz
- 512MB RAM
- CD-ROM a 3,5“ disketová jednotka pro instalaci (instalaci lze provést i ze sítě)
- 10GByte volného místa na pevném disku, z toho asi 500 MB pro instalaci
- Grafická karta s rozlišením 1024x768 pixel

Program RSTAB slouží ke komplexním statickým výpočtům rovinných i prostorových prutových konstrukcí. Díky své modulární struktuře RSTAB snadno vyhoví individuálním požadavkům statiků a projektantů. Základní program RSTAB je určený ke stanovení vnitřních sil, podporových reakcí a deformací konstrukce, v přídatných modulech je možné potom provést další specializované výpočty (např. posouzení stability, dynamickou analýzu) nebo dimenzování jednotlivých prvků konstrukce (ocelové, betonové, spřažené či dřevěné). Program RSTAB se vyznačuje přehledným a intuitivním ovládáním, které umožní jeho snadné a rychlé naučení.

Z důvodů mé menší zkušenosti s výpočetními programy pro statické výpočty, byl proveden prvotní výběr vhodného software pro tuto diplomovou práci. Volba se zaměřila mimo jiné i na tyto parametry: jednoduchosti ovládání a možnosti co nejefektivněji získat tento software ke školnímu využití. Kriteria bylo více. Software musel splňovat také:

- český návod a kvalitu tohoto materiálu, tak aby se podle něj dalo lehce s programem seznámit,
- prestiž a známost daného programu tzn. jeho používání ve skutečné praxi,
- uživatelské prostředí programu,
- celkovou podporu firmy pro jednotlivé konzultace při seznamování se s programem,

Výběr se zúžil na fa. Scia CZ, s.r.o. a Ing. Software Dlubal s.r.o. Po vyzkoušení si demoverzí a komunikace se zástupci těchto firem jsem se rozhodl pro firmu Dlubal, která v těchto parametrech zvítězila. Protože daná konstrukce vyžadovala použití velkého množství jednotlivých zatěžovacích stavů a jejich kombinací, byl tak velmi dobře prověřen daný software z hlediska použití na mostech. V průběhu práce byly zjištěny některé funkčnosti, které by se dali zlepšit a to samozřejmě jak na straně uživatele, ale taky v menší míře na straně software. Tyto poznatky byly konzultovány se zástupcem fa. Dlubal p. Ing. Míchalem P., který vždy velmi kvalitě poskytoval zpětnou vazbu a cenné rady, které pak umožňovaly efektivně s programem pracovat. Komunikace s firmou Dlubal byla příkladná a velmi doporučuji i ostatním. Díky tomu byla možnost se velmi kvalitně a efektivně seznámit s programem.

Použitý software:

- RSTAB verze 7.03.1162 (ve studentské verzi)

V této verzi bylo pro modelování a výpočet použito i přídatných modulů:

- SHAPE-THIN 7 – Sloužící pro modelování průřezových charakteristik tenkostěnných a ostatních průřezů.
- STEEL EC3 – Posouzení oceli podle Eurokódu 3.
- RSMOVE Pruty – Generování pohyblivého zatížení.
- RSCOMBI – Generování skupin, kombinací zatěžovacích stavů.

3.6. Základní údaje modelu výpočtu (pruty, rozměry, zatížení.)

Základní údaje: výchozí model

VÝPOČETNÍ METODA

- | | |
|--|--|
| <input checked="" type="checkbox"/> Statika | <input checked="" type="checkbox"/> Teorie I. řádu (lineární výpočet) |
| <input type="checkbox"/> Posouzení napětí | <input checked="" type="checkbox"/> Teorie II. řádu (nelineární výpočet podle Timoshenka) |
| <input type="checkbox"/> Dynamická analýza | <input type="checkbox"/> Teorie velkých posunů (nelineární výpočet podle Newtona-Raphsona) |
| | <input type="checkbox"/> Postkritická analýza (nelineární výpočet podle Newtona-Raphsona) |
| <input checked="" type="checkbox"/> Zatěž. stavy | <input type="checkbox"/> Návrhové stavy |
| <input checked="" type="checkbox"/> Skupiny ZS | <input type="checkbox"/> Dynamické stavy |
| <input checked="" type="checkbox"/> Kombinace ZS | <input type="checkbox"/> Tvary vybočení |

PARAMETRY KONSTRUKCE

- | | | |
|---|----------------------|---------------------------|
| <input type="checkbox"/> 1D spojitý nosník | 162 Uzly | 365 Pruty |
| <input type="checkbox"/> 2D prutové konstrukce | 1 Materiály | 0 Lanové pruty |
| <input checked="" type="checkbox"/> 3D prutová konstrukce | 16 Průřezy | 0 Pruty s náběhem |
| <input type="checkbox"/> Nosníkový rošt | 5 Klouby konců prutů | 0 Pruty s pružn. podložím |
| | 0 Dělení prutů | 25 Sledy prutů |

MATERIÁLY

Materiál č.	Materiál - označení	Modul pružn. E [MPa]	Smyk. modul G [MPa]	Obj. tíha γ [kN/m ³]	Souč. tepl. rozt. α [1/°C]	Součinitel γ_M [-]
1	Ocel S 355 W ČSN EN 1993-1-1:2005-05	210000.000	81000.000	78.50	1.2000E-05	1.000

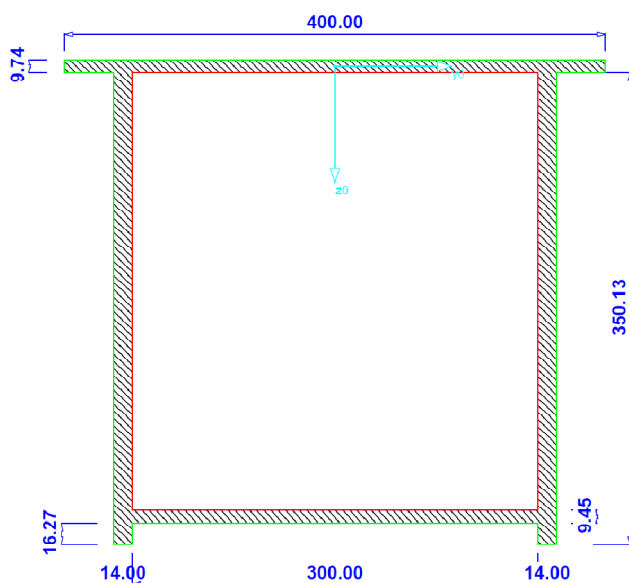
PRŮŘEZY s výběrem

Průřez č.	Průřez-označení	Mater. č.	I_T [mm ⁴] A [mm ²]	$I_{y/u}$ [mm ⁴] $A_{y/u}$ [mm ²]	$I_{z/v}$ [mm ⁴] $A_{z/v}$ [mm ²]	Hlavní osy α [°]	Natočení průř. α' [°]
1	Uzavřené(B) 400/14/14/364/300/14/16/5/5	1	476554496 19600.0	375334496 7712.7	347886912 8208.5	0.00	0.00
2	Pi(B) 300/12/14/272/382/110/12/0/5	1	966427.4 16264.0	318759200 1980.0	288791808 9279.1	0.00	0.00
3	IS 300/320/10/14/5	1	664585.4 11680.0	200139104 8960.0	76481337.6 2720.0	0.00	0.00
4	IS 300/220/10/10/5	1	239133.4 7200.0	110840000 4400.0	17770000.3 2800.0	0.00	0.00
5	Uzavřené(B) 400/10/14/360/300/10/16/5/5	1	398978912 16800.0	296885888 5604.3	317553600 8047.5	0.00	0.00
6	Pi(B) 300/20/14/272/390/110/20/0/5	1	2148340.0 20200.0	451990912 2541.6	339972608 9501.0	0.00	0.00
7	IS 870/280/12/25/5	1	3239338.0 23840.0	3.05118e9 14000.0	91584719.5 9840.0	0.00	0.00
8	IS 574/200/10/12/5	1	409024.4 10300.0	517716192 4800.0	16045836.7 5500.0	0.00	0.00
9	2LA L 110x10-0	1	144200.0 4240.0	4780000.0 1813.0	8776158.2 1300.3	0.00	0.00
10	2LA L 100x8-0	1	67502.1 3100.0	2900000.0 1315.8	5227355.8 948.1	0.00	0.00
11	2LA L 80x8-0	1	53439.1 2460.0	1446000.0 1052.6	2702469.6 754.2	0.00	0.00
12	L 80x8	1	26719.6 1230.0	1150000.0 519.6	296000.0 506.2	-45.00	0.00
13	U 120	1	41500.0 1700.0	3640000.0 513.9	432000.0 694.1	0.00	0.00
14	4LK L 80x8-0/10/5	1	110466.8 4920.0	6639859.0 1974.9	5404939.2 1887.3	0.00	0.00
15	UPE 100	1	28100.0 1390.0	2270000.0 556.7	423000.0 583.0	0.00	0.00

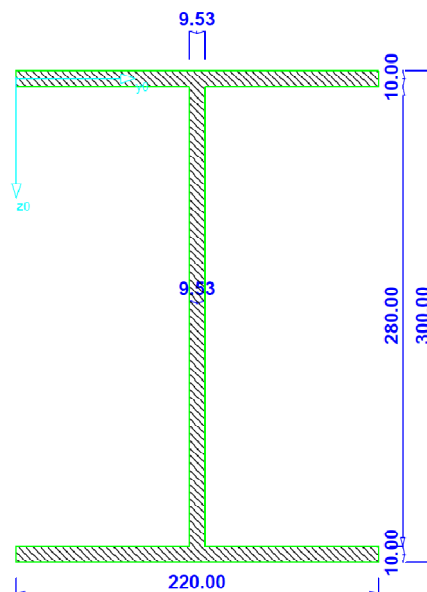
Nově vytvořené průřezy profilů – oslabené korozí

Pozměněné hodnoty profilu označeny červeně.

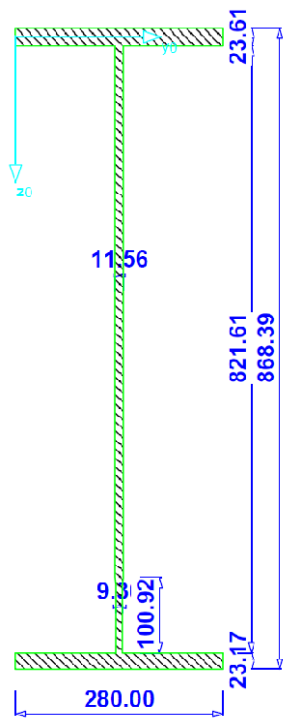
D1 – Diagonála hlavního nosníku



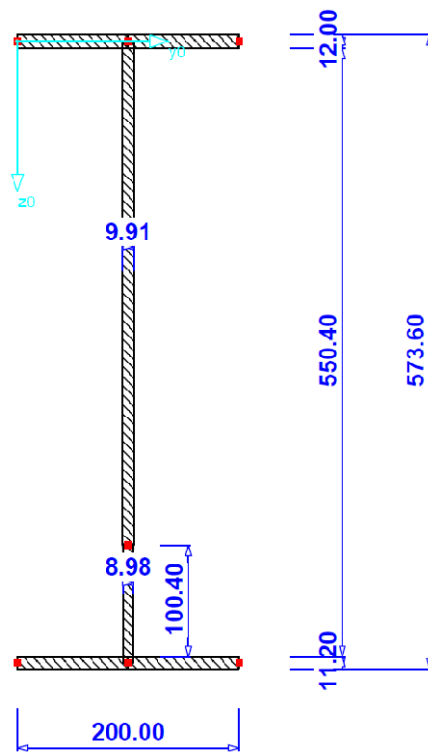
V1 – Svislice hlavního nosníku



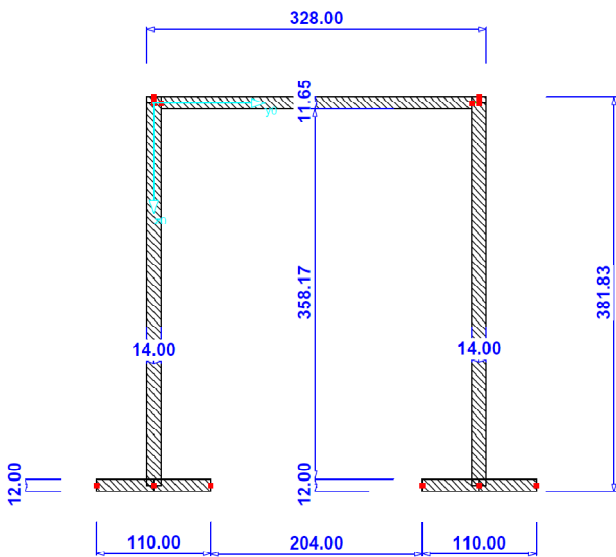
P0 – Příčnick krajní



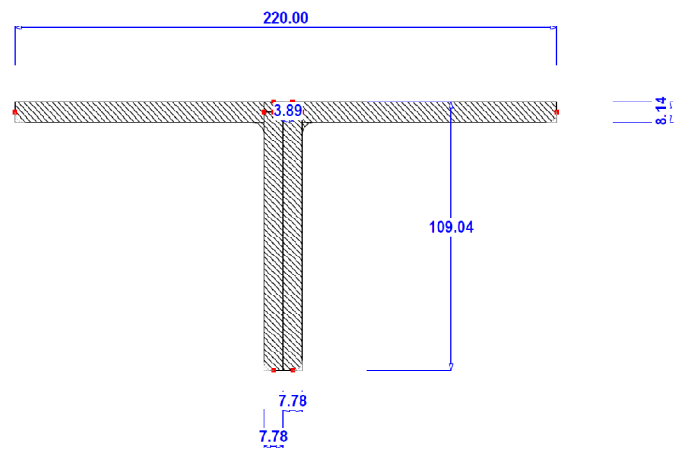
PK - Podélník krajní



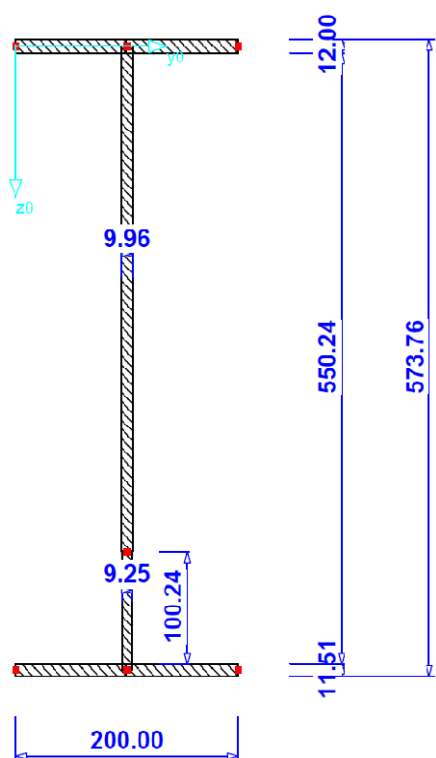
S1 – Dolní pás hlavního nosníku



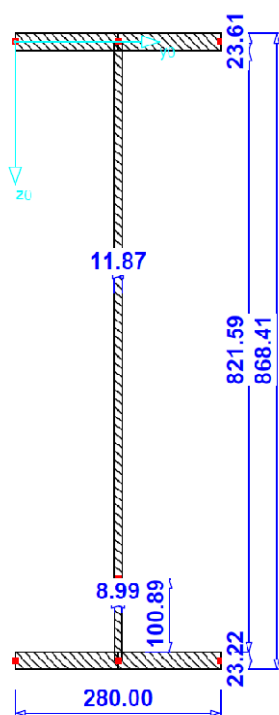
Z1 – Diagonála zavětrování



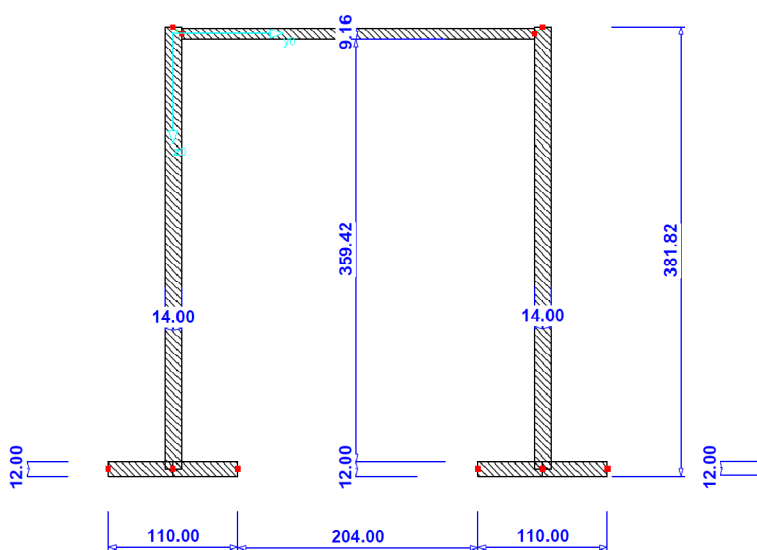
PP – Podélník v poli



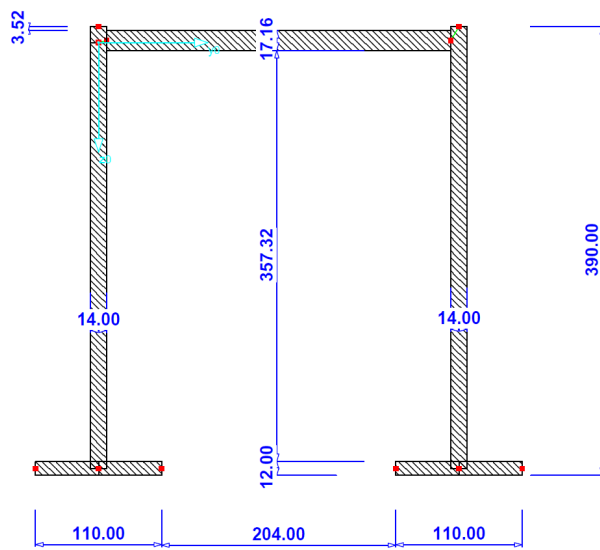
P1 – Příčník 1



S1 – ve styčniku



S3 – ve styčniku



Zatížení dopravou ČSN EN 1991-2

	svislé	Rozjezd - R Brždění -B	Boční ráz -Bo	Označení Zatěžovacího stavu -ZS	číslo ZS	MSP-SZS	KZS MSP	MSU-SZS	KZS MSU
GR11 * α 1,1	1	1	0,5	GR 11BBo	151-219	3714-3928	KZS 26	1-215	KZS 1
		1		GR11RBo	220-288	3924-4135	KZS 27	216-422	KZS 2
GR11 * α 1,1	1	1	0	GR11R	289-359	4136-4348	KZS 28	423-635	KZS 3
		1		GR11B	360-430	4349-4561	KZS 29	636-848	KZS 4
GR11 * α 1,1	1	0	0,5	GR11Bo	431-499	4562-4768	KZS 30	847-1055	KZS 5
GR11 * α 1,1	1	0	0	GR11	500-570	4769-4981	KZS 31	1056-1268	KZS 6
GR12 * α 1,1	1	1	1	GR12BBo	571-639	4982-5188	KZS 32	1269-1475	KZS 7
		1		GR12RBo	640-708	5489-5395	KZS 33	1476-1682	KZS 8
GR12 * α 1,1	1	0,5	0	GR12R	709-779	5396-56098	KZS 34	1683-1895	KZS 9
		0,5		GR12B	780-850	5609-5821	KZS 35	1896-2108	KZS 10
GR12 * α 1,1	1	0	1	GR12Bo	851-919	5822-6028	KZS 36	2109-2315	KZS 11
GR12 * α 1,1	1	0	0	GR12=GR11	500-570	4769-4981	KZS 31	1056-1268	KZS 6
GR13 * α 1,1	0,5	1	0,5	GR13SpRBo	920-988	6029-6097	KZS37	2317-2385	KZS12
	0,5			GR13SpBBo	989-1057	6098-6166	KZS38	2386-2454	KZS13
GR13 * α 1,1	0,5	1	0	GR13SpR	1058-1128	6167-6237	KZS39	2455-2525	KZS14
	0,5			GR13SpB	1129-1199	6238-6308	KZS40	2526-2596	KZS15
GR13 * α 1,1	1	1	0,5	GR13SvRBo= GR11RBo	220-288	6309-6377	KZS41	2597-2665	KZS16
	1			GR13SvBBo= GR11BBo	151-219	6378-6446	KZS42	2666-2734	KZS17
GR13 * α 1,1	1	1	0	GR13SvR= GR11R	289-359	6447-6517	KZS43	2735-2805	KZS18
	1			GR13SvB= GR11B	360-430	6518-6588	KZS44	2806-2876	KZS19
GR14 * α 1,1	1	0,5	1	GR14SvRBo= GR12RBo	640-708	5489-5395	KZS 33	1476-1682	KZS 8
	1	0,5		GR14SvBBo= GR12BBo	571-639	4982-5188	KZS 32	1269-1475	KZS 7
GR14 * α 1,1	1	0	1	GR14SvBo= GR12Bo	851-919	5822-6028	KZS 36	2109-2315	KZS 11
GR14 * α 1,1	0,5	0,5	1	GR14SpRBo	1200-1268	6589-6795	KZS45	2877-3083	KZS20
	0,5	0,5		GR14SpBBo	1271-1339	6796-7002	KZS46	3084-3290	KZS21
GR14 * α 1,1	0,5	0	1	GR14SpBo	1340-1410	7003-7215	KZS47	3291-3503	KZS22
GR15	1	x	1* α	GR15SvBo	1411-1479	7216-7422	KZS48	3504-3710	KZS23
GR15	1	x	0	GR15Sv	1480	7423-7425	KZS49	3711-3713	KZS24

Ve výše uvedené tabulce je způsob rozdělení zatížení dopravou, tak jak je namodelováno pro výpočet v Programu RSTAB. Zkratky v tabulce viz. seznam použitého značení.

Další zatěžovací stavy: v RSTAB

ZS 1: Vlastní tíha železničního svršku a plechů lávky

ZS2: Sníh

ZS3: Vítr +Y

ZS4: Užité zatížení lávka

ZS5: Rozjezdové síly

ZS6: Brzdné síly

ZS7: Vítr +Y + Vítr na dopravu

ZS8: Vítr +Z

ZS9: Vítr – Z

Hodnoty s dynamickým součinitelem φ_3 byly vkládány, až do ZS a SZS zatěžovacích stavů, které pro daný prvek konstrukce vyšly jako rozhodující pro jednotlivá posouzení. Byly pak vytvořeny operativně další nové ZS a SZS s dynamickým součinitelem φ_3 kterým bylo násobeno příslušné zatížení, dle ČSNEN 1991-2. Tyto nové SZ a SZS jsou pak uvedeny v posouzeních v programu RSTAB viz soubory RSTAB v příloze č.2.

3.7. Postup posouzení dle norem ČSN EN 1991-2

Zatížení kolejovou dopravou a další specifická zatížení pro železniční mosty

Druhy zatížení železniční dopravou:

- a) svislá zatížení: modely zatížení 71, nezatížený vlak
- b) dynamické účinky
- c) odstředivé síly boční ráz
- d) rozjezdové a brzdové síly (1.5)

Ostatní druhy zatížení na dopravu nebyly uvažovány s ohledem na způsob zadání diplomového projektu. Například posouzení na únavu neposuzováno, taky z důvodu velmi malého provozu na mostě. Jde o železniční vlečku do závodu s velmi malým provozem i malou rychlostí dopravy.

ad a) Svislá zatížení (použité modely)

Model 71:

- reprezentuje účinek zatížení od běžné železniční dopravy
- charakteristické hodnoty se násobí součinitelem α pro tratě s těžší nebo lehčí dopravou než je běžná železniční doprava. Uvažuju trať třídy 3 tedy $\alpha = 1,1$.

Zatížení uvedená níže, která byla násobena tímto součinitelem:

- odstředivé síly
- boční ráz (násobený pouze pro $\alpha \geq 1$)
- rozjezdové a brzdové síly

Model „nezatížený vlak“

- pro specifická ověření, které se sestává s rovnoměrného zatížení s charakteristickou hodnotou 10KN/m

Excentricita svislých zatížení (model 71)

Účinek bočního posunutí svislých zatížení se musí uvažovat poměrem kolových zatížení u všech náprav až do 1,25:1,0 na kterékoliv koleji viz ČSN EN 1991-2 str.59. **Uvažováno a zadáno v modelu.**

Zatížení neveřejných služebních chodníků.

Zatížení chodci cyklisty a obecnou údržbou použito rovnoměrné zatížení s charakteristickou hodnotou $q_{f,k} = 5KN/m^2$. Pro návrh lokálních prvků se má uvažovat soustředěné zatížení $Q_k = 2KN$ osaměle působící na čtvercovou plochu o straně 200mm. Vodorovné síly od osob na zábradlí a dělící stěny se mají uvažovat jako v kategorii B a C1 z EN 1991-1-1. **Uvažováno a zadáno v modelu.**

ad b)Dynamické účinky (včetně rezonance)

Vznikají např. rychlou změnou zatěžování vlivem dopravy, přejezd řady po sobě následujících zatížení s přibližně stejnými vzdálenostmi mezi sebou (mohou rozkmitat konstrukci), kolísání kolových zatížení, které je způsobeno imperfekcemi koleje nebo nerovnostmi kol.

Návrhová pravidla:

- statická analýza s LM71 výsledky násobit dynamickým součinitelem α, ϕ dle ČSN EN 1991-2
- Kriteria, zda je požadována dynamická analýza, dle vývojového diagramu viz obr. ČSN EN 1991-2 str.65.

Výsledek posouzení zda bude použita dynamická analýza:

rychlost $\leq 200 \text{ km/h}$, ano, spojitý most, ne, tedy:

Horní mez:

$$n_0 = 94,76 * L^{-0,748} = 94,76 * 35,2^{-0,748} = 6,6 \text{ Hz dle grafu vyhovuje}$$

Dolní mez: pro $20 < L \leq 100 \text{ m}$

$$n_0 = 23,58 * L^{-0,592} = 23,58 * 35,2^{-0,592} = 2,86 \text{ Hz dle grafu vyhovuje}$$

Dynamická analýza tedy není potřeba. Vlastní frekvence mostu je v požadovaném rozmezí. **Uvažováno a zadáno v modelu poté brán dynamický součinitel ϕ 3.**

ad c)Vodorovné síly – boční ráz

Uvažuje se jako osamělá síla působící vodorovně v úrovni temene kolejnic kolmo na osu koleje. Uvažuje se jak na přímou tak na kolej v oblouku. Charakteristická hodnota bočního rázu se uvažuje hodnotou $Q_{sk} = 100 \text{ kN}$, nesmí se násobit součinitelem ϕ nebo f . Vždy se boční ráz musí kombinovat se svislým zatížením. Má se ale násobit součinitelem α pro hodnoty $\alpha \geq 1$. **Uvažováno a zadáno v modelu.**

ad d)Vodorovné síly – zatížení od rozjezdu a brzdění

Působí v úrovni temene kolejnic v podélném směru koleje. Uvažuje se jako rovnoměrně rozložené po odpovídající přičiňující délce $L_{a,b}$ účinků rozjezdu a brzdění pro uvažovaný nosný prvek. Směr těchto sil musí souhlasit s dovoleným směrem dopravy na koleji.

Charakteristické hodnoty:

Rozjezdová síla

$$Q_{lak} = 33 \text{ kN/m} * L_{a,b} [\text{m}] \leq 1000 \text{ [kN]}$$

Pro modely zatížení 71, SW/0, SW/2 a model HSLM

Brzdná síla

$$Q_{lbk} = 20 \text{ kN/m} * L_{a,b} [\text{m}] \leq 6000 \text{ [kN]}$$

Pro modely zatížení 71, SW/0 a model HSLM

$$Q_{lbk} = 35 \text{ kN/m} * L_{a,b} [\text{m}]$$

Pro model zatížení SW/2

Charakteristické hodnoty rozjezdových a brzdných sil se nesmí násobit součinitelem ϕ nebo f . Tyto hodnoty platí pro všechny typy konstrukce koleje (průběžně svařené kolejnice- bezstyková kolej, nebo kolej se styky, bez dilatačních zařízení nebo s nimi. Pro model 71 se mají násobit součinitelem α . Pro zatěžující délky větší jak 300m se stanovují doplňující požadavky. Rozjezdové a brzdné síly se musí kombinovat s odpovídajícím svislým zatížením. **Uvažováno a zadáno v modelu**

Ostatní zatížení

Ztížení větrem dle ČSNEN 1991-1-4:

Uvedeny jen některé hodnoty z výpočtu:

Síly ve směru x na konstrukci: v modelu je to směr kolmý na globální směr (x) konstrukce mostu

a) trvalá návrhová situace bez zatížení dopravou

$$F_{wx} = q_p * C_{fx} * A_{refx} = 0,776 * 1,3 * A_{refx} = 1,008KN * m * plochu spočte přímo program$$

b) Trvalá návrhová situace – vítr x + doprava

$$F_{wx} = q_p * C_{fx} * A_{refx} = 0,776 * 2,1 * A_{refx} = 1,63KN * m * plochu spočte přímo program$$

Od tohoto zatížení ještě vznikají síly F_x vodorovné - kolmé na kolej. Dále pak reakce F_z s působením na každou kolejnici ve směru z (svislém)

$$F_x = 68,674 \text{ KN} - \text{na 1 kolejnici tedy rozloženo na spojitě zatížení } 1,95\text{KN/m}$$

$$F_z = 192,699\text{KN} - \text{na 1 kolejnici tedy rozloženo na spojitě zatížení } 5,47\text{KN/m} \text{ Zadáno na model pro jeden směr } +z, \text{ a druhý směr } -z.$$

Síly větru, ve směru Z na konstrukci: v modelu shodný s globálním směrem Z.

$$F_z = q_p * C_{fz} * A_{refz} = \pm 0,776 * 0,9 * 6,5 * L = \pm 4,54 * L \text{ KN/m}$$

excentricita:

$$e = \frac{6,5}{4} = 1,625\text{m} \text{ Zadáno na model – převedeno na bodové zatížení a zadáno na příčníky s danou excentricitou.}$$

Zatížení sněhem

$$S = \mu * c_e * c_t * S_k = 0,8 * 0,8 * 1 * 0,7 = 0,448\text{KN/m}^2$$

Zatížení užité

$$q_{fk} = 5KN/m^2$$

Zatížení stálé

Do zatížení stálého byla uvažována vlastní tíha samotné konstrukce a v modelu jsou také zadány vlastní tíhy dalších konstrukcí, které nebyly přímo modelovány ve statickém modelu, ale ve skutečnosti se na konstrukci nacházejí. Jako například: vlastní tíha plechů lávky mostu viz. statický model a tíha železničního svršku = 5KN/m.

3.8. Vlastní statický výpočet

3.8.1. Posouzení MSP

3.8.1.1. MSP Příčnický

Posouzení využití MSP příčníků

směr y – vodorovný; směr z – svislý; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
17	příčnick1 (prut č. 196,197,238,261-267)					
	196	0,810	SZS4840	0,20	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	196	0,855	SZS4230	0,93	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
18	příčnick2 (prut č. 106,200,201,239,277,296-298,308,309)					
	200	0,900	SZS4840	0,50	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	200	0,855	SZS4233	0,82	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
19	příčnick3 (prut č. 86,202,203,240,271,284,285,299,310,311)					
	203	0,855	SZS4215	0,50	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	203	0,855	SZS4233	0,70	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
20	příčnick4 (prut č. 89,207,215,244,272,286,287,303,318,319)					
	215	0,900	SZS4435	0,47	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	215	0,855	SZS4230	0,53	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
21	příčnick5 (prut č. 92,208,216,245,273,288,289,304,320,321)					
	216	0,900	SZS4442	0,49	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	216	0,810	SZS4236	0,36	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
22	příčnick6 (prut č. 95,209,217,274,290,291,305,322,323)					
	217	0,900	SZS4449	0,36	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	217	0,990	SZS4172	0,16	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
23	příčnick7 (prut č. 98,210,218,246,275,292,293,306,324,325)					
	218	0,900	SZS4243	0,50	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	218	0,810	SZS4448	0,28	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
24	příčnick8 (prut č. 101,211,219,247,276,294,295,307,326,327)					
	219	0,900	SZS4250	0,47	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	219	0,900	SZS4455	0,41	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
25	příčnick9 (prut č. 79,204,212,241,268,278,279,300,312,313)					
	212	0,900	SZS4470	0,50	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	212	0,900	SZS4452	0,54	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y

26	příčník 10 (prut č. 82,205,213,242,269,280,281,301,314,315)					
	213	0,900	SZS4477	0,48	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	213	0,900	SZS4452	0,60	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
27	příčník11 (prut č. 85,206,214,243,270,282,283,302,316,317)					
	214	0,855	SZS4479	0,25	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	214	0,900	SZS4454	0,69	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y

Vzor postupu výpočtu posouzení pro příčníky						
Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
17	196	0,855	SZS4230	0,93	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y

Vstupní hodnoty pro posouzení sady prutů č.17

w_x	w_y	w_z	$w_{Q,inst,y}$	l	$l / w_{Q,inst,mezni,y}$	$w_{Q,inst,mezni,y}$	η
0,0	-11,4	1,1	-10,1	6,500	600,00	10,8	0,93
mm	mm	mm	mm	m		mm	≤ 0

Prut 196:

Lokální deformace uzlu:

Uzel č.1= -1,3mm

Uzel č. 3= -1,3mm } \varnothing 1.3mm

$$6500/600=10,8\text{mm}$$

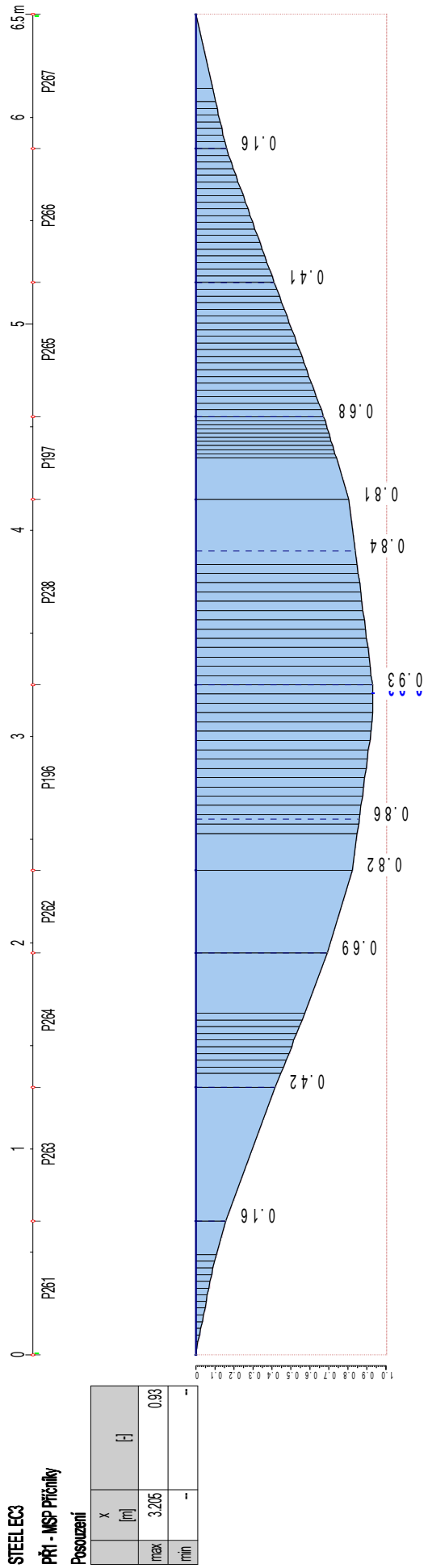
$$10,1/10.8=0.93$$

Maximální průhyb na prutu 196 = -11,4mm

Rozhodující vnitřní síly

Směr y								
Sada	Místo	Zatěž.	Síly [kN]			Momenty [kNm]		
prutů č.	x [m]	stav	N	Vy	Vz	MT	My	Mz
17	0,855	SZS4230	-144,119	15,470	4,182	-4,798	196,228	57,411

Průběh posouzení MSP na příčniku sady 17

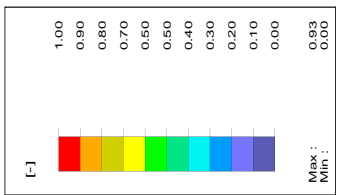
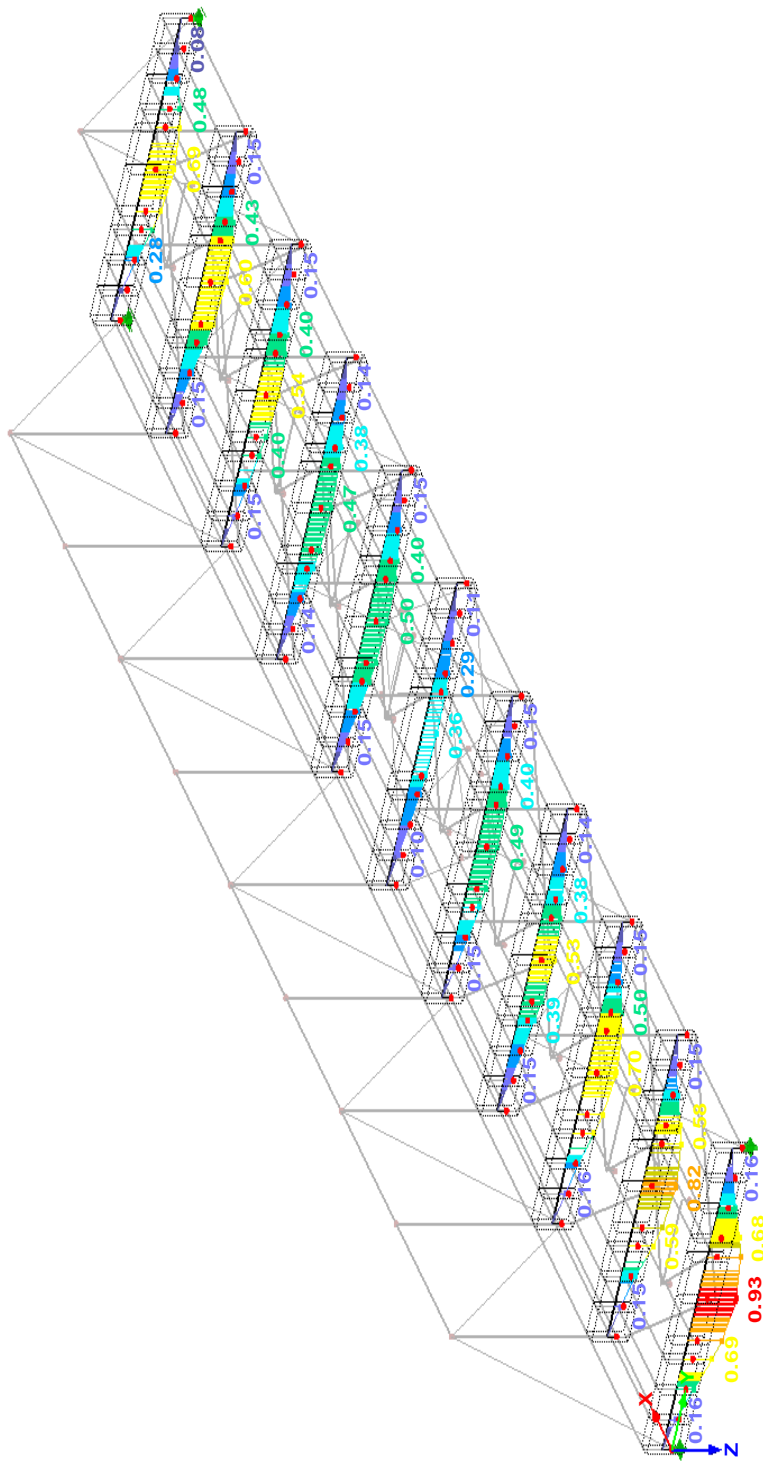


STEELEC3

PR1 - MSP Příčniky

Posouzení

x	[-]
max	3.205
min	0.93



Max Posuzeni: 0.93

3.8.1.2. MSP Podélníky

Posouzení využití MSP podélníků

188) Posouzení celého podélníku na délku mostu, jako spojitého nosníku.

směr z – svislý; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
5	Podélník (prut č. 104,108,110,114,116,118,120,122,124,181,199,221,222,224,226,228,230,232,234,237,248,251)					
	224	0,440	SZS4024	0,89	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
6	Podélník (prut č. 109,111,115,117,119,121,123,125,130,180,198,220,223,225,227,229,231,233,235,236,249,250)					
	225	0,528	SZS4233	0,88	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z

Vzor postupu výpočtu pro podélník

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
5	224	0,440	SZS4024	0,89	≤ 1	401) Použitelnost – kombinace zatížení ‚charakteristická‘ – směr z

Vstupní hodnoty pro posouzení sady prutů č.5

w_x	w_y	w_z	$w_{Q,inst,z}$	l	$l / w_{Q,inst,mezni,z}$	$w_{Q,inst,mezni,z}$	η
9,8	4,6	53,3	52,3	35,200	600,00	58,7	0,89
mm	mm	mm	mm	m		mm	≤ 0

Prut 224:

Lokální deformace uzlu:

Uzel č.65= -1.0mm

Uzel č. 102= -1,0mm

} \varnothing 1.0mm

$$35200/600=58,87\text{mm}$$

$$52.3/58,87=0.89$$

Maximální průhyb na prutu 224 = 53,3mm

Rozhodující vnitřní síly na podélníku

Sada	Místo	Zatěž.	Síly [kN]			Momenty [kNm]		
prutů č.	x [m]	stav	N	V_y	V_z	M_T	M_y	M_z
5	0,440	SZS4024	120,892	1,404	-44,963	0,153	85,759	-3,480

2. Posouzení podélníku, jako prvku mezi dvěma příčnicí.

směr z –svislý ; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	x [m]	stav	Využití		
104	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4207	0,27	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
108	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4211	0,20	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
109	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4211	0,20	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
110	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4219	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
111	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4148	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
114	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,975	SZS4023	0,17	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
115	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,975	SZS4161	0,16	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
116	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS3824	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
117	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4382	0,19	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
118	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4246	0,24	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
119	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4175	0,24	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
120	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4466	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
121	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4395	0,20	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
122	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4474	0,19	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
123	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4403	0,19	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
124	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4268	0,27	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
125	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4197	0,26	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
130	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4769	0,29	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
180	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4368	0,23	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
181	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	1,760	SZS4438	0,23	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
198	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4769	0,29	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z

199	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4207	0,27	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
220	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4211	0,20	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
221	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4211	0,20	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
222	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4219	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
223	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4148	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
224	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4023	0,23	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
225	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4161	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
226	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS3824	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
227	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4382	0,19	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
228	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4246	0,24	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
229	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4175	0,24	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
230	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4466	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
231	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4395	0,20	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
232	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4474	0,19	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
233	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4403	0,19	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
234	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4268	0,27	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
235	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4197	0,26	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
236	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4368	0,23	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
237	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4438	0,23	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
248	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,785	SZS4023	0,23	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
249	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,785	SZS4161	0,21	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
250	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4381	0,15	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
251	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS3823	0,16	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z

Vzor postupu výpočtu pro podélník mezi dvěma příčnicí

Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č	x [m]	stav	Využití		
130	1,760	SZS4769	0,29	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z

Vstupní hodnoty pro posouzení prutu 130

w _x	w _y	w _z	w _{Q,inst,z}	l	l / w _{Q,inst,mezni,z}	w _{Q,inst,mezni,z}	η
5,2	-0,1	12,0	1,7	3,520	600,00	5,9	0,29
mm	mm	mm	mm	m		mm	≤ 1

Prut 130:

Lokální deformace uzlu:

Uzel č.67= -2.0mm

Uzel č. 68= -18,6mm

} Ø 10.30mm

$$3520/600=5,86\text{mm}$$

$$1,7/5,86=0.29$$

Maximální průhyb na prutu 224 = 12 -10,3= 1,7mm

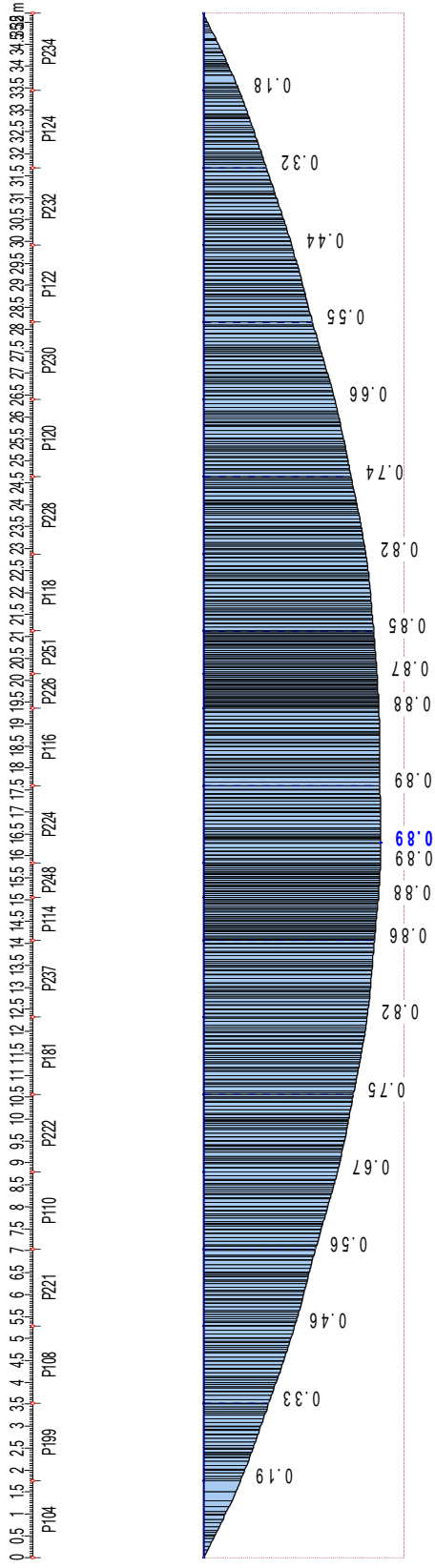
Průběh posouzení MSP na podélníku sady 5

STEEL EC3

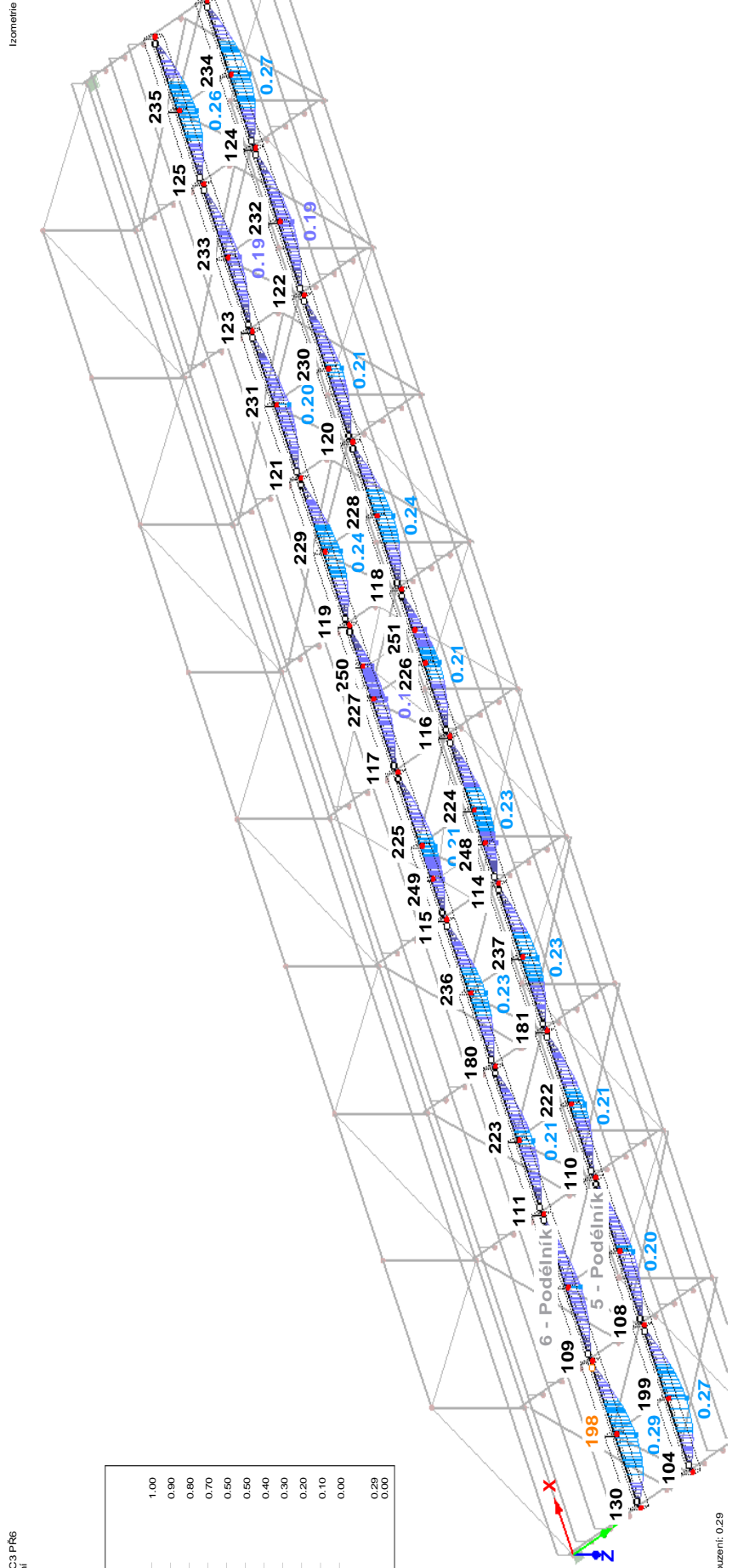
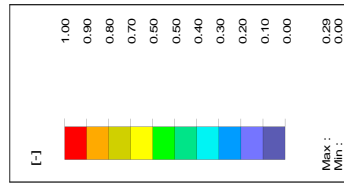
PR2 - MSP Podélník

Resouzení

x	[m]	[-]
max	16.200	0.89
min	-	-



STEEL EC3 PR6
Posouzení



Max Posouzení: 0.29

3.8.1.3. MSP Dolní pás hlavního nosníku

Posouzení využití MSP-Dolní pás hlavního nosníku

směr z – svislý; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
2	Dolní pás (prut č. 11-16,33,35,37,39)					
	15	3,168	SZS4165	0,82	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	15	3,520	SZS7383	0,08	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
4	Dolní pás (prut č. 18,20,34,38,47-52)					
	51	3,168	SZS4027	0,86	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	52	2,992	SZS5154	0,09	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y

Vzor postupu výpočtu pro dolní pás hlavního nosníku

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
4	51	3,168	SZS4027	0,86	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z

Vstupní hodnoty pro posouzení sady prutů č.4

wx	wy	wz	w _{Q,inst,z}	l	l / w _{Q,inst,mezni,z}	w _{Q,inst,mezni,z}	η
8,4	3,6	50,7	50,7	35,200	600,00	58,7	0,86
mm	mm	mm	mm	m		mm	≤ 0

Prut 51:

Lokální deformace uzlů sady 4:

Uzel č.65= 0.0mm

Uzel č. 102= 0,0mm

} ∅ 0.0mm

$$35200/600=58,87\text{mm}$$

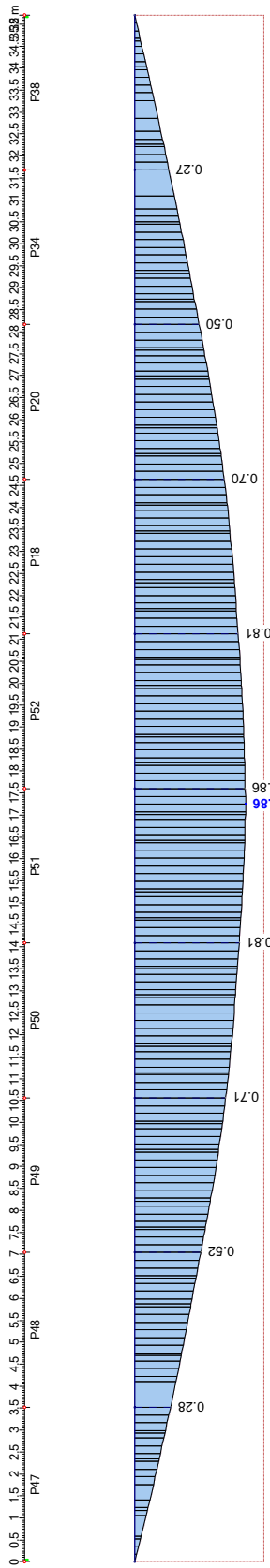
$$50,7/58,87=0.86$$

Maximální průhyb na prutu č. 51=50,7mm

Rozhodující vnitřní síly

Sada	Místo	Zatěž.	Síly [kN]			Momenty [kNm]		
prutů č.	x [m]	stav	N	Vy	Vz	MT	My	Mz
4	3,168	SZS4027	2844,120	-13,600	25,876	0,007	88,303	17,514

Průběh posouzení MSP na hlavním spodním pásu sady 4.

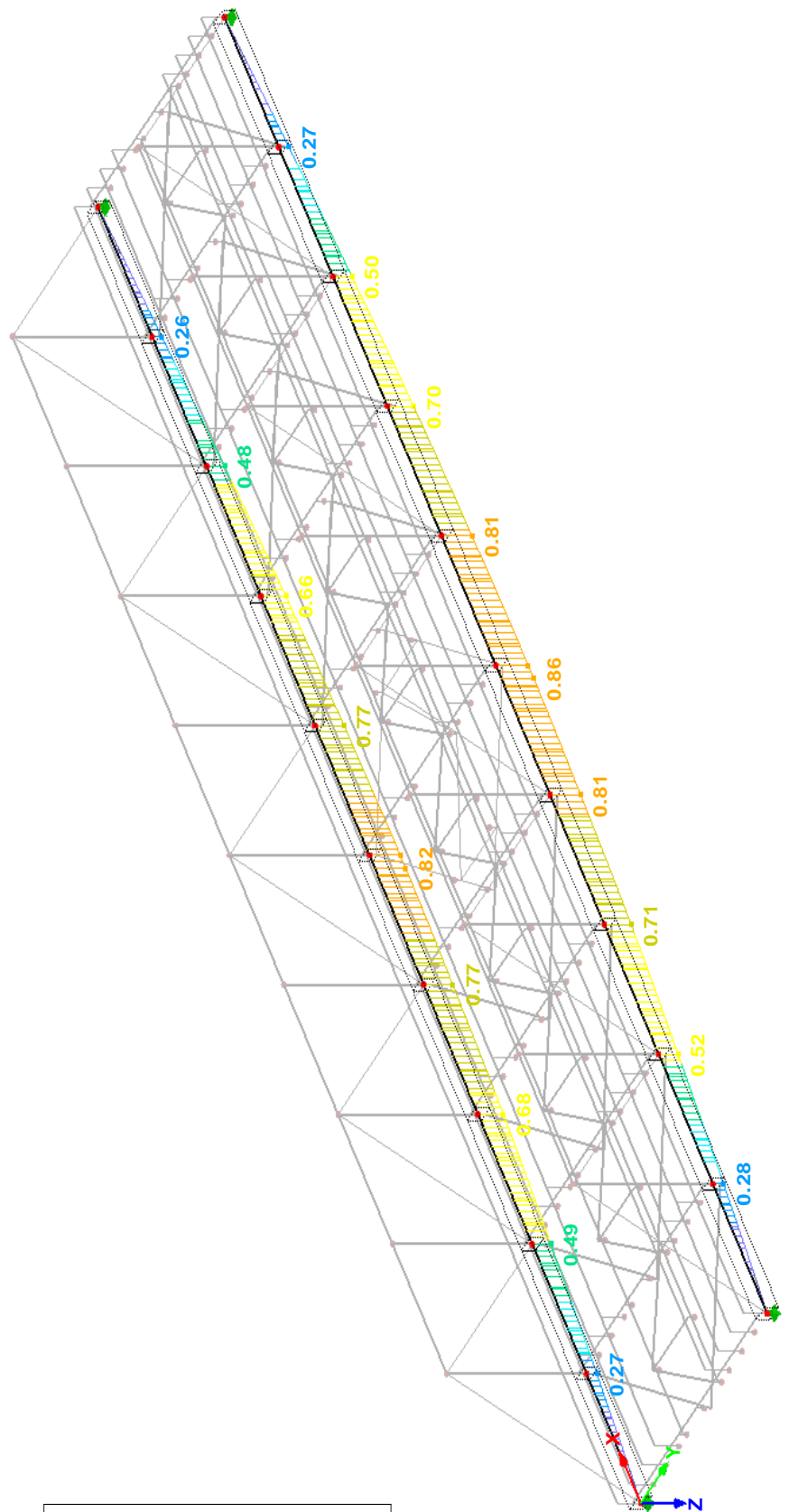
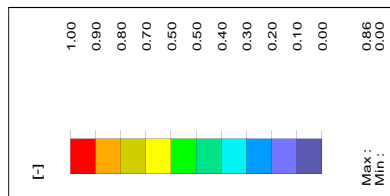


STEELE C3
PR3 - MSP spodní hlavní nosník
 Posouzení

x	[m]	[E]
max	17,248	0,86
min	--	--

Izometrie

STEELE C3 PR3
 Posouzení



Max Posouzení: 0.86

3.8.2. Posouzení MSÚ

3.8.2.1. MSU Příčnický

Posouzení využití MSÚ příčnicků

a) Výsledky využití příčnicků, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
17	příčnick1 (prut č. 196,197,238,261-267)					
	261	0,000	SZS308	0,69	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
18	příčnick2 (prut č. 106,200,201,239,277,296-298,308,309)					
	277	0,000	SZS1624	0,02	≤ 1	101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3
	309	0,000	SZS3227	0,02	≤ 1	102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
	277	0,000	SZS6	0,01	≤ 1	121)- smyk ve směru z podle 6.2.6
	201	0,400	SZS3243	0,07	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	277	0,400	SZS6	0,01	≤ 1	123)- smyk ve směru y podle 6.2.6
	201	0,400	SZS7	0,01	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	309	0,650	SZS79	0,28	≤ 1	127)- smykové boulení podle EN 1993-1-5, 5.2, 5.3 a 5.5
	200	0,000	SZS311	0,23	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	106	0,000	SZS1056	0,20	≤ 1	132)- kroucení a smyk podle 6.2.7(9)
	309	0,650	SZS286	0,28	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	106	0,000	SZS308	0,05	≤ 1	137)- kroucení a smyk podle 6.2.7(9)
	239	0,900	SZS1640	0,17	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	297	0,130	SZS1056	0,24	≤ 1	146)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.5 až 6.2.8
	298	0,520	SZS851	0,26	≤ 1	147)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	309	0,650	SZS236	0,41	≤ 1	156)- ohyb okolo z, smyk a kroucení podle 6.2.5 až 6.2.8
	309	0,617	SZS1501	0,48	≤ 1	157)- ohyb okolo z, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	277	0,400	SZS6	0,05	≤ 1	161)- dvojosý ohyb a smyk podle 6.2.6, 6.2.7 a 6.2.9.1
	239	0,000	SZS2425	0,15	≤ 1	162)- dvojosý ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	309	0,617	SZS236	0,40	≤ 1	166)- dvojosý ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.5 až 6.2.8
	201	0,000	SZS851	0,63	≤ 1	167)- dvojosý ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	201	0,000	SZS3643	0,05	≤ 1	182)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	297	0,162	SZS80	0,26	≤ 1	186)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(4)
	298	0,422	SZS148	0,29	≤ 1	187)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	309	0,650	SZS242	0,41	≤ 1	206)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(4)
	309	0,617	SZS503	0,58	≤ 1	207)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	200	0,000	SZS2406	0,04	≤ 1	221)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1
	239	0,000	SZS2418	0,16	≤ 1	222)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	106	0,000	SZS308	0,47	≤ 1	226)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1
	201	0,000	SZS495	0,77	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
19	příčnick3 (prut č. 86,202,203,240,271,284,285,299,310,311)					
	202	0,000	SZS502	0,75	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

20	příčník4 (prut č. 89,207,215,244,272,286,287,303,318,319)					
	207	0,000	SZS509	0,63	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
21	příčník5 (prut č. 92,208,216,245,273,288,289,304,320,321)					
	245	0,000	SZS516	0,59	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
22	příčník6 (prut č. 95,209,217,274,290,291,305,322,323)					
	209	0,000	SZS523	0,46	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
23	příčník7 (prut č. 98,210,218,246,275,292,293,306,324,325)					
	210	0,000	SZS114	0,55	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk a kroucení a osová síla podle 6.2.9.1 a 6.2.10 - třída 3
24	příčník8 (prut č. 101,211,219,247,276,294,295,307,326,327)					
	211	0,000	SZS121	0,60	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
25	příčník9 (prut č. 79,204,212,241,268,278,279,300,312,313)					
	204	0,000	SZS128	0,68	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
26	příčník 10 (prut č. 82,205,213,242,269,280,281,301,314,315)					
	269	0,400	SZS692	0,69	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
27	příčník11 (prut č. 85,206,214,243,270,282,283,302,316,317)					
	317	0,650	SZS137	0,71	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

b) Výsledky využití nejvíce namáhaného příčníku sady č. 18 prutu (č. 201)s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,36$$

$$L_\phi = 13m$$

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
18	příčník2 (prut č. 106,200,201,239,277,296-298,308,309)					
	277	0,000	SZS3735	0,01	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	309	0,000	SZS3735	0,00	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	309	0,650	SZS3735	0,37	≤ 1	127)- smykové boulení podle EN 1993-1-5, 5.2, 5.3 a 5.5
	200	0,000	SZS3735	0,22	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	106	0,000	SZS3735	0,26	≤ 1	132)- kroucení a smyk podle 6.2.7(9)
	309	0,650	SZS3735	0,37	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	106	0,000	SZS3735	0,05	≤ 1	137)- kroucení a smyk podle 6.2.7(9)
	309	0,000	SZS3735	0,13	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	297	0,130	SZS3735	0,34	≤ 1	186)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(4)
	277	0,400	SZS3735	0,58	≤ 1	226)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1
	201	0,000	SZS3735	0,98	≤ 1	227)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

Pro prut 201

Návrhové vnitřní síly								
N_{Ed}	A	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$W_{el,y,min}$	$M_{z,Ed}$	$W_{el,z,min}$
-36,997	23840,0	105,451	-622,755	0,606	1459,860	7014220,0	90,259	654177,0
kN	mm ²	kN	kN	kNm	kNm	mm ³	kNm	mm ³

A_{vy}	f_y	γ_{M0}
14000,0	355,000	1,000
mm ²	MPa	

Posouzení napětí:

Normálová síla:

$$\sigma_{x,Ned} = \frac{N_{Ed}}{A} = 1,552 \text{ Mpa}$$

Ohybový moment My:

$$\sigma_{x,My,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y,min}} = 208,129 \text{ Mpa}$$

Ohybový Moment Mz:

$$\sigma_{x,Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z,min}} = 137,973 \text{ Mpa}$$

Výsledky					
$\sigma_{x,N,Ed}$	$\sigma_{x,My,f,Ed}$	$\sigma_{x,Mz,f,Ed}$		$\sigma_{x,f,Ed}$	η_f
1,552	208,129	137,973	→	347,654	0,98
MPa	MPa	MPa		MPa	≤ 1

Smyk:

$$V_{Pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 2869,430 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Pl,Rd,min}} \leq 1 \quad 0,037 \leq 1$$

Smyková únosnost stěn při boulení ve smyku:

$\eta = 1,2$ (pro oceli do třídy S460)

$\varepsilon = 0,81$

závisí na poměru $\frac{h_w}{t}$; stěna bez výztuhy $\frac{h_w}{t} \geq \frac{72}{\eta} \varepsilon$; $\frac{820}{12} = 68,33 \geq \frac{72 \cdot 0,81}{1,2} = 48,6$ **Nutno posoudit**

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

Pro vyztužené nebo nevyztužené stojiny:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \rightarrow 1714,28 \text{ KN} \leq \frac{1,2 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,82 \cdot 0,012}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 2420,16 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1 \quad \frac{105,451}{1714,28} \leq 1 \quad 0,062 \leq 1 \quad \text{Vyhovuje}$$

Příspěvek stojiny:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = \frac{0,85 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,82 \cdot 0,012}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 1714,28 \text{ KN}$$

Příspěvek pásnic:

$V_{bf,Rd}$ = je malý lze zanedbat

Stojina bez výztuh: (pro příčnky v poli):

$$\bar{\lambda}_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \varepsilon} = \frac{820}{86,4 \cdot 12 \cdot 0,81} = 0,976$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti ve smyku $\chi_w = \frac{0,83}{0,976} = 0,85$

Tab.: Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

Stojina s příčnou výztuhou $a = 0,9\text{m}$: (pro krajní příčnky) dále nepočítáno, protože, zde posuzují nejvíce namáhaný příčník č.2.

$$k_\tau = 5,34 + 4 \left(\frac{b_w}{a} \right)^2 \text{ je-li } a \geq b_w$$

$$k_\tau = 5,34 + 4 \left(\frac{820}{900} \right)^2 = 8,66$$

$$\lambda_w = \frac{h_w}{37,4 \cdot t \cdot \varepsilon \cdot \sqrt{k_\tau}} = \frac{820}{37,4 \cdot 12 \cdot 0,81 \cdot \sqrt{8,66}} = 0,776$$

Klopení: (vzorce):

Posouzení únosnosti na klopení podle EN 1993-1-1: $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$

součinitel klopení $\chi_{LT} \leq 1,0$

Návrhový moment únosnosti na klopení: $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$ $W_y = W_{el,y}$ pro průřezy třídy 3

Na velikost kritického momentu M_{cr}

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$$

μ_{cr} je bezrozměrný kritický moment (pro nosníky konstantního průřezu symetrické k ose největší tuhosti y-y):

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - C_2 \zeta_g \right]$$

Součinitele vzpěrné délky k_y , k_z (popisující okrajové podmínky uložení v ohybu) a k_w (popisující okrajové podmínky uložení v kroucení) se mění od **0,5 pro vetknutí obou konců** do **1,0 pro kloubové uložení obou konců**, s hodnotou **0,7 pro jeden konec vetknutý a jeden konec uložený kloubově**.

Tedy: $k_y = 1$; $k_z = 1$

Součinitel k_w se vztahuje ke koncové deplanaci. Pokud není provedeno speciální opatření k zamezení deplanace, je možné brát $k = 1,0$!

$$k_w = 1,0$$

Bezrozměrný parametr kroucení (L ...délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny):

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = 6,306008$$

Bezrozměrný parametr působivosti zatížení vzhledem ke středu smyku:

$$\zeta_g = \frac{\pi z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = 2,74$$

Součinitele C_1 a C_2 (součinitele závislé na zatížení a podmínkách uložení konců):

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0}) \kappa_{wt} \leq C_{1,1}, \quad (C_1 = C_{1,0} \text{ pro } \kappa_{wt} = 0, C_1 = C_{1,1} \text{ pro } \kappa_{wt} \geq 1)$$

$$\kappa_{wt} = 6,306 \geq 1 \Rightarrow C_1 = C_{1,0} = 1,0$$

Bezrozměrný kritický moment:

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right] = 6,384805$$

Pružný kritický moment při ztrátě příčné a torzní stability M_{cr} :

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L} = 25020541 \text{ Nm}$$

Z kritického momentu lze určit poměrnou štíhlost při klopení

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = 0,315468153$$

Přiřazení křivek klopení:

Průřez	Meze	Křivka klopení
Válcované I průřezy	$h/b \leq 2$	a
	$h/b > 2$	b
Svařované I průřezy	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Jiné průřezy	-	d

$$\frac{h}{b} > 2 ; \quad \frac{870}{280} = 3,1 > 2 \quad \Rightarrow \text{křivka klopení } \mathbf{d}.$$

Stanoví se součinitel klopení: (v tabulce, grafem, výpočtem)

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{ale} \quad \chi_{LT} \leq 1,0 \quad \phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi_{LT} = 0,912 \leq 1,0$$

$$\phi_{LT} = 0,5935$$

Křivka klopení	a	b	c	d
Součinitel imperfekce při klopení α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

Posouzení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 2064694,712 \text{ Nm} \quad \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd,y}} \leq 1; \quad \frac{1459860}{2064694,712} = 0,701 \leq 1 \quad \mathbf{vyhovuje}$$

$$M_{b,Rd,z} = \chi_{LT} * W_z * \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 6,54177 * 10^{-4} * \frac{355 * 10^6}{1,1} = 211120,76 \text{ Nm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{b,Rd,z}} \leq 1; \quad \frac{90259}{211120,76} = 0,43 \leq 1 \quad \mathbf{vyhovuje}$$

Výpočet: $M_{b,Rd,y}$

Klopení příčnick 2 Prut 201 (x=0,0m)			
$M_{y,Ed}$	1459860	Nm	
γ_{m1}	1,1		h=870 b=280
W_{ely}	0,007	m ³	
f_y	355000000	Pa	
$(\pi)^2$	9,870		
E	2,1E+11	Pa	58586393,39 M,b,Rd 2064694,712
I_z	9,15847E-05	m ⁴	0,178276503
(L)2	3,240	m	0,004478626 posouzení: 0,7071
I_w	1,63274E-05	m ⁶	odmocnina 0,427498688 Vyhovuje
I_t	3,23934E-06	m ⁴	Mcr 25045606,32
G	81000000000	Pa	
α_{Lt}	0,76		
λ_{LT}	0,3153103		χ_{Lt} 0,912097 odmocnina pod χ_{Lt}
ϕ_{Lt}	0,5935282		0,352275693
	0,1153103	0,087636	0,099420556
	0,0994206		0,252855138
	1,1870563		výsl. odmocnina 0,502847032
	kontrola ϕ_{Lt}		

Pruty namáhané kombinací ohybu a osového tlaku musí splňovat podmínky:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{y^*} N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{b,Rd,z}} \leq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_{z^*} N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd,y}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{b,Rd,z}} \leq 1$$

$$\frac{36,997}{8463,2} + 0,9 * \frac{1459,860}{2064,69} + 0,901 \frac{90,259}{211,12} \leq 1$$

$$\frac{36,997}{8463,2} + 0,999 * \frac{1459,860}{2064,69} + 0,901 \frac{90,259}{211,12} \leq 1$$

$$0,0043+0,63+0,38=1,0 = 1$$

$$0,0043+0,706+0,38=1,0= 1$$

vyhoví

$$N_{Rk} = A * f_y = 0,02384 * 355 * 10^6 = 8463,2 \text{ Kn}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr}}{i_y * \lambda_1} = \frac{1,8}{0,3578 * 76,43} = 0,066$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 0,814 = 76,43$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_z * \lambda_1} = \frac{1,8}{0,062 * 76,43} = 0,379$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{ale} \quad \chi_{LT} \leq 1,0$$

$$\phi_y = 0,479$$

$$\phi_z = 0,661$$

$$\chi_y = 1 \text{ pro křivku vzpěrné pevnosti b (} \alpha=0,34 \text{)}$$

$$\chi_z = 0,832 \text{ pro křivku vzpěrné pevnosti c (} \alpha=0,49 \text{)}$$

$$c_{my} = 0,9$$

$$c_{mz} = 0,9$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

$$k_{yy} = c_{my} \left(1 + 0,6 \lambda_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq c_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yy} = 0,9 \leq 0,907 \text{ vyhovuje}$$

Pro k_{yz}

$$k_{yz} = c_{mz} \left(1 + 0,6 \lambda_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq c_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yz} = 0,901 \leq 0,903 \text{ vyhovuje}$$

Pro k_{zy} :

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4\psi \geq 0,4 \text{ poměr koncových momentů } \psi = 0$$

$$\left[1 - \frac{0,05 * \lambda_z * N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) * \chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right] \geq \left[1 - \frac{0,05 * N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) * \chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$$

$$k_{zy} = 0,9997 \geq 0,992$$

$$k_{zz} = k_{yz} = 0,901$$

Zatřídění průřezu:

Pásnice

$$\frac{c}{t_f} = \frac{126,9}{25} = 5,076 \leq 9\varepsilon = 7,29$$

Vyhovuje třída 1

$$\varepsilon \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,81$$

Stojina

$$\frac{c}{t_w} = \frac{0,8059}{0,012} = 67,16 \quad z = \frac{N_{Ed}}{t_w * f_{yd}} = \frac{36997}{0,012 * 355 * 10^6} = 8,68 * 10^{-3} \quad \alpha_c = \frac{c+z}{2} = \frac{0,8059 + 8,68 * 10^{-3}}{2} = 0,43$$

$$\alpha = \frac{\alpha_c}{c} = 0,53$$

Stojina třídy 3

Napětí v krajních vláknech stojiny:

$$\sigma_c = -\frac{N_{Ed}}{A} - \frac{M_{Ed} * c}{I_y * 2} = -\frac{36997}{0,02384} - \frac{1459860 * 0,8059}{3,05118 * 10^{-3} * 2} = -194,35 \text{ MPa}$$

$$\sigma_t = -\frac{N_{Ed}}{A} + \frac{M_{Ed} * c}{I_y * 2} = -\frac{36997}{0,02384} + \frac{1459860 * 0,8059}{3,05118 * 10^{-3} * 2} = 192,79 \text{ MPa}$$

$$\varphi = \frac{192,79}{-194,35} = -0,99 \geq -1 \quad \frac{c}{t_w} = \frac{0,8059}{0,012} = 67,16 \leq \frac{42 \varepsilon}{0,67 + 0,33 \varphi} = 99,1 \rightarrow \text{Třída 3 vyhovuje}$$

3.8.2.2. MSÚ Podélníky

Posouzení využití MSÚ podélníků

a) Výsledky využití podélníků, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Napěťový	Zatež.	Typ	Napětí [MPa]		využití
						návr	mez	
prutů č.	č.	x [m]	bod č.	stav	napětí			
5	118	1,280	10	SZS1582	Sigma celkem	229,440	355,000	0,65
6	119	1,380	10	SZS1582	Sigma celkem	233,937	355,000	0,66

Rozhodující vnitřní síly po prutech									
prutů č.	Místo	Rozhoduj.	Síly [kN]			Momenty [kNm]			
			x [m]	ZS/SZS/KZS	N	V_y	V_z	M_T	M_y
118	1,380	SZS1582		399,831	9,287	150,639	-0,579	188,313	-13,836
119	1,380	SZS1582		287,960	11,198	143,774	-0,787	184,791	-16,614

b) Výsledky využití nejvíce namáhaného podélníku sady (č. 6), s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,44$$

$$L_\phi = 10,56m$$

Sada	Prut	Místo	Nap. bod	Rozhoduj.	Napětí-	Napětí [MPa]		využití
						návr	mez	
prutů č.	č.	x [m]	č.	ZS/SZS/KZS	typ			
6	119	1,380	10	SZS3742	Sigma celkem	283,273	355,000	0,80

Rozhodující vnitřní síly po prutech s ϕ_3									
Prut	Místo	Rozhoduj.	Síly [kN]			Momenty [kNm]			
			č.	x [m]	ZS/SZS/KZS	N	V_y	V_z	M_T
119	1,380	SZS3742		385,526	11,187	208,082	-0,770	260,082	-16,313

Návrhové hodnoty				
$W_{pl,y}$	f_y	γ_{M0}	A	$W_{pl,z}$
2105050	355	1	10300	253750
mm ³	MPa		mm ²	mm ³

posouzení na prutu 119

Posouzení napětí:

Normálová síla:

$$\sigma_{x,Ned} = \frac{N_{ed}}{A} = 37,43 \text{ Mpa}$$

Ohybový moment My:

$$\sigma_{x,My,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{pl,y,min}} = 144,179 \text{ Mpa}$$

Ohybový Moment Mz:

$$\sigma_{x,Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{pl,z,min}} = 101,665 \text{ Mpa}$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}} \leq 1; \frac{283,273}{355} = 0,80 \leq 1$$

Posouzení Smyk

$$V_{Pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}} \right)}{\gamma_{mo}} = \frac{0,0055 \cdot \left(\frac{355 \cdot 10^6}{\sqrt{3}} \right)}{1} = 1127,28 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Pl,Rd,min}} \leq 1 \quad 0,18 \leq 1$$

b) Smykové boulení:

Smyková únosnost stěn při boulení ve smyku:

$$\eta = 1,2 \text{ (pro oceli do třídy S460)}$$

$$\varepsilon = 0,81$$

závisí na poměru $\frac{h_w}{t}$; stěna bez výztuhy $\frac{h_w}{t} \geq \frac{72}{\eta} \varepsilon$; $\frac{535,9}{10} = 53,59 \geq \frac{72 \cdot 0,814}{1,2} = 48,82$ **Nutno posoudit**

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

Pro vyztužené nebo nevyztužené stojiny:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \rightarrow 1196,13 \text{ KN} \leq \frac{1,2 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,5359 \cdot 0,010}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 1318,05 \text{ KN Vyhovuje}$$

Příspěvek stojiny:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = \frac{1,089 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,5359 \cdot 0,010}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 1196,13 \text{ KN} \quad \frac{V_{z,Ed}}{V_{bw,Rd}} \leq 1 \quad 0,17 \leq 1 \text{ Vyhovuje}$$

Příspěvek pásnic:

$V_{bf,Rd}$ = je malý lze zanedbat

Stojina bez výztuh:

$$\bar{\lambda}_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \varepsilon} = \frac{535,9}{86,4 \cdot 10 \cdot 0,814} = 0,762$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti ve smyku $\chi_w = \frac{0,83}{0,762} = 1,089$

Tab.: Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

Zatřídění průřezu:

$$C_f = 87,9$$

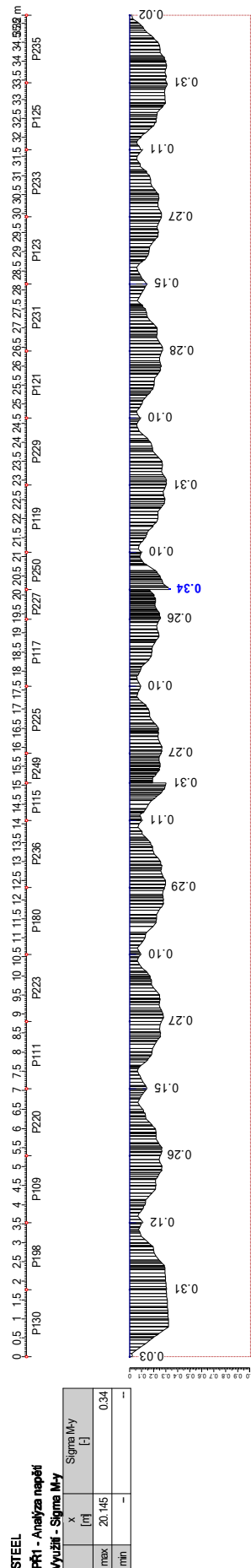
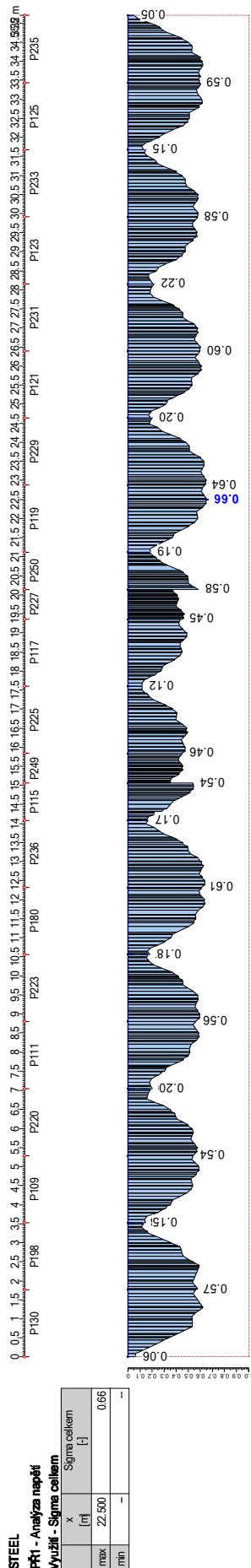
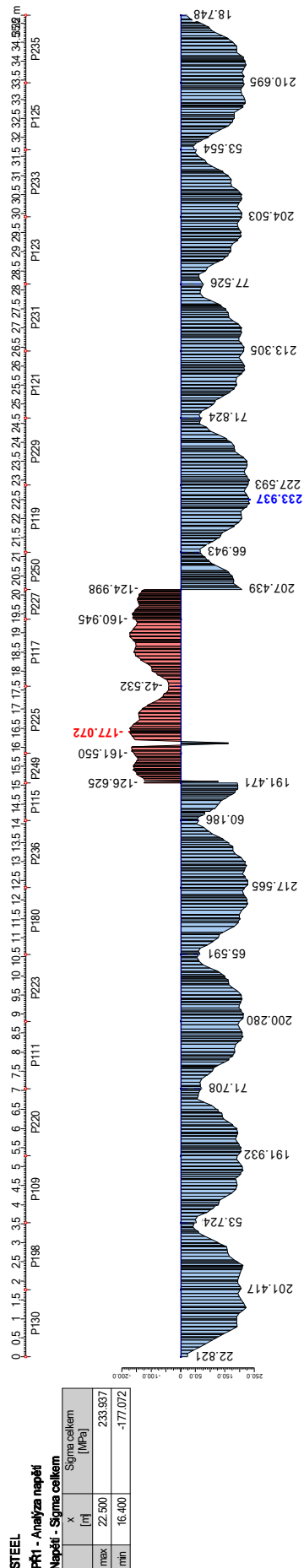
$$t_f = 12$$

$$\frac{87,9}{12} = 7,32 \leq 8,1 \text{ pásnice třídy 2}$$

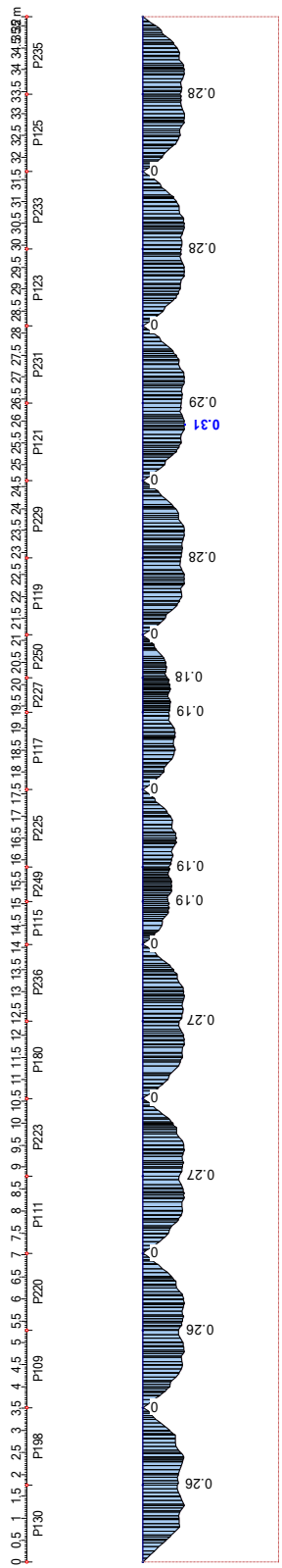
Stojina

$$\frac{c}{t_w} = \frac{0,5359}{0,01} = 53,59 \leq 83\varepsilon = 67,562 \quad \text{třída 2}$$

Výsledky pro podélník, zatím bez součinitele ϕ_3 , na podélníku v délce mostu.

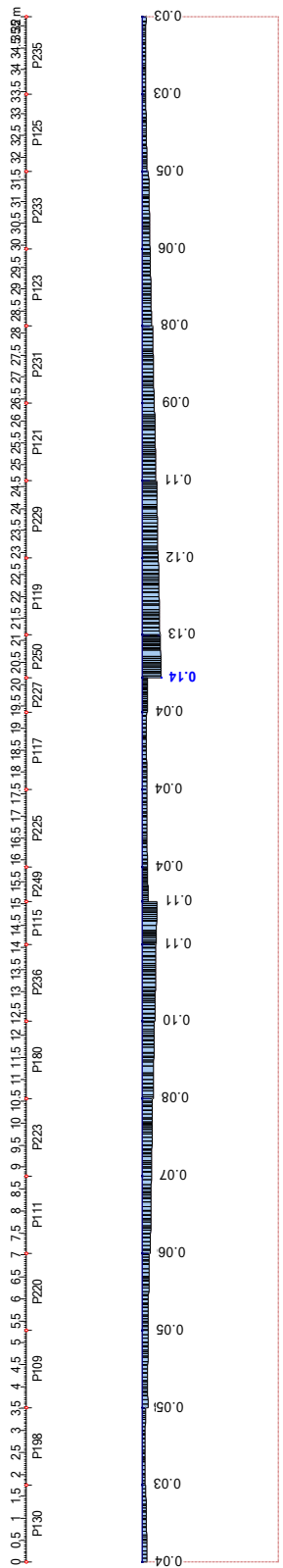


Výsledky pro podélník, zatím bez součinitele ϕ_3 , na podélníku v délce mostu.



STEEL
PR1 - Analýza napětí
Vyúčtit - Sigma M-z

x	Sigma M-z
[m]	[H]
max	25.900
min	0.31



STEEL
PR1 - Analýza napětí
Vyúčtit - Sigma N

x	Sigma N
[m]	[H]
max	20.145
min	0.14

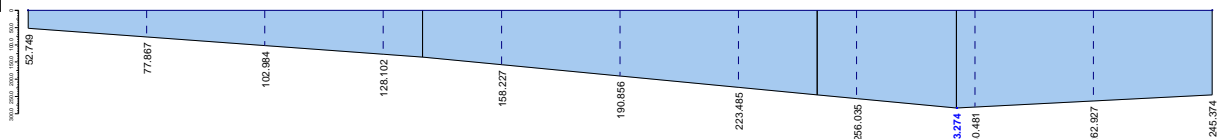
Výsledky pro prut podélníku č. 119 se součinitelem ϕ_3

STEEL 0 0.5 1 1.5 1.76m P119

PR2 - MSU podélník s 83

Napětí - Sigma celkem

x [m]	Sigma celkem [MPa]
max	1.380
min	-

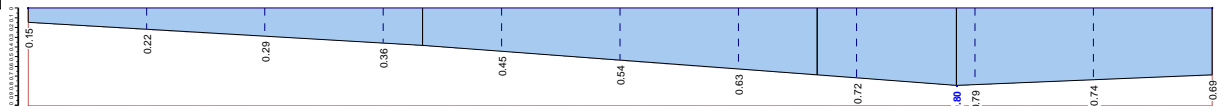


STEEL 0 0.5 1 1.5 1.76m P119

PR2 - MSU podélník s 83

Využití - Sigma celkem

x [m]	Sigma celkem [H]
max	1.380
min	-

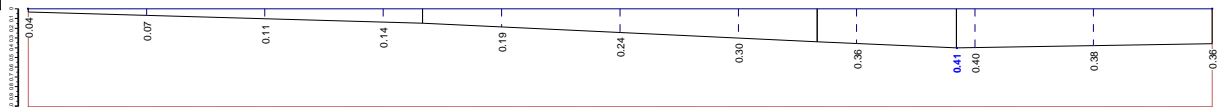


STEEL 0 0.5 1 1.5 1.76m P119

PR2 - MSU podélník s 83

Využití - Sigma My

x [m]	Sigma My [H]
max	1.380
min	-

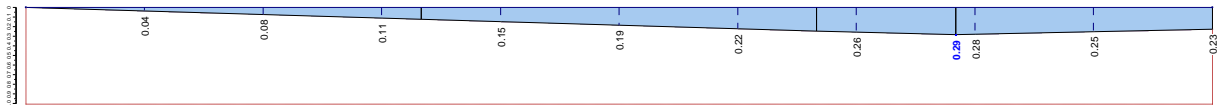


STEEL 0 0.5 1 1.5 1.76m P119

PR2 - MSU podélník s 83

Využití - Sigma Mz

x [m]	Sigma Mz [H]
max	1.380
min	-

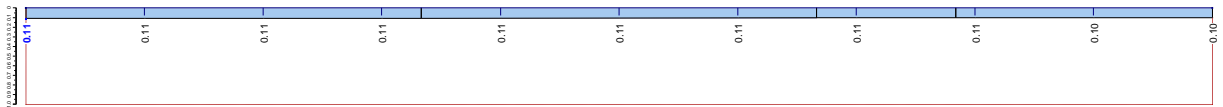


STEEL 0 0.5 1 1.5 1.76m P119

PR2 - MSU podélník s 83

Využití - Sigma N

x [m]	Sigma N [H]
max	0.000
min	-



3.8.2.3. MSÚ Dolní pás hlavního nosníku

Posouzení využití MSÚ Dolní pás hlavního nosníku

a) Výsledky využití dolního pásu hlavního nosníku, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
2	Dolní pás (prut č. 11-16,33,35,37,39)					
	15	0,000	SZS451	0,53	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	15	3,520	SZS316	0,02	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	11	0,000	SZS239	0,10	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	39	0,000	SZS1669	0,00	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	15	3,520	SZS520	0,02	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	11	0,000	SZS308	0,11	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	15	2,112	SZS451	0,63	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	15	2,112	SZS449	0,63	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	15	0,000	SZS453	0,58	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	11	3,520	SZS295	0,56	≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	15	3,520	SZS452	0,74	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	11	0,000	SZS298	0,79	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
4	Dolní pás (prut č. 18,20,34,38,47-52)					
	51	0,000	SZS313	0,57	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	51	3,520	SZS524	0,02	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	47	0,000	SZS446	0,10	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	52	0,000	SZS323	0,00	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	51	3,520	SZS310	0,02	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	47	0,000	SZS435	0,10	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	51	2,112	SZS313	0,68	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	51	2,112	SZS310	0,67	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	51	0,000	SZS245	0,60	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	50	3,168	SZS298	0,52	≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	51	3,520	SZS313	0,79	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	51	3,520	SZS310	0,79	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

b) Výsledky využití nejvíce namáhaného dolního pásu hlavního nosníku sady (č. 4), s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,106$$

$$L_\phi = 35,236m$$

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
4	Dolní pás (prut č. 18,20,34,38,47-52)					
	51	0,000	SZS3738	0,61	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	51	3,520	SZS3738	0,02	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	47	0,000	SZS3738	0,10	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	50	0,000	SZS3738	0,00	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	50	3,520	SZS3738	0,02	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	50	0,000	SZS3738	0,02	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	51	2,112	SZS3738	0,73	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	50	2,288	SZS3738	0,54	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	47	2,933	SZS3738	0,41	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	50	3,520	SZS3738	0,53	≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	51	3,520	SZS3738	0,85	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3 -
	50	0,000	SZS3738	0,68	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3 -

Pro prut 51

Návrhové síly									
N_{Ed}	A	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	I_y	I_z	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$A_{v,y}$	$A_{v,z}$
4396,370	20200,0	143,050	30,477	451991000	339973000	-21,570	42,836	2541,60	9501,00
kN	mm ²	kNm	kNm	mm ⁴	mm ⁴	kN	kN	mm ²	mm ²

Tah:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,0202 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 7171 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{4396,370}{7171} = 0,61 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Ohyb, smyk, osová síla:

Normálová síla:

$$\sigma_{x, Ned} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{4396370}{0,0202} = 217,642 \text{ Mpa}$$

Ohybový moment My:

$$\sigma_{x, My, Ed} = \frac{M_{y, Ed}}{W_y} = \frac{143050}{2,15541 * 10^{-3}} = 66,353 \text{ Mpa}$$

$$w_y = \frac{I_y}{C_1} = \frac{4,51991 * 10^{-4}}{0,198} = 2,15541 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

Ohybový Moment Mz:

$$\sigma_{x, Mz, Ed} = \frac{M_{z, Ed}}{W_z} = \frac{30477}{1,71704 * 10^{-3}} = 17,75 \text{ Mpa}$$

$$w_z = \frac{I_z}{C_1} = \frac{3,39973 * 10^{-4}}{0,198} = 1,71704 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

Výsledky					
$\sigma_{x, N, Ed}$	$\sigma_{x, My, Ed}$	$\sigma_{x, Mz, Ed}$	$\sigma_{x, Ed}$	$\sigma_{x, Rd}$	η
217,642	66,353	17,750	301,745	355,000	0,85
MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	≤ 1

$$\frac{\sigma_{x, Ed}}{\sigma_{x, Rd}} \leq 1$$

Smyk

$$V_{Pl, y, Rd} = \frac{A_{vy} * (\frac{f_y}{\sqrt{3}})}{v_{mo}} = \frac{2,5416 * 10^{-3} * (\frac{355 * 10^6}{\sqrt{3}})}{1} = 520,924 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{y, Ed}}{V_{Pl, Rd, y, min}} \leq 1 \quad \frac{21,570}{520,924} = 0,041 \leq 1 \text{ nebo } 0,5$$

$$V_{Pl, z, Rd} = \frac{A_{vz} * (\frac{f_y}{\sqrt{3}})}{v_{mo}} = \frac{9,501 * 10^{-3} * (\frac{355 * 10^6}{\sqrt{3}})}{1} = 1947,319 \text{ KN}$$

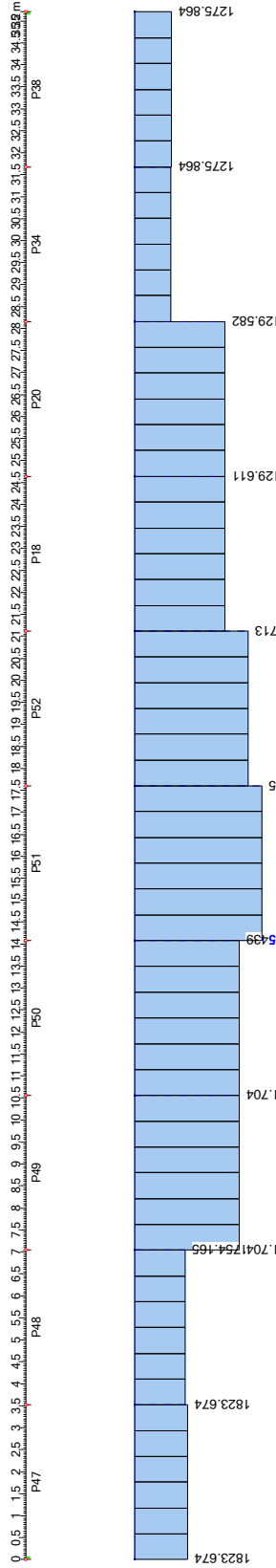
$$\frac{V_{z, Ed}}{V_{Pl, Rd, z, min}} \leq 1 \quad \frac{42,836}{1947,319} = 0,022 \leq 1 \text{ nebo } 0,5$$

RSTAB

SZ63738: Spod. Hlev. pás s F13

vnitřní síly - N

	x	N
	[m]	[kN]
max	14.080	4396.365
min	--	--

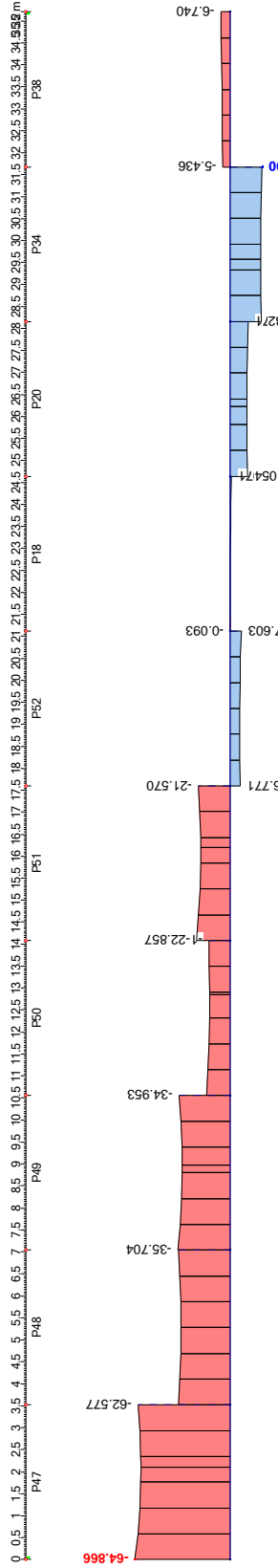


RSTAB

SZ63738: Spod. Hlev. pás s F13

vnitřní síly - Vy

	x	Vy
	[m]	[kN]
max	31.680	21.690
min	0.000	-64.866

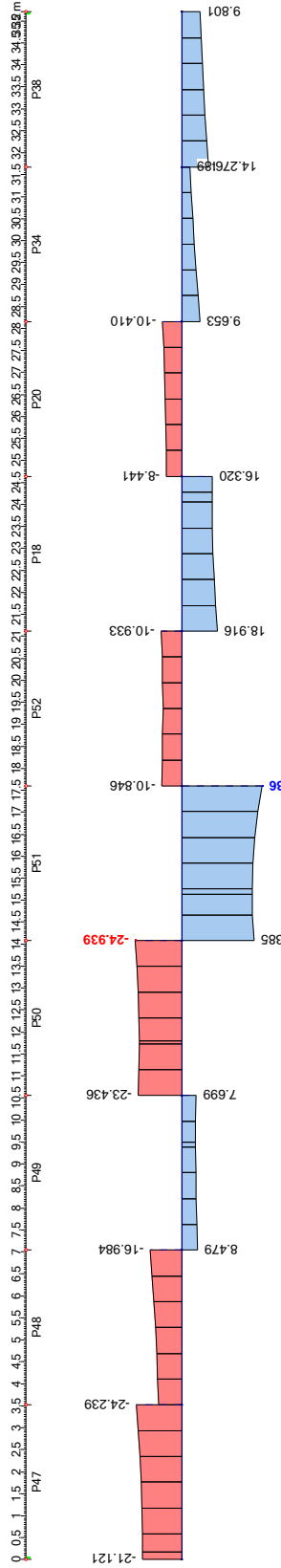


RSTAB

SZ63738: Spod. Hlev. pás s F13

vnitřní síly - Vz

	x	Vz
	[m]	[kN]
max	17.600	42.836
min	14.080	-24.939



3.8.2.4. MSÚ Horní pás hlavního nosníku

Posouzení využití MSÚ horních pásů hlavního nosníku

a) Výsledky využití horního pásu hlavního nosníku, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
1	Horní pás (prut č. 2-9)					
	5	0,000	SZS517	0,50	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	4	0,000	SZS102	0,01	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	8	3,520	SZS1587	0,00	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3
	2	0,000	SZS1479	0,01	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	9	3,520	SZS1323	0,02	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	3	0,000	SZS1640	0,01	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	5	2,347	SZS444	0,55	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	6	3,168	SZS663	0,54	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	5	3,520	SZS3603	0,13	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	3	3,520	SZS3667	0,07	≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	4	3,520	SZS1360	0,59	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	5	0,000	SZS1360	0,59	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
3	Horní pás (prut č. 10,31,41-44,46,428)					
	42	0,000	SZS1568	0,53	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	41	0,000	SZS733	0,01	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	43	1,936	SZS533	0,00	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	10	0,000	SZS568	0,01	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	10	0,000	SZS569	0,02	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	31	0,352	SZS569	0,01	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	43	2,933	SZS1372	0,59	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	44	0,352	SZS1371	0,59	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	44	3,520	SZS3	0,09	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	42	0,000	SZS729	0,60	≤ 1	223) - dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	41	3,520	SZS729	0,60	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

b) Výsledky využití nejvíce namáhaného horního pásu hlavního nosníku (prutč.41), s dynamickým součinitelem ϕ_3

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,15$$

$$L_\phi = 28,16m$$

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
3	Horní pás (prut č. 10,31,41-44,46,428)					
	42	0,000	SZS3741	0,59	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	42	3,520	SZS3741	0,01	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	42	2,640	SZS3741	0,00	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	10	0,000	SZS3741	0,01	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	41	0,000	SZS3741	0,01	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	42	2,347	SZS3741	0,64	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	31	0,352	SZS3741	0,49	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	42	0,000	SZS3741	0,67	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	41	3,520	SZS3741	0,67	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

Pro prut 41

Návrhové síly									
N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	A	I_y	Z_{SP}	I_z	Y_{SP}
-4072,750	-0,966	3,226	57,300	9,796	19600,0	375335000	-169,6	347887000	200,0
kN	kN	kN	kNm	kNm	mm ²	mm ⁴	mm	mm ⁴	mm
					f_y	γ_{M0}			
					355,000	1,000			
					MPa				

Výsledky					
$\sigma_{x,N,Ed}$	$\sigma_{x,M_y,Ed}$	$\sigma_{x,M_z,Ed}$	$\sigma_{x,Ed}$	$\sigma_{x,Rd}$	η
-207,794	-25,887	-5,632	-239,195	355,000	0,67
MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	≤ 1

Tlak:

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,0196 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 6958 \text{ KN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{4066,470}{6958} = 0,58 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Posouzení napětí

Normálová síla:

$$\sigma_{x,Ed} = \frac{N_{ed}}{A} = \frac{-4072750}{0,0196} = -207,793 \text{ Mpa}$$

Ohybový moment My:

$$\sigma_{x,My,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{57300}{2,213061 * 10^{-3}} = -25,77 \text{ Mpa}$$

$$w_y = \frac{I_y}{C_1} = \frac{3,75335 * 10^{-3}}{0,1696} = 2,21306 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

Ohybový Moment Mz:

$$\sigma_{x,Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed}}{W_z} = \frac{9796}{1,739435 * 10^{-3}} = -5,632 \text{ Mpa}$$

$$w_z = \frac{I_z}{C_1} = \frac{3,47887 * 10^{-4}}{0,2} = 1,739435 * 10^{-3} \text{ m}^3$$

Smyk

$$V_{Pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} * \left(\frac{f_y}{\sqrt{3}}\right)}{v_{mo}} = \frac{7,7127 * 10^{-3} * \left(\frac{355 * 10^6}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 1580,79 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Pl,Rd,y,min}} \leq 1 \quad \frac{0,966}{1580,79} = 0,00 \leq 1 \text{ nebo } 0,5$$

$$V_{Pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} * \left(\frac{f_z}{\sqrt{3}}\right)}{v_{mo}} = \frac{8,2085 * 10^{-3} * \left(\frac{355 * 10^6}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 1682,41 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Pl,Rd,z,min}} \leq 1 \quad \frac{3,226}{1682,41} = 0,00 \leq 1 \text{ nebo } 0,5$$

Vzpěrná únosnost tlačného prutu:

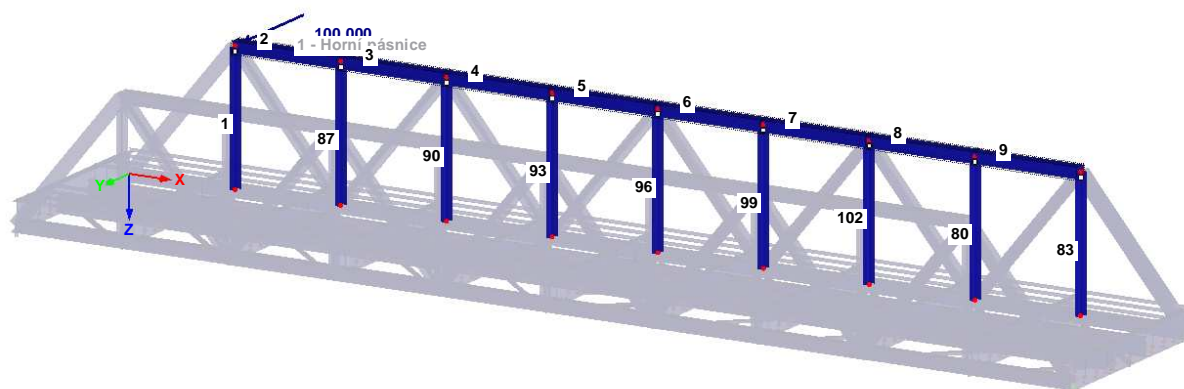
Horní pás byl namodelován jako spojitý nosník na pružných podporách s tuhostmi podle tabulky. Zatížení bylo modelováno tak, aby v nosníku působily stejné normálové síly, jako na horním pásu příhradové konstrukce.

V programu Nexis32 byl proveden stabilitní výpočet, kterým byl určena hodnota součinitele k , která vyjadřuje poměr kritického Eulerova k/ke skutečnému zatížení prutu.

číslo prutu:	1	87	90	93	96	99	102	80	83
posun	67,4	38,9	36	35,6	35,6	35,8	36,4	39,2	67,7
C	1483,68	2570,69	2777,78	2808,99	2808,99	2793,3	2747,25	2551,02	1477,1

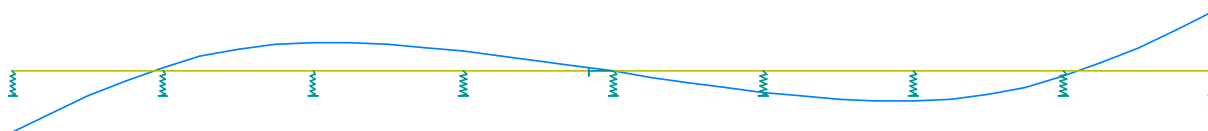
ZS1491: Deformace rámu

izometrie



čísla prutů

Pro první vlastní tvar, viz Obrázek, je hodnota $k = 3,288$.



$$N_{cr,z} = k * N_{Ed} = 3,288 * 4072,750 = 13391,2KN$$

$$L_{cr,z} = \pi \sqrt{\frac{EI_z}{N_{cr,z}}} = \pi \sqrt{\frac{210000 * 3,479 * 10^8}{13391,2 * 10^3}} = 7337mm$$

$$\lambda_y^- = \frac{L_{cr}}{i_y * \lambda_1} = \frac{3,52}{0,1384 * 76,43} = 0,333$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 0,814 = 76,43$$

$$\lambda_z^- = \frac{L_{crz}}{i_z * \lambda_1} = \frac{7,337}{0,1332 * 76,43} = 0,72$$

$$\phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{ale} \quad \chi_{LT} \leq 1,0$$

$$\phi_y = 0,588$$

$$\phi_z = 0,888$$

$$\chi_y = 0,932 \quad \text{pro křivku vzpěrné pevnosti: podmínka } h/t_w \leq 30 \text{ tedy } 26 \leq 30 ; c (\alpha=0,49)$$

$$\chi_z = 0,711 \quad \text{pro křivku vzpěrné pevnosti: podmínka } h/t_w \leq 30 \text{ tedy } 26 \leq 30 ; c (\alpha=0,49)$$

Posouzení

$$N_{b,Rd,y} = \frac{\chi_y * A * f_y}{\gamma_{M1}} = 6484,86 \text{ KN} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}} \leq 1 \quad \frac{4072,75}{6484,86} = 0,62 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

$$N_{b,Rd,z} = \frac{\chi_z * A * f_y}{\gamma_{M1}} = 4947,14 \text{ KN} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,z}} \leq 1 \quad \frac{4072,75}{4947,14} = 0,82 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

3.8.2.5. MSÚ Diagonály hlavního nosníku

Posouzení využití MSÚ Diagonál hlavního nosníku

188) Výsledky využití MSÚ, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č	x [m]	stav	Využití		
3	IS 300/320/10/14/5					
	58	5,557	SZS1559	0,42	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	59	5,557	SZS99	0,31	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	62	2,779	SZS2220	0,02	≤ 1	117) Posouzení průřezu - ohyb okolo z podle 6.2.5 - třída 3
	26	0,000	SZS1447	0,00	≤ 1	121)- smyk ve směru z podle 6.2.6
	23	5,557	SZS728	0,00	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	22	0,000	SZS78	0,00	≤ 1	126)- smykové boulení podle 6.2.6(6)
	62	2,779	SZS2220	0,02	≤ 1	152)- ohyb okolo z a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	26	2,779	SZS325	0,02	≤ 1	162)- dvojosý ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	27	2,779	SZS1	0,01	≤ 1	201)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(4)
	59	2,779	SZS99	0,33	≤ 1	202)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	27	2,779	SZS3673	0,01	≤ 1	221)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1
	23	2,779	SZS728	0,32	≤ 1	222)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
5	Uzavřené(B) 400/10/14/360/300/10/16/5/5					
	57	5,557	SZS1551	0,36	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	57	5,557	SZS292	0,00	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	66	0,000	SZS1596	0,00	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	57	2,779	SZS1551	0,37	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	66	0,556	SZS1596	0,37	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	30	2,779	SZS545	0,36	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

b) Výsledky využití nejvíce namáhaných prutů pro tah a tlak (č. 58 a 57), s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,106$$

$$L_\phi = 35,236m$$

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č	x [m]	stav	Využití		
3	IS 300/320/10/14/5					
	58	5,557	SZS3739	0,45	≤ 1	101) - tah podle 6.2.3
	59	5,557	SZS3739	0,30	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	61	2,223	SZS3739	0,02	≤ 1	117)- ohyb okolo z podle 6.2.5 - třída 3
	24	0,000	SZS3739	0,00	≤ 1	121)- smyk ve směru z podle 6.2.6
	23	5,557	SZS3739	0,00	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4

	22	0,000	SZS3739	0,00	≤ 1	126)- smykové boulení podle 6.2.6(6)
	61	2,223	SZS3739	0,02	≤ 1	152)- ohyb okolo z a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	25	2,779	SZS3739	0,02	≤ 1	162)- dvojosý ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	60	2,779	SZS3739	0,01	≤ 1	201)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(4)
	59	2,779	SZS3739	0,32	≤ 1	202)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	24	2,779	SZS3739	0,01	≤ 1	221)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1
	23	2,779	SZS3739	0,31	≤ 1	222)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

Pro prut 58

Návrhové hodnoty			
N_{Ed}	A	f_y	γ_{M0}
1877,400	11680,0	355,000	1,000
kN	mm ²	Mpa	

Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,01168 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 4146,4 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1 \quad \frac{1877,4}{4146,4} = 0,45 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Výsledky	
$N_{pl,Rd}$	η
4146,400	0,45
kN	≤ 0

Tlak

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení	
č.	č	x [m]	stav	Využití	Posouzení podle vzorce
5	Uzavřené(B) 400/10/14/360/300/10/16/5/5				
	57	5,557	SZS3740	0,39 ≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4

Pro prut 57

Návrhové hodnoty			
N_{Ed}	A	f_y	γ_{M0}
-2348,770	16800,0	355,000	1,000
kN	mm ²	Mpa	

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,0168 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 5964,0 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1 \quad \frac{-2347,160}{5964,0} = 0,39 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Vzpěrná únosnost tlačného prutu č.57

$$\lambda_y = \frac{L_{cr}}{i_y * \lambda_1} = \frac{5,557}{0,1329 * 76,43} = 0,547$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 0,814 = 76,43$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_z * \lambda_1} = \frac{5,557}{0,1375 * 76,43} = 0,529$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{ale} \quad \chi_{LT} \leq 1,0$$

$$\Phi_y = 0,735$$

$$\Phi_z = 0,721$$

$\chi_y = 0,816$ pro křivku vzpěrné pevnosti: podmínka $h/t_w \leq 30$ tedy $25,7 \leq 30$; c ($\alpha=0,49$)

$\chi_z = 0,826$ pro křivku vzpěrné pevnosti: podmínka $h/t_w \leq 30$ tedy $25,7 \leq 30$; c ($\alpha=0,49$)

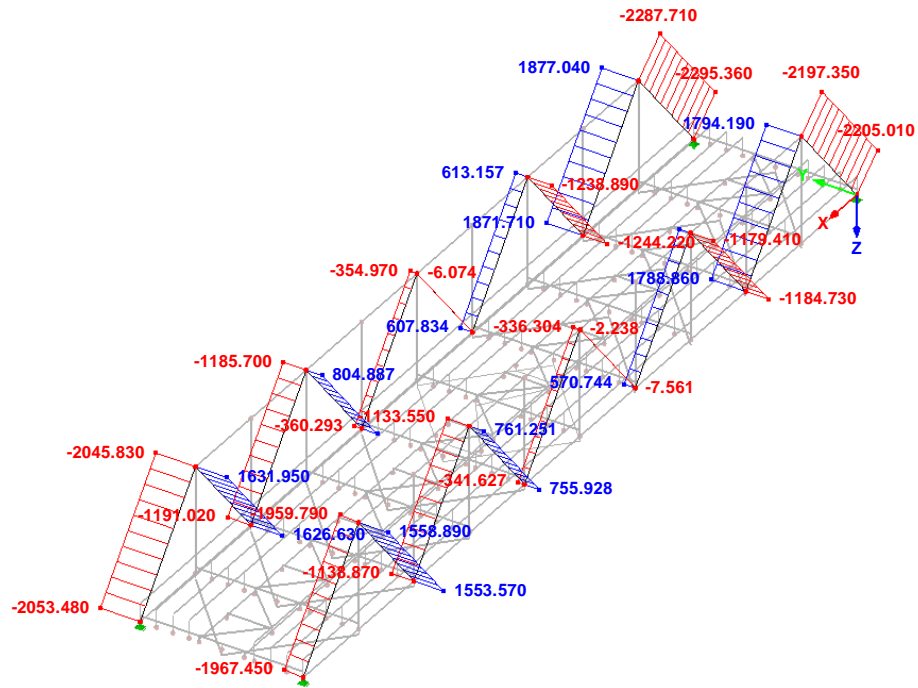
$$N_{b,Rd,y} = \frac{\chi_y * A * f_y}{\gamma_{M1}} = 4866,62 \text{ KN} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}} \leq 1 \quad \frac{2348,77}{4866,62} = 0,48 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

$$N_{b,Rd,z} = \frac{\chi_z * A * f_y}{\gamma_{M1}} = 4926,26 \text{ KN} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,z}} \leq 1 \quad \frac{2348,77}{4926,26} = 0,48 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Tah: pro prut 58

SZS3739: Přihrada s F3
N

Izometrie

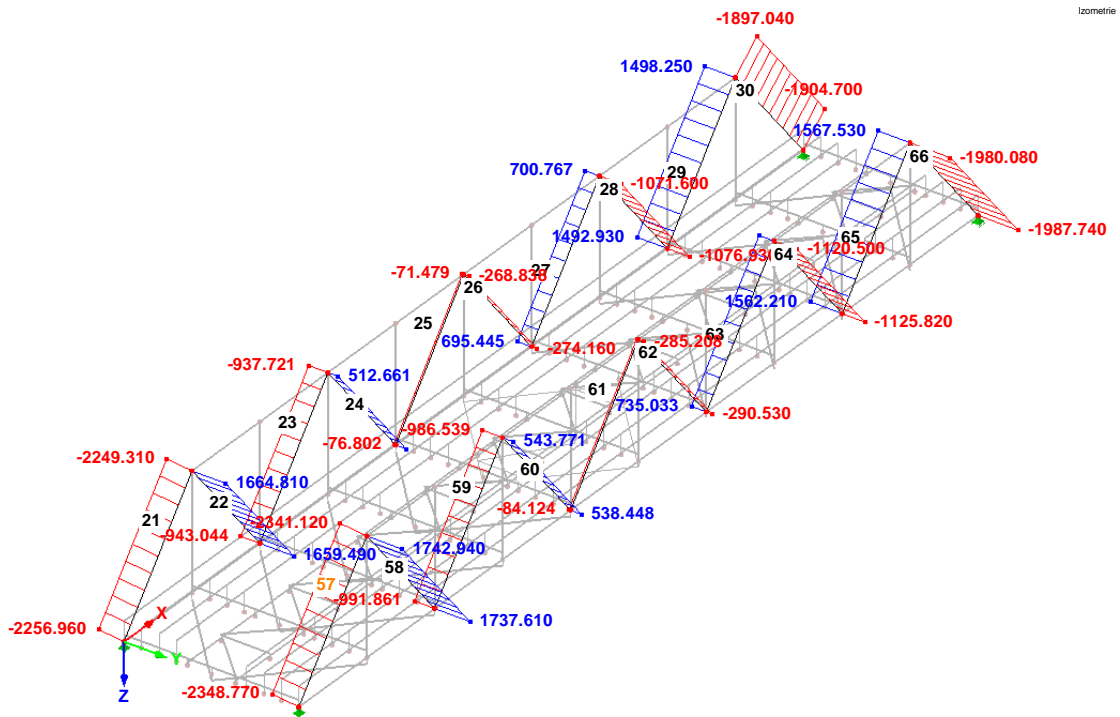


Max N: 1877.037, Min N: -2295.364 [kN]

Tlak pro prut 57

SZS3740: Přihrada Tlak s F3
N

Izometrie



Max N: 1742.935, Min N: -2348.773 [kN]

3.8.2.6. MSÚ Svislice hlavního nosníku

Posouzení využití MSÚ Svislic hlavního nosníku

a) Výsledky využití posouzení MSÚ svislic hlavního nosníku, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č.	x [m]	stav	Využití		
4	IS 300/220/10/10/5					
	84	4,300	SZS1395	0,19	≤ 1	101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3
	94	0,000	SZS318	0,00	≤ 1	102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4

b) Výsledky využití nejvíce namáhané svislice na tah (č. 84) s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,106$$

$$L_\phi = 35,236m$$

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č.	x [m]	stav	Využití		
4	84	4,300	SZS3743	0,21	≤ 1	101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3

návrhové hodnoty			
$N_{t,Ed}$	A	f_y	γ_{M0}
526,066	7200,0	355,000	1,000
kN	mm ²	MPa	

výsledky	
$N_{pl,Rd}$	η
2556,000	0,21
kN	≤ 1

Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,0072 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 2556,0 \text{ kN}$$

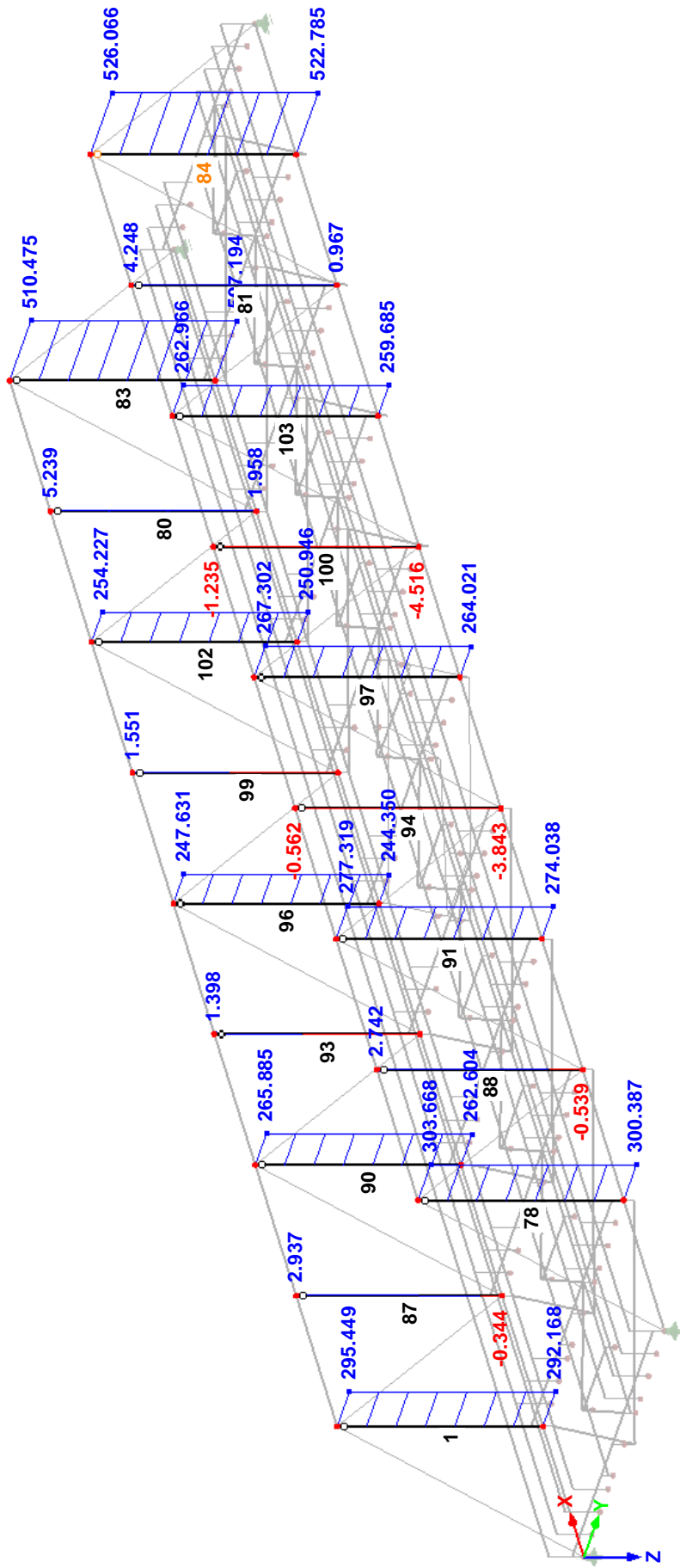
$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{526,066}{2556,0} = 0,21 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Průběh N sil na prutu č. 84 s $\phi 3$

Izometrie

SZ33743: Světlá s F3
N



Max. N: 526.066, Min. N: -4.516 [kN]

3.8.2.7. MSU Podmostkové ztužidlo

Posouzení využití MSÚ – podmostkové ztužidlo

a) Výsledky využití posouzení MSÚ podmostkového ztužidla, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č	x [m]	stav	Využití		
2LA L 110x10-0					
126	0,000	SZS3228	0,12	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
127	0,000	SZS1620	0,13	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
128	2,395	SZS680	0,06	≤ 1	112)- ohyb okolo y podle 6.2.5 - třída 3
127	4,791	SZS3228	0,01	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
126	0,000	SZS308	0,01	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
127	4,791	SZS308	0,02	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
128	2,395	SZS680	0,06	≤ 1	143)- ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
134	2,395	SZS2397	0,06	≤ 1	148)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
127	2,395	SZS3228	0,16	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
127	2,395	SZS1620	0,17	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
2LA L 100x8-0					
142	0,000	SZS1427	0,12	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
143	0,000	SZS1634	0,12	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
140	2,395	SZS1096	0,07	≤ 1	112)- ohyb okolo y podle 6.2.5 - třída 3
143	4,791	SZS2267	0,01	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
142	0,000	SZS315	0,01	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
143	4,791	SZS383	0,01	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
140	2,395	SZS1096	0,07	≤ 1	143)- ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
139	2,395	SZS69	0,07	≤ 1	148)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
143	2,395	SZS2267	0,17	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
143	2,395	SZS1634	0,18	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez

b) Výsledky využití nejvíce namáhaného prutu podmostkového ztužidla (č. 143), s dynamickým součinitelem ϕ_3

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,44$$

$$L_\phi = 10,56m$$

Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č	x [m]	stav	Využití		
2LA L 100x8-0					
142	0,000	SZS3737	0,11	≤ 1	101) tah podle 6.2.3
143	0,000	SZS3737	0,13	≤ 1	102) tlak podle 6.2.4
145	0,000	SZS3737	0,00	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
142	0,000	SZS3737	0,00	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
143	4,791	SZS3737	0,01	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
144	2,395	SZS3737	0,12	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
143	2,395	SZS3737	0,18	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez

Pro prut 143

Návrhové vnitřní síly					
N_{Ed}	A	$W_{el,z,min}$	$W_{el,y,min}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$
-141,130	3100,0	52369,200	105839,416	2,078	0,000
kN	mm ²	mm ²	mm ²	kNm	kNm

Osová síla, dvouosý ohyb

Normálová síla:

$$\sigma_{x,Ned} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{-141130}{3,1 \cdot 10^{-3}} = -51,667 \text{ MPa}$$

Ohybový moment M_y :

$$\sigma_{x,My,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y,min}} = \frac{-2448}{1,0584 \cdot 10^{-4}} = -19,632 \text{ MPa}$$

Výsledky		
$\sigma_{x,N,Ed}$	$\sigma_{x,My,Ed}$	η
-45,526	-19,632	0,18
MPa	MPa	≤ 1

Smyk

$$V_{z,Ed} = 0 \text{ KN}$$

$$V_{Pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot (f_y)}{v_{mo}} = \frac{9,481 \cdot 10^{-4} \cdot \left(\frac{355 \cdot 10^6}{\sqrt{3}}\right)}{1} = 194,321 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Pl,Rd,min}} \leq 1 \quad 0,0 \leq 1$$

Tlak

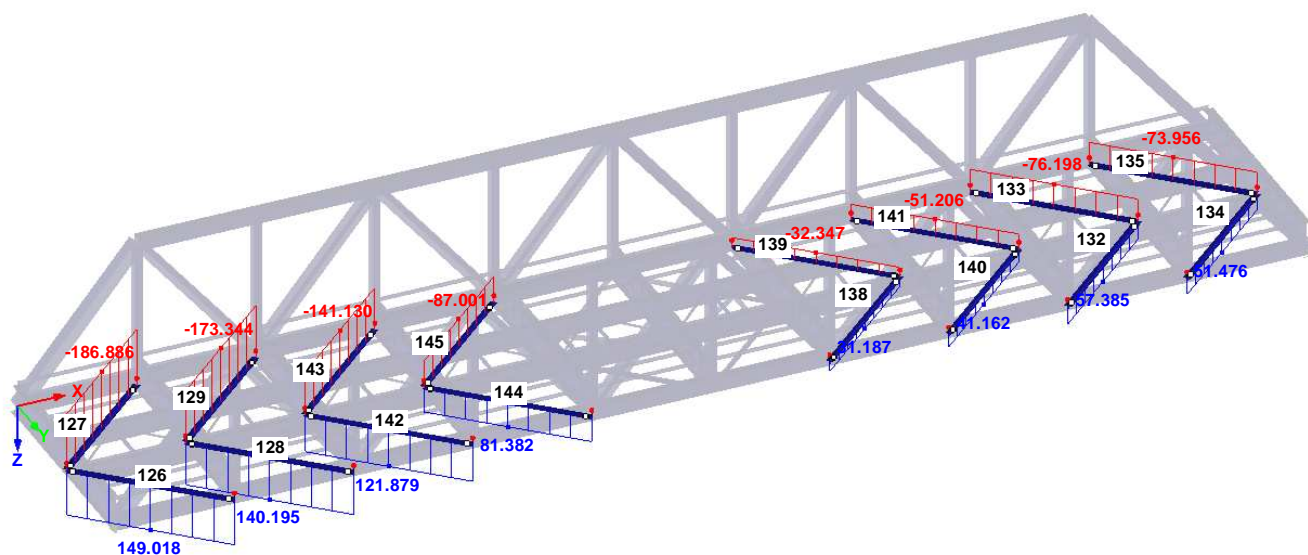
$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{v_{Mo}} = \frac{3,1 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 1100,5 \text{ KN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pL,Rd}} \leq 1 \quad \frac{141,130}{1100,5} = 0,13 \leq 1$$

Prut 143 vnitřní síly N

SZS3737: Zavětrování s F3
N

Izometrie



Max N: 149.018, Min N: -186.886 [kN]

3.8.3. Posouzení MSP s vlivem koroze

3.8.3.1. MSP Příčnický - koroze

Posouzení využití MSP příčnicků oslabených korozí

Hodnoty u příčnicků na mostě oslabeném korozí:

směr z – svislý; směr y – vodorovný; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
17	příčnick1 (prut č. 196,197,238,261-267)					
	196	0,810	SZS4840	0,22	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	196	0,855	SZS4230	0,95	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
18	příčnick2 (prut č. 106,200,201,239,277,296-298,308,309)					
	200	0,900	SZS4840	0,53	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	200	0,855	SZS4233	0,83	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
19	příčnick3 (prut č. 86,202,203,240,271,284,285,299,310,311)					
	203	0,855	SZS4215	0,54	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	203	0,855	SZS4233	0,72	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
20	příčnick4 (prut č. 89,207,215,244,272,286,287,303,318,319)					
	215	0,900	SZS4435	0,50	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	215	0,855	SZS4230	0,55	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
21	příčnick5 (prut č. 92,208,216,245,273,288,289,304,320,321)					
	216	0,900	SZS4442	0,52	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	216	0,810	SZS4236	0,37	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
22	příčnick6 (prut č. 95,209,217,274,290,291,305,322,323)					
	217	0,900	SZS4449	0,38	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	217	0,990	SZS4172	0,16	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
23	příčnick7 (prut č. 98,210,218,246,275,292,293,306,324,325)					
	218	0,900	SZS4243	0,53	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	218	0,810	SZS4448	0,29	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
24	příčnick8 (prut č. 101,211,219,247,276,294,295,307,326,327)					
	219	0,900	SZS4250	0,50	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	219	0,900	SZS4455	0,42	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
25	příčnick9 (prut č. 79,204,212,241,268,278,279,300,312,313)					
	212	0,900	SZS4470	0,53	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	212	0,900	SZS4452	0,55	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y

26	příčník 10 (prut č. 82,205,213,242,269,280,281,301,314,315)					
	213	0,900	SZS4477	0,51	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	213	0,900	SZS4452	0,62	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
27	příčník11 (prut č. 85,206,214,243,270,282,283,302,316,317)					
	214	0,855	SZS4479	0,27	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	214	0,855	SZS4454	0,70	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y

Vyhodnocení oslabení příčníků:

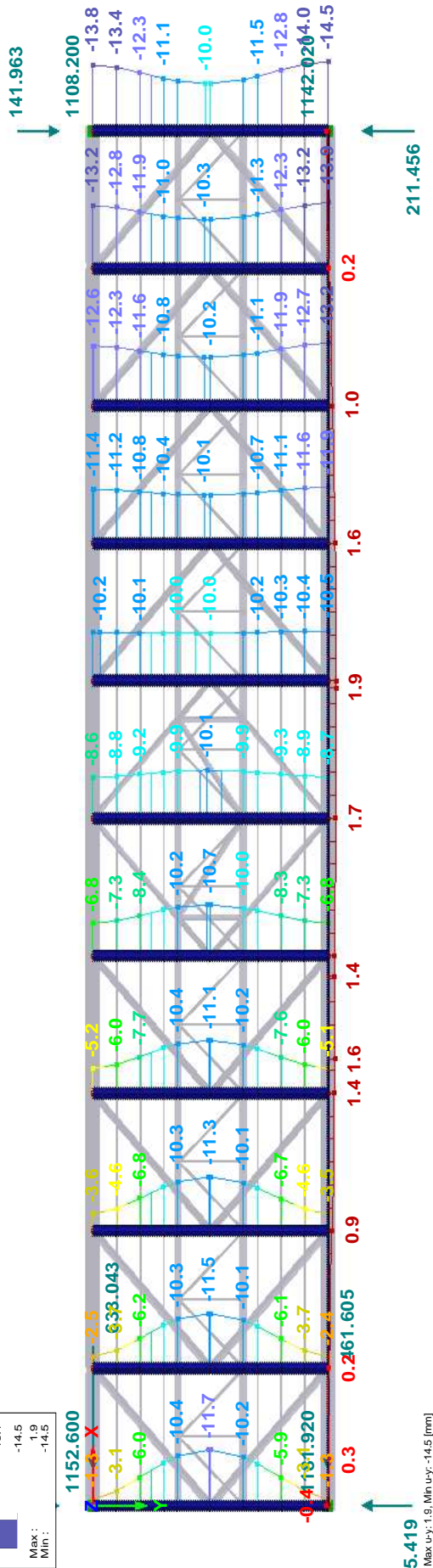
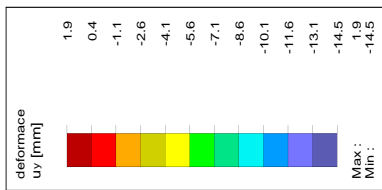
Vyhodnocení oslabení využití MSP u příčníků										
Příčníky oslabené koroze						Příčníky výchozí stav				% oslabení
17	196	0,810	SZS4840	0,22	≤ 1	196	0,810	SZS4840	0,20	10
17	196	0,855	SZS4230	0,95	≤ 1	196	0,855	SZS4230	0,93	2,15
18	200	0,900	SZS4840	0,53	≤ 1	200	0,900	SZS4840	0,50	6,00
18	200	0,855	SZS4233	0,83	≤ 1	200	0,855	SZS4233	0,82	1,22
19	203	0,855	SZS4215	0,54	≤ 1	203	0,855	SZS4215	0,50	8,00
19	203	0,855	SZS4233	0,72	≤ 1	203	0,855	SZS4233	0,70	2,86
20	215	0,900	SZS4435	0,50	≤ 1	215	0,900	SZS4435	0,47	6,38
20	215	0,855	SZS4230	0,55	≤ 1	215	0,855	SZS4230	0,53	3,77
21	216	0,900	SZS4442	0,52	≤ 1	216	0,900	SZS4442	0,49	6,12
21	216	0,810	SZS4236	0,37	≤ 1	216	0,810	SZS4236	0,36	2,78
22	217	0,900	SZS4449	0,38	≤ 1	217	0,900	SZS4449	0,36	5,56
22	217	0,990	SZS4172	0,16	≤ 1	217	0,990	SZS4172	0,16	0,00
23	218	0,900	SZS4243	0,53	≤ 1	218	0,900	SZS4243	0,50	6,00
23	218	0,810	SZS4448	0,29	≤ 1	218	0,810	SZS4448	0,28	3,57
24	219	0,900	SZS4250	0,50	≤ 1	219	0,900	SZS4250	0,47	6,38
24	219	0,900	SZS4455	0,42	≤ 1	219	0,900	SZS4455	0,41	2,44
25	212	0,900	SZS4470	0,53	≤ 1	212	0,900	SZS4470	0,50	6,00
25	212	0,900	SZS4452	0,55	≤ 1	212	0,900	SZS4452	0,54	1,85
26	213	0,900	SZS4477	0,51	≤ 1	213	0,900	SZS4477	0,48	6,25
26	213	0,900	SZS4452	0,62	≤ 1	213	0,900	SZS4452	0,60	3,33
27	214	0,855	SZS4479	0,27	≤ 1	214	0,855	SZS4479	0,25	8,00
27	214	0,855	SZS4454	0,70	≤ 1	214	0,900	SZS4454	0,69	1,45
celkové ø % oslabení									4,55	

Celkově tedy konstrukce v důsledku koroze oslabila a to mělo vliv na MSP v ø výši **4,55% u příčníků, což je pro představu 0,5mm**. O tuto hodnotu se snížila rezerva ve využití MSP oproti původnímu stavu u těchto prvků.

Posun prvků u_y ve vodorovném směru, pro SZS 4230

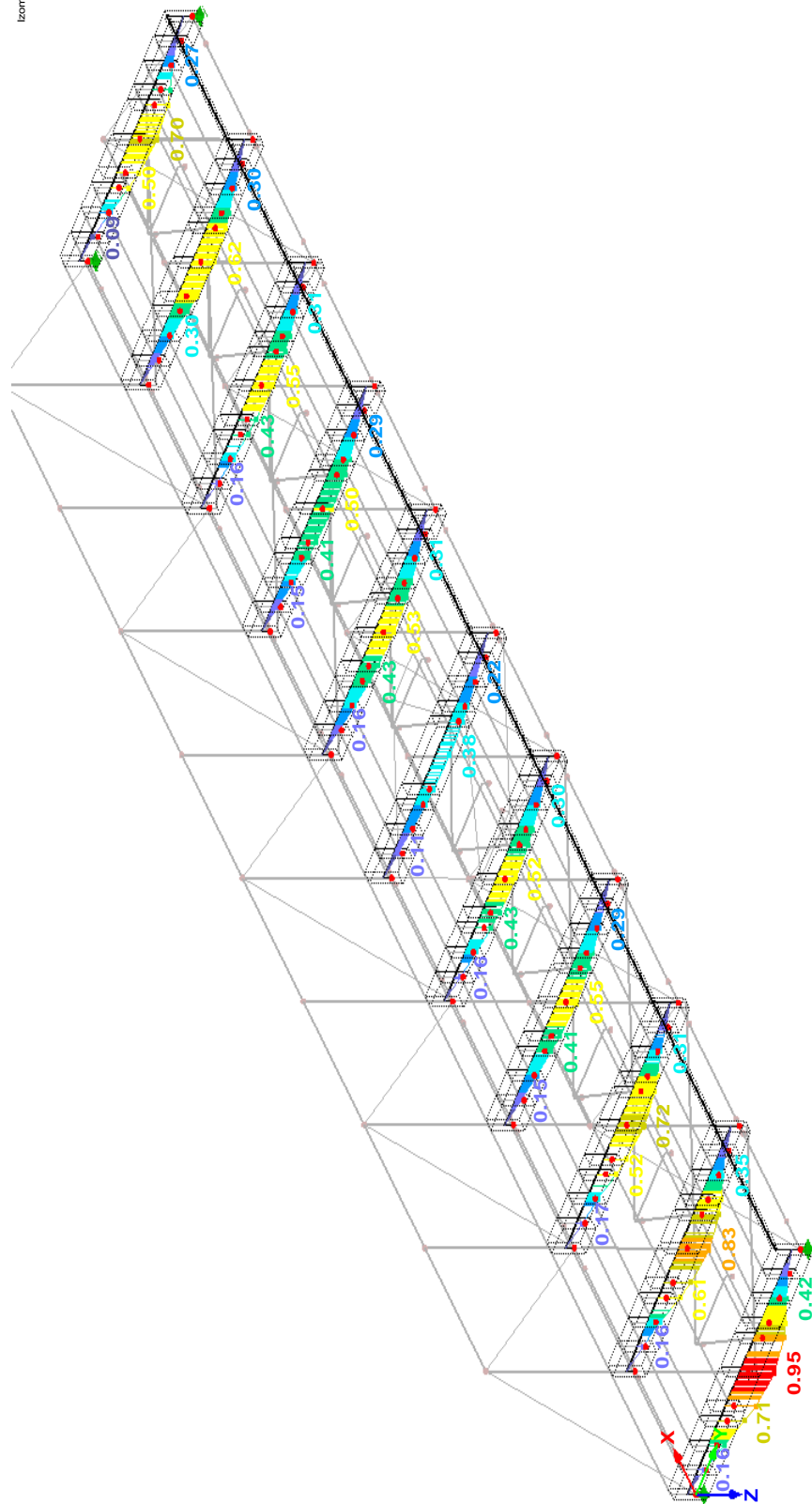
Ve směru Z

SZS4230; PC (ZS1 + 0.75*ZS7 + 0.75*ZS8 + ZS312)
 Reakce(kN)
 u_y

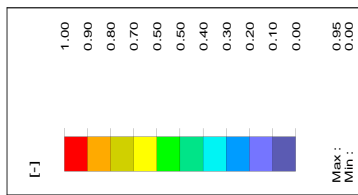


Využití MSP

izometrie



STEELEC3 PR1
Posouzení



Max. Posouzení: 0.95

3.8.3.2. MSP Podélníky - koroze

Posouzení využití MSP podélníků oslabených korozí

Hodnoty u podélníků na mostě oslabeném korozí: Podélník jako spojitý nosník celkové délky 35,3m.

směr z – svislý; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
5	Podélník (prut č. 104,108,110,114,116,118,120,122,124,181,199,221,222,224,226,228,230,232,234,237,248,251)					
	224	0,440	SZS4024	0,90	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
6	Podélník (prut č. 109,111,115,117,119,121,123,125,130,180,198,220,223,225,227,229,231,233,235,236,249,250)					
	225	0,440	SZS4233	0,88	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z

Srovnání pro most bez koroze a s vlivem koroze na posuzovaném podélníku.

Vyhodnocení oslabení využití MSP u podélníků										
podélníky oslabené korozí						Podélníky výchozí stav				% oslabení
5	224	0,440	SZS4024	0,90	≤ 1	224	0,440	SZS4024	0,89	1,12
6	225	0,440	SZS4233	0,88	≤ 1	225	0,528	SZS4233	0,88	0,00
celkové ø % oslabení									0,56	

Celkově tedy konstrukce v důsledku koroze oslabila a to mělo vliv na **MSP v ø výši 0,56% u podélníků jako spojitých nosníků. Vztaženo k celé délce konstrukce, což odpovídá hodnotě cca 0,3mm.** O tuto hodnotu se snížila rezerva ve využití MSP oproti původnímu stavu u těchto prvků.

Pro tabulku viz. druhá strana - podélníky mezi příčnický:

Celkově tedy konstrukce v důsledku koroze oslabila a to mělo vliv na **MSP v ø výši 2,94% u podélníků mezi příčnický vztaženo k rozteči příčnicků, což odpovídá hodnotě cca 0,2mm.** O tuto hodnotu se snížila rezerva ve využití MSP oproti původnímu stavu u těchto prvků. viz. níže.

Hodnoty využití MSP na podélnících mezi dvěma příčnicí

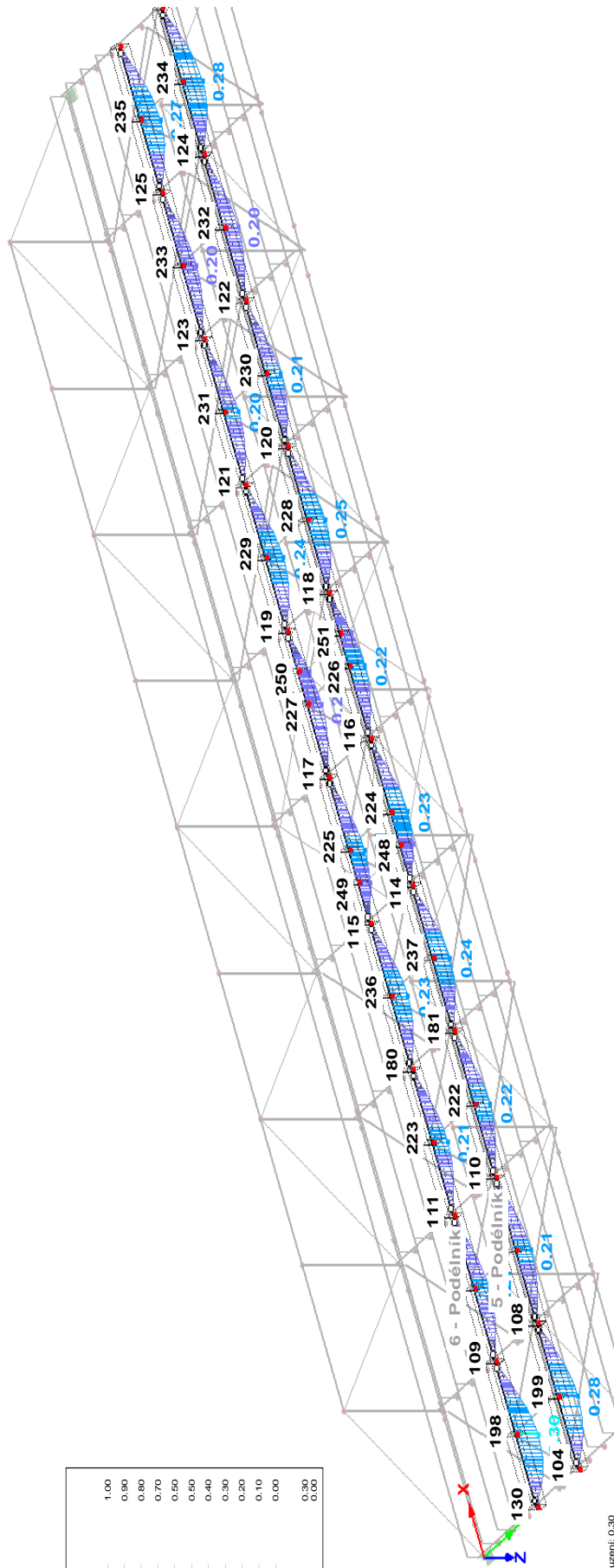
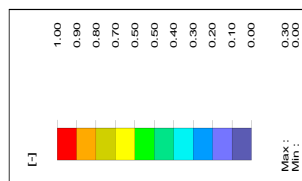
Podélníky oslabené korozi				Podélníky původní stav				Vyhodnocení
Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení	% využití
č.	x [m]	stav	Využití	č.	x [m]	stav	Využití	
104	Průřez č. 22 - SHAPE-THIN PK			104	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4207	0,28 ≤ 1		1,760	SZS4207	0,27 ≤ 1	3,70
108	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			108	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4211	0,21 ≤ 1		1,760	SZS4211	0,20 ≤ 1	5,00
109	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			109	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4211	0,21 ≤ 1		1,760	SZS4211	0,20 ≤ 1	5,00
110	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			110	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4219	0,22 ≤ 1		1,760	SZS4219	0,21 ≤ 1	4,76
111	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			111	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4148	0,21 ≤ 1		1,760	SZS4148	0,21 ≤ 1	0,00
114	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			114	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	0,975	SZS4023	0,18 ≤ 1		0,975	SZS4023	0,17 ≤ 1	5,88
115	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			115	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	0,975	SZS4161	0,16 ≤ 1		0,975	SZS4161	0,16 ≤ 1	0,00
116	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			116	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS3824	0,22 ≤ 1		1,760	SZS3824	0,21 ≤ 1	4,76
117	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			117	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4382	0,20 ≤ 1		1,760	SZS4382	0,19 ≤ 1	5,26
118	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			118	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4246	0,25 ≤ 1		1,760	SZS4246	0,24 ≤ 1	4,17
119	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			119	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4175	0,24 ≤ 1		1,760	SZS4175	0,24 ≤ 1	0,00
120	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			120	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4466	0,21 ≤ 1		1,760	SZS4466	0,21 ≤ 1	0,00
121	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			121	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4395	0,20 ≤ 1		1,760	SZS4395	0,20 ≤ 1	0,00
122	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			122	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4474	0,20 ≤ 1		1,760	SZS4474	0,19 ≤ 1	5,26
123	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			123	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4403	0,20 ≤ 1		1,760	SZS4403	0,19 ≤ 1	5,26
124	Průřez č. 22 - SHAPE-THIN PK			124	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4268	0,28 ≤ 1		1,760	SZS4268	0,27 ≤ 1	3,70
125	Průřez č. 22 - SHAPE-THIN PK			125	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4197	0,27 ≤ 1		1,760	SZS4197	0,26 ≤ 1	3,85
130	Průřez č. 22 - SHAPE-THIN PK			130	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4769	0,30 ≤ 1		1,760	SZS4769	0,29 ≤ 1	3,45
180	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			180	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4368	0,23 ≤ 1		1,760	SZS4368	0,23 ≤ 1	0,00
181	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP			181	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	1,760	SZS4438	0,24 ≤ 1		1,760	SZS4438	0,23 ≤ 1	4,35
198	Průřez č. 22 - SHAPE-THIN PK			198	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5			
	0,000	SZS4769	0,30 ≤ 1		0,000	SZS4769	0,29 ≤ 1	3,45

199	Průřez č. 22 - SHAPE-THIN PK				199	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4207	0,28	≤ 1		0,000	SZS4207	0,27	≤ 1	3,70
220	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				220	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4211	0,21	≤ 1		0,000	SZS4211	0,20	≤ 1	5,00
221	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				221	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4211	0,21	≤ 1		0,000	SZS4211	0,20	≤ 1	5,00
222	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				222	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4219	0,22	≤ 1		0,000	SZS4219	0,21	≤ 1	4,76
223	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				223	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4148	0,21	≤ 1		0,000	SZS4148	0,21	≤ 1	0,00
224	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				224	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4023	0,23	≤ 1		0,000	SZS4023	0,23	≤ 1	0,00
225	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				225	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4161	0,21	≤ 1		0,000	SZS4161	0,21	≤ 1	0,00
226	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				226	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS3824	0,22	≤ 1		0,000	SZS3824	0,21	≤ 1	4,76
227	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				227	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4382	0,20	≤ 1		0,000	SZS4382	0,19	≤ 1	5,26
228	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				228	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4246	0,25	≤ 1		0,000	SZS4246	0,24	≤ 1	4,17
229	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				229	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4175	0,24	≤ 1		0,000	SZS4175	0,24	≤ 1	0,00
230	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				230	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4466	0,21	≤ 1		0,000	SZS4466	0,21	≤ 1	0,00
231	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				231	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4395	0,20	≤ 1		0,000	SZS4395	0,20	≤ 1	0,00
232	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				232	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4474	0,20	≤ 1		0,000	SZS4474	0,19	≤ 1	5,26
233	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				233	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4403	0,20	≤ 1		0,000	SZS4403	0,19	≤ 1	5,26
234	Průřez č. 22 - SHAPE-THIN PK				234	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4268	0,28	≤ 1		0,000	SZS4268	0,27	≤ 1	3,70
235	Průřez č. 22 - SHAPE-THIN PK				235	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4197	0,27	≤ 1		0,000	SZS4197	0,26	≤ 1	3,85
236	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				236	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4368	0,23	≤ 1		0,000	SZS4368	0,23	≤ 1	0,00
237	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				237	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4438	0,24	≤ 1		0,000	SZS4438	0,23	≤ 1	4,35
248	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				248	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,785	SZS4023	0,23	≤ 1		0,785	SZS4023	0,23	≤ 1	0,00
249	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				249	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,785	SZS4161	0,21	≤ 1		0,785	SZS4161	0,21	≤ 1	0,00
250	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				250	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS4381	0,15	≤ 1		0,000	SZS4381	0,15	≤ 1	0,00
251	Průřez č. 23 - SHAPE-THIN PP				251	Průřez č. 8 - IS 574/200/10/12/5				
	0,000	SZS3823	0,17	≤ 1		0,000	SZS3823	0,16	≤ 1	6,25
celkové ø % oslabení									2,94	

Podélník mezi příčnicí využití MSP

Isometrie

STEEL_EC3_PR6
Přesahnutí

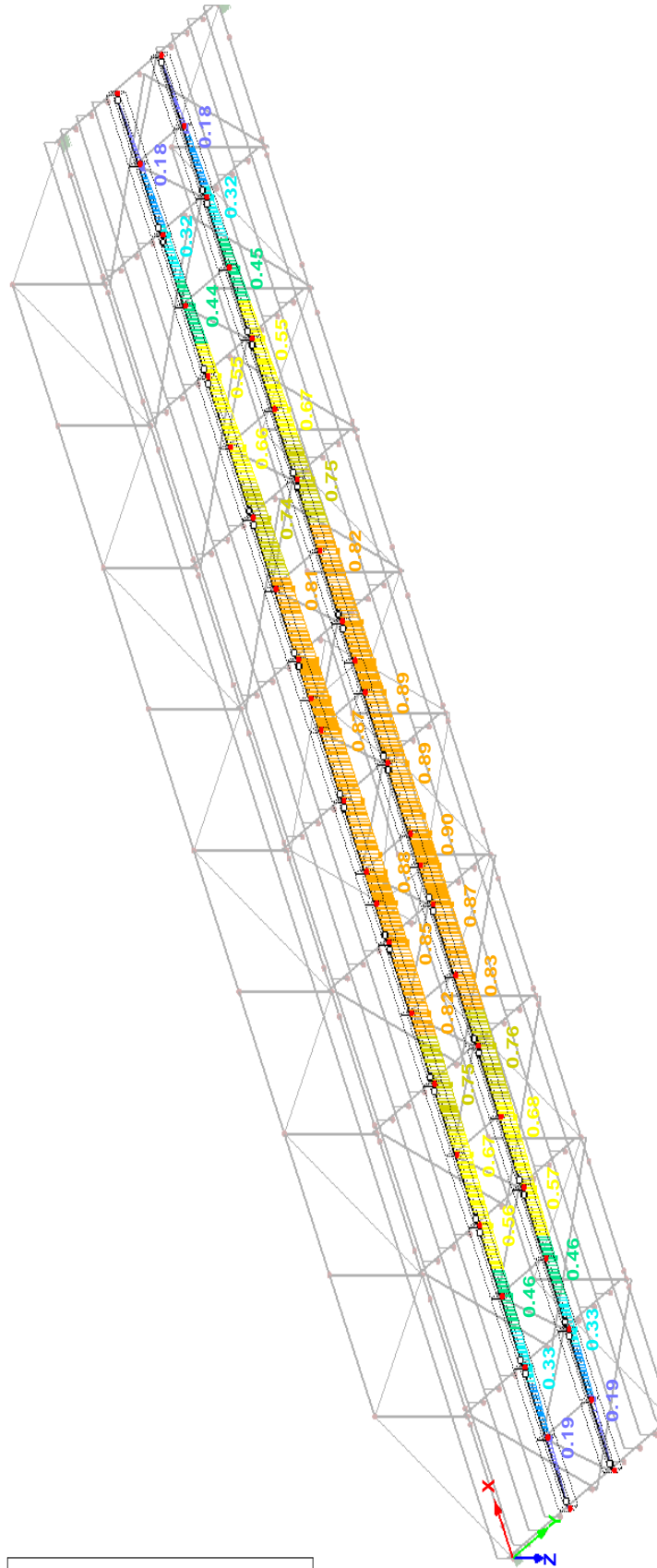
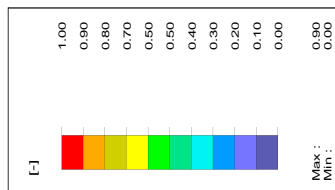


Max. Přesahnutí: 0.30

Podélník, jako spojitý nosník využití MSP (vztaženo k celé délce konstrukce)

Izometrie

STEELEC3 PR2
Posouzení



Max Posouzení: 0.90

3.8.3.3. MSP Dolní pás hlavního nosníku - koroze

Posouzení využití MSP-Dolní pás hlavního nosníku oslabený korozi

směr z – svislý; směr y- vodorovný; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
2	Dolní pás (prut č. 11-16,33,35,37,39,449-468)					
	457	2,584	SZS4165	0,82	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	16	0,010	SZS7383	0,09	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y
4	Dolní pás (prut č. 18,20,34,38,47-52,429-448)					
	437	2,584	SZS4027	0,87	≤ 1	401) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr z
	440	0,090	SZS5154	0,10	≤ 1	406) Použitelnost - kombinace zatížení 'charakteristická' - směr y

Srovnání pro most bez koroze a s vlivem koroze na posuzovaném dolním pásu hl. nosníku.

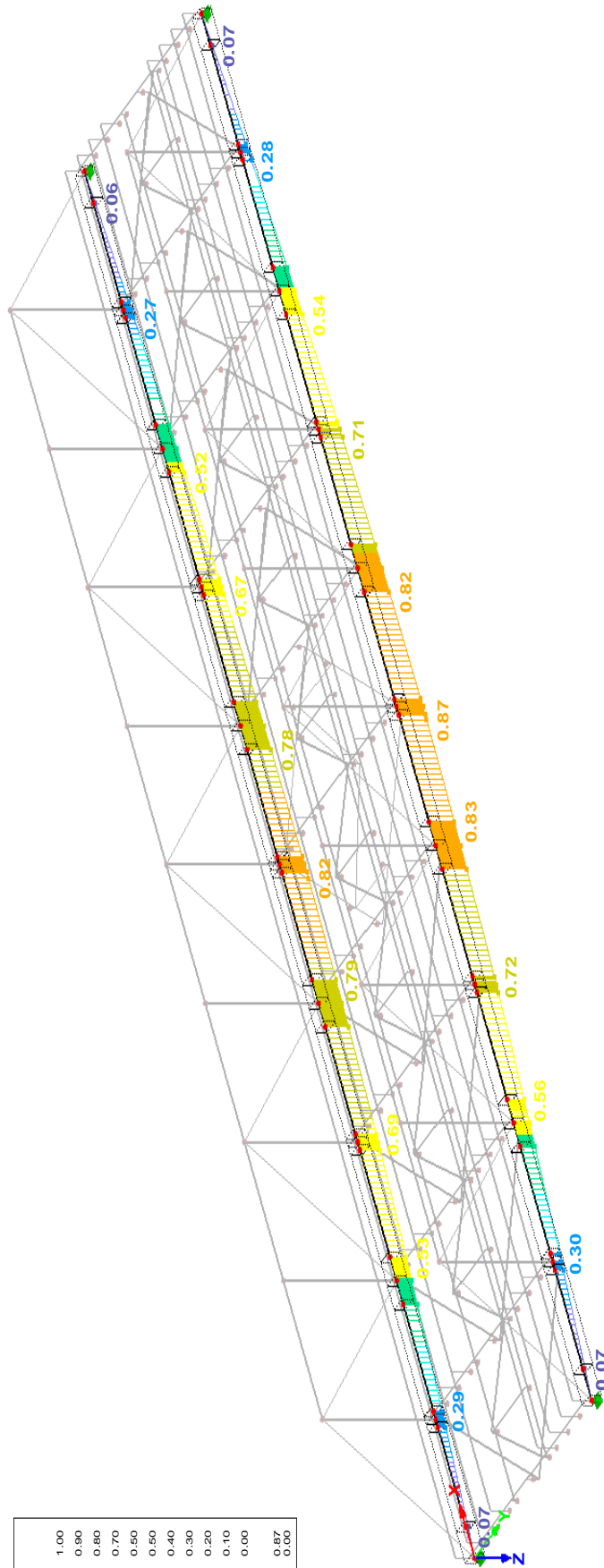
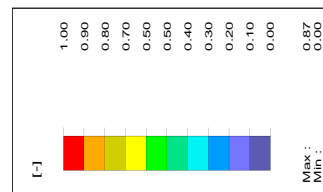
Vyhodnocení oslabení využití MSP u dolních pásů hlavního nosníku										
pásy oslabené korozi					pásy výchozí stav					% oslabení
2	457	2,584	SZS4165	0,82 ≤ 1	15	3,168	SZS4165	0,82		0,00
2	16	0,010	SZS7383	0,09 ≤ 1	15	3,520	SZS7383	0,08		12,50
4	437	2,584	SZS4027	0,87 ≤ 1	51	3,168	SZS4027	0,86		1,16
4	440	0,090	SZS5154	0,10 ≤ 1	52	2,992	SZS5154	0,09		11,11
celkové ø % oslabení										6,19

Celkově tedy konstrukce v důsledku koroze oslabila a to mělo vliv na **MSP v ø výši 6,19 % u dolních pásů hlavních nosníků, což odpovídá hodnotě cca 3,6mm**. O tuto hodnotu se snížila rezerva ve využití MSP, oproti původnímu stavu u těchto prvků.

Využití MSP dolního pásu

Izometrie

STEELECS PR3
Pobouzení



Max. Pobouzení: 0.87

3.8.4. Posouzení MSÚ s vlivem koroze

3.8.4.1. MSÚ Příčnický - koroze

Posouzení využití MSÚ příčnicků oslabených koroze

a) Výsledky využití příčnicků, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
17	příčnick1 (prut č. 196,197,238,261-267)					
	261	0,000	SZS308	0,72	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
18	příčnick2 (prut č. 106,200,201,239,277,296-298,308,309)					
	277	0,000	SZS1622	0,02	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	309	0,000	SZS3227	0,02	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	201	0,400	SZS3575	0,04	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	277	0,400	SZS6	0,01	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	200	0,000	SZS311	0,22	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	309	0,650	SZS1127	0,36	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	200	0,000	SZS311	0,23	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	297	0,130	SZS1056	0,30	≤ 1	148)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	309	0,650	SZS240	0,65	≤ 1	158)- ohyb okolo z, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	200	0,000	SZS2421	0,18	≤ 1	163)- dvojosý ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	201	0,000	SZS217	0,82	≤ 1	168)- dvojosý ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	201	0,000	SZS3578	0,06	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	297	0,162	SZS1341	0,33	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	309	0,650	SZS245	0,65	≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	200	0,000	SZS2410	0,19	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	277	0,400	SZS287	0,91	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
19	příčnick3 (prut č. 86,202,203,240,271,284,285,299,310,311)					
	271	0,400	SZS293	0,87	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
20	příčnick4 (prut č. 89,207,215,244,272,286,287,303,318,319)					
	272	0,400	SZS300	0,74	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
21	příčnick5 (prut č. 92,208,216,245,273,288,289,304,320,321)					
	273	0,400	SZS308	0,68	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
22	příčnick6 (prut č. 95,209,217,274,290,291,305,322,323)					
	209	0,000	SZS523	0,49	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
23	příčnick7 (prut č. 98,210,218,246,275,292,293,306,324,325)					
	275	0,400	SZS44	0,61	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
24	příčnick8 (prut č. 101,211,219,247,276,294,295,307,326,327)					

	276	0,400	SZS120	0,66	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
25	příčník9 (prut č. 79,204,212,241,268,278,279,300,312,313)					
	268	0,400	SZS127	0,77	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
26	příčník 10 (prut č. 82,205,213,242,269,280,281,301,314,315)					
	269	0,400	SZS134	0,78	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
27	příčník11 (prut č. 85,206,214,243,270,282,283,302,316,317)					
	317	0,650	SZS137	0,73	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

b) Výsledky využití nejvíce namáhaného příčníku sady 18 a jejího prutu (č. 277), s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

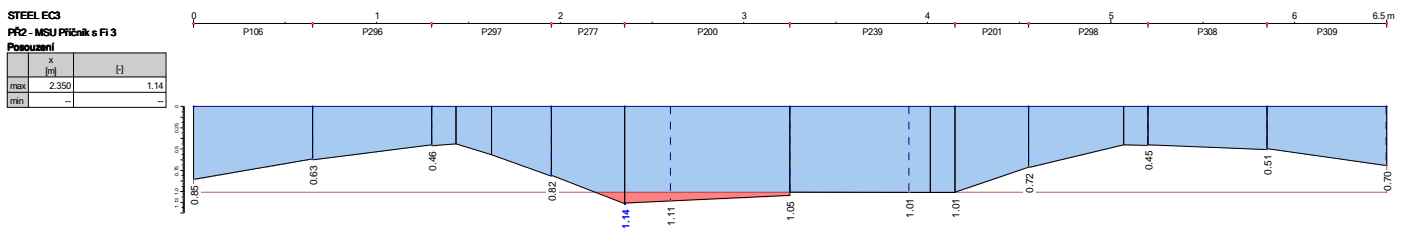
$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi - 0,2}} + 0,73 = 1,36$$

$$L_\phi = 13m$$

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití	Posouzení podle vzorce	
18	příčník2 (prut č. 106,200,201,239,277,296-298,308,309)					
	277	0,000	SZS3730	0,01	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	309	0,000	SZS3730	0,01	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	200	0,000	SZS3730	0,21	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	309	0,650	SZS3730	0,47	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	200	0,000	SZS3730	0,22	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	277	0,400	SZS3730	1,14	> 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

Využití na příčníku 2 s ϕ_3 , pro posouzení MSÚ, dle tabulky viz. výše.

(277)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 – třída 3)



Pro prut 277

Návrhové vnitřní síly								
N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	T_{Ed}	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	A	$W_{el,y,min}$	$W_{el,z,min}$
109,393	-123,498	583,455	-0,979	1479,380	104,301	22588,5	6475119,0	612675,7
kN	kN	kN	kNm	kNm	kNm	mm ²	mm ³	mm ³

$A_{v,y}$	f_y	γ_{M0}
10956,0	35,50	1,000
mm ²	kN/cm ²	

Výsledky				
$\sigma_{x,N,Ed}$	$\sigma_{x,My,Ed}$	$\sigma_{x,Mz,Ed}$	$\sigma_{x,Ed}$	η
4,843	228,497	170,238	403,578	1,14
MPa	MPa	MPa	MPa	> 1

Posouzení napětí

Normálová síla

$$\sigma_{x,N,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A} = 4,843 \text{ MPa}$$

Ohybový moment My:

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}} \leq 1 \quad \frac{403,578}{355} = 1,14 \leq 1 \text{ nevyhovuje}$$

$$\sigma_{x,My,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y,min}} = 228,497 \text{ MPa}$$

Ohybový Moment Mz:

$$\sigma_{x,Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z,min}} = 170,238 \text{ MPa}$$

Smyk

$$V_{Pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{M0}} = 2245,535 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Pl,Rd,min}} \leq 1 ; 0,055 \leq 1$$

Smyková únosnost stěn při boulení ve smyku:

$$\eta = 1,2 \text{ (pro oceli do třídy S460)}$$

$$\varepsilon = 0,81$$

$$\text{závisí na poměru } \frac{h_w}{t} ; \text{ stěna bez výztuhy } \frac{h_w}{t} \geq \frac{72}{\eta} \varepsilon ; \frac{821,59}{8,99} = 91,39 \geq \frac{72 \cdot 0,81}{1,2} = 48,6 \text{ Nutno posoudit}$$

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,81$$

Pro vyztužené nebo nevyztužené stojiny:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \rightarrow 1033,96 \text{ KN} \leq \frac{1,2 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,82159 \cdot 0,00899}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 1816,62 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{b,Rd}} \leq 1 \quad \frac{123,498}{1033,96} \leq 1 \quad 0,12 \leq 1 \text{ Vyhovuje}$$

Příspěvek stojiny:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = \frac{0,683 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,82159 \cdot 0,00899}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 1033,96 \text{ KN}$$

Příspěvek pásnic:

$V_{bf,Rd}$ = je malý lze zanedbat

Stojina bez výztuh: (pro příčníky v poli)

$$\bar{\lambda}_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} = \frac{h_w}{86,4 \cdot L \cdot \varepsilon} = \frac{821,59}{86,4 \cdot 8,99 \cdot 0,81} = 1,306$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti ve smyku $\chi_w = \frac{1,37}{(0,7+1,306)} = 0,683$

Tab.: Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

Klopení

Posouzení únosnosti na klopení podle EN 1993-1-1: $\frac{M_{Ed}}{M_{b,Rd}} \leq 1,0$ součinitel klopení $\chi_{LT} \leq 1,0$

Návrhový moment únosnosti na klopení: $M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}}$ $W_y = W_{el,y}$, pro průřezy třídy 3

Na velikost kritického momentu M_{cr} $M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L}$

μ_{cr} je bezrozměrný kritický moment (pro nosníky konstantního průřezu symetrické k ose největší tuhosti y-y):

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g)^2} - C_2 \zeta_g \right]$$

Součinitele vzpěrné délky k_y , k_z (popisující okrajové podmínky uložení v ohybu) a k_w (popisující okrajové podmínky uložení v kroucení) se mění od **0,5** pro vetknutí obou konců do **1,0** pro kloubové uložení obou konců, s hodnotou **0,7** pro jeden konec vetknutý a jeden konec uložený kloubově.

Tedy: $k_y = 1$; $k_z = 1$

Součinitel k_w se vztahuje ke koncové deplanaci. Pokud není provedeno speciální opatření k zamezení deplanace, je možné brát $k = 1,0$!

$$k_w = 1,0$$

Bezrozměrný parametr kroucení (L ...délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny):

$$\kappa_{wt} = \frac{\pi}{k_w L} \sqrt{\frac{EI_w}{GI_t}} = 6,676812$$

Bezrozměrný parametr působíště zatížení vzhledem ke středu smyku:

$$\zeta_g = \frac{\pi Z_g}{k_z L} \sqrt{\frac{EI_z}{GI_t}} = 6,87$$

Součinitele C_1 a C_2 (součinitele závisující na zatížení a podmínkách uložení konců):

$$C_1 = C_{1,0} + (C_{1,1} - C_{1,0})\kappa_{wt} \leq C_{1,1}, \quad (C_1 = C_{1,0} \text{ pro } \kappa_{wt} = 0, C_1 = C_{1,1} \text{ pro } \kappa_{wt} \geq 1)$$

$$\kappa_{wt} = 6,68 \geq 1 \Rightarrow C_1 = C_{1,0} = 1,0$$

Bezrozměrný kritický moment:

$$\mu_{cr} = \frac{C_1}{k_z} \left[\sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right] = 6,751282$$

Pružný kritický moment při ztrátě příčné a torzní stability M_{cr} :

$$M_{cr} = \mu_{cr} \frac{\pi \sqrt{EI_z GI_t}}{L} = 23401886 \text{ Nm}$$

Z kritického momentu lze určit poměrnou štíhlost při klopení

$$\bar{\lambda}_{LT} = \sqrt{\frac{W_y f_y}{M_{cr}}} = 0,313409836$$

Přřazení křivek klopení:

Průřez	Meze	Křivka klopení
Válcované I průřezy	$h/b \leq 2$	a
	$h/b > 2$	b
Svařované I průřezy	$h/b \leq 2$	c
	$h/b > 2$	d
Jiné průřezy	-	d

$$\frac{h}{b} > 2 ; \frac{868,31}{280} = 3,1 > 2 \Rightarrow \text{křivka klopení d.}$$

Stanoví se součinitel klopení: (v tabulce, grafem, výpočtem)

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\phi_{LT} + \sqrt{\phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{ale} \quad \chi_{LT} \leq 1,0 \quad \phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi_{LT} = 0,9135 \leq 1,0$$

$$\phi_{LT} = 0,592$$

Křivka klopení	a	b	c	d
Součinitel imperfekce při klopení α_{LT}	0,21	0,34	0,49	0,76

Posouzení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_y \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 1908943,885 \text{ Nm} \quad \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rd,y}} \leq 1; \frac{1479380}{1908943,885} = 0,775 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Pro:

$$M_{b,Rd,z} = \chi_{LT} * W_z * \frac{f_y}{\gamma_{M1}} = 6,12675 * 10^{-4} * \frac{355 * 10^6}{1,1} = 197727,2 \text{ Nm}$$

$$\frac{M_{z,Ed}}{M_{b,Rd,z}} \leq 1; \frac{104301}{197724,2} = 0,5275 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Pruty namáhané kombinací ohybu a osového tlaku musí splňovat podmínky:

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_y \cdot N_{Rk}} + k_{yy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rdy}} + k_{yz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{b,Rdz}} \leq 1$$

$$\frac{109,393}{8018,918} + 0,9 * \frac{1479,38}{1908,943} + 0,903 \frac{104,301}{197,727} \leq 1$$

$$0,01364+0,69748+0,47633=1,187 \neq 1$$

$$\frac{N_{Ed}}{\chi_z \cdot N_{Rk}} + k_{zy} \frac{M_{y,Ed}}{M_{b,Rdy}} + k_{zz} \frac{M_{z,Ed}}{M_{b,Rdz}} \leq 1$$

$$\frac{109,393}{8018,918} + 0,999 * \frac{1479,38}{1908,943} + 0,903 \frac{104,301}{197,727} \leq 1$$

$$0,01364+0,7742+0,47633=1,264 \neq 1$$

nevyhoví

$$N_{Rk} = A * f_y = 0,0225885 * 355 * 10^9 = 8018,918 \text{ Kn}$$

$$\lambda_y = \frac{L_{cr}}{i_y * \lambda_1} = \frac{1,8}{0,3565 * 76,43} = 0,066$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 0,814 = 76,43$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_z * \lambda_1} = \frac{1,8}{0,0619 * 76,43} = 0,380$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{ale} \quad \chi_{LT} \leq 1,0$$

$$\phi_y = 0,479$$

$$\phi_z = 0,616$$

$$\chi_y = 1 \quad \text{pro křivku vzpěrné pevnosti b (} \alpha=0,34)$$

$$\chi_z = 0,908 \quad \text{pro křivku vzpěrné pevnosti c (} \alpha=0,49)$$

$$c_{my} = 0,9$$

$$c_{mz} = 0,9$$

$$\gamma_{M1} = 1$$

$$k_{yy} = c_{my} \left(1 + 0,6 \lambda_y \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq c_{my} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_y * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yy} = 0,9 \leq 0,907 \text{ vyhovuje}$$

Pro k_{yz}

$$k_{yz} = c_{mz} \left(1 + 0,6 \lambda_z \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right) \leq c_{mz} \left(1 + 0,6 \frac{N_{Ed}}{\chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right)$$

$$k_{yz} = 0,903 \leq 0,908 \text{ vyhovuje}$$

Pro k_{zy} :

$$C_{mLT} = 0,6 + 0,4\psi \geq 0,4 \text{ poměr koncových momentů } \psi = 0$$

$$\left[1 - \frac{0,05 * \lambda_z * N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) * \chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right] \geq \left[1 - \frac{0,05 * N_{Ed}}{(C_{mLT} - 0,25) * \chi_z * N_{Rk} / \gamma_{M1}} \right]$$

$$k_{zy} = 0,999 \geq 0,9978$$

$$k_{zz} = k_{yz} = 0,903$$

Zatřídění průřezu:

Pásnice

$$\frac{c}{t_f} = \frac{126,9}{23,22} = 5,46 \leq 9\varepsilon = 7,29$$

Vyhovuje třída 1

$$\varepsilon \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,81$$

Stojina

$$\frac{c}{t_w} = \frac{0,8059}{0,00899} = 89,64 \quad z = \frac{N_{Ed}}{t_w * f_{yd}} = \frac{109393}{0,00899 * 355 * 10^6} = 0,034 \quad \alpha_c = \frac{c+z}{2} = \frac{0,8059+0,034}{2} = 0,84$$

$$\alpha = \frac{\alpha_c}{c} = 1,04$$

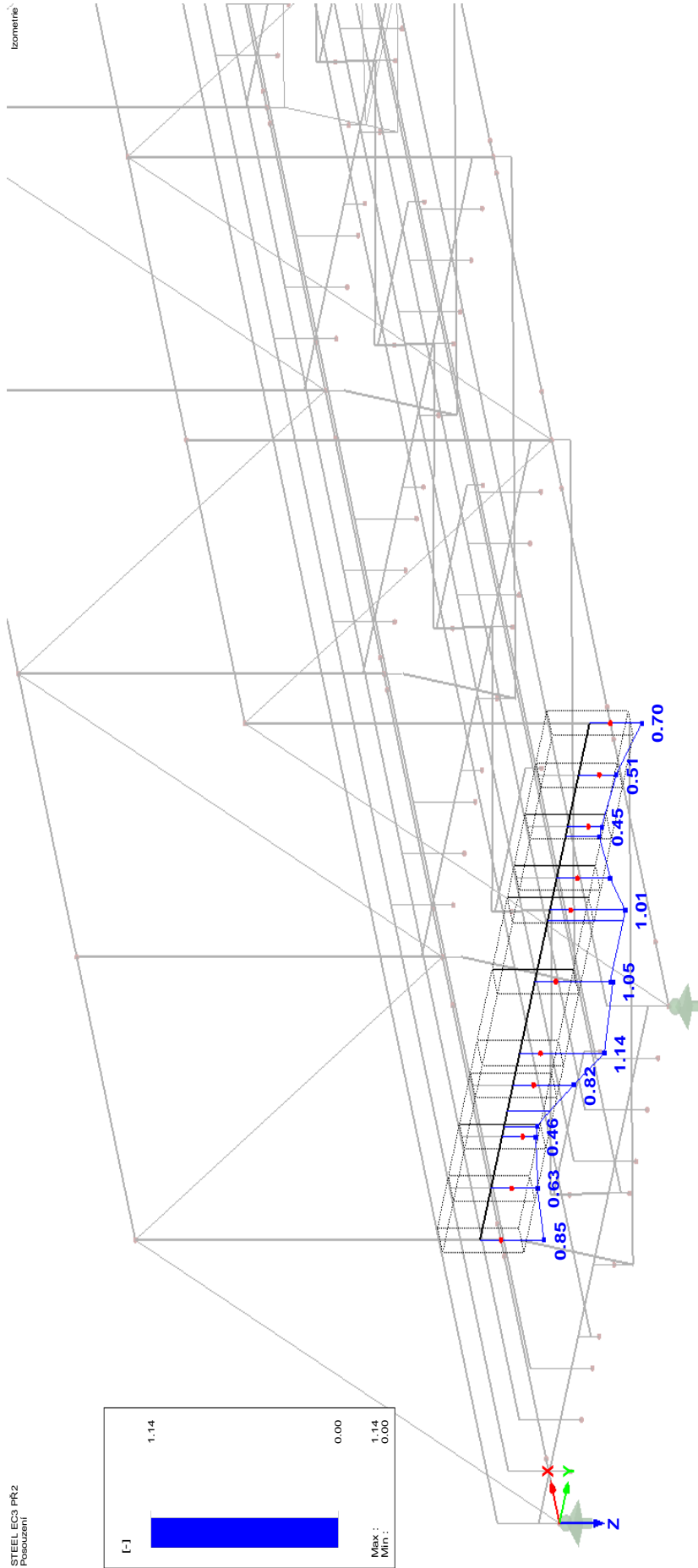
Stojina třídy 3

Napětí v krajních vláknech stojiny:

$$\sigma_c = -\frac{N_{Ed}}{A} - \frac{M_{Ed} * c}{I_y * 2} = -\frac{109393}{0,022588} - \frac{1479380 * 0,8059}{2,85229 * 10^{-7} * 2} = -2089904,8 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_t = -\frac{N_{Ed}}{A} + \frac{M_{Ed} * c}{I_y * 2} = -\frac{109393}{0,022588} + \frac{1479380 * 0,8059}{2,85229 * 10^{-7} * 2} = 2089899,5 \text{ Mpa}$$

$$\varphi = \frac{2089899,5}{-2089904,8} = -0,99 \geq -1 \quad \frac{c}{t_w} = \frac{0,8059}{0,00899} = 89,64 \leq \frac{42 \varepsilon}{0,67+0,33\varphi} = 100,5 \rightarrow \text{Třída 3 vyhovuje}$$



3.8.4.2. MSÚ Podélníky – koroze

Posouzení využití MSÚ podélníků oslabených korozí

a) Výsledky využití podélníků, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
5	Podélník (prut č. 104,108,110,114,116,118,120,122,124,181,199,221,222,224,226,228,230,232,234,237,248,251)					
	251	0,000	SZS308	0,14	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	114	0,975	SZS2524	0,02	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	118	1,280	SZS2566	0,14	≤ 1	112)- ohyb okolo y podle 6.2.5 - třída 3
	251	0,975	SZS454	0,34	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	181	0,040	SZS3514	0,03	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	248	0,000	SZS1639	0,19	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	221	1,760	SZS1551	0,41	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	226	0,785	SZS1367	0,20	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	118	1,280	SZS2566	0,14	≤ 1	143)- ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	181	1,240	SZS2477	0,14	≤ 1	148)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	118	0,264	SZS2428	0,04	≤ 1	158)- ohyb okolo z, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	228	0,020	SZS2567	0,16	≤ 1	163)- dvojosý ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	237	0,580	SZS2338	0,25	≤ 1	168)- dvojosý ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	228	0,020	SZS464	0,43	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	251	0,000	SZS458	0,39	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	181	0,040	SZS19	0,09	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	230	1,232	SZS3686	0,23	≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	237	0,080	SZS1916	0,39	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	118	1,280	SZS1585	0,67	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
6	Podélník (prut č. 109,111,115,117,119,121,123,125,130,180,198,220,223,225,227,229,231,233,235,236,249,250)					
	250	0,000	SZS457	0,14	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	249	0,000	SZS176	0,05	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	236	0,280	SZS2469	0,14	≤ 1	112)- ohyb okolo y podle 6.2.5 - třída 3
	249	0,000	SZS1308	0,01	≤ 1	117)- ohyb okolo z podle 6.2.5 - třída 3
	250	0,955	SZS525	0,36	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	115	0,000	SZS2264	0,04	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	249	0,000	SZS3667	0,26	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	227	0,740	SZS1574	0,44	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	227	0,785	SZS3671	0,28	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	236	0,280	SZS2469	0,14	≤ 1	143)- ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	225	0,880	SZS448	0,19	≤ 1	148)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	249	0,000	SZS1308	0,01	≤ 1	153)- ohyb okolo z a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	111	0,440	SZS3649	0,19	≤ 1	158)- ohyb okolo z, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	227	0,040	SZS2560	0,16	≤ 1	163)- dvojosý ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	125	1,220	SZS3214	0,49	≤ 1	168)- dvojosý ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	119	1,380	SZS460	0,43	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	229	0,120	SZS461	0,44	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3

	250	0,780	SZS536	0,12	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	130	0,704	SZS3642	0,27	≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	250	0,000	SZS523	0,51	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	119	1,380	SZS1582	0,68	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

b) Výsledky využití nejvíce namáhané sady prutů č. 6 a jejího prutu (č. 119), s dynamickým součinitelem ϕ_3

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,44$$

$$L_\phi = 10,56m$$

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
5	Podélník (prut č. 104,108,110,114,116,118,120,122,124,181,199,221,222,224,226,228,230,232,234,237,248,251)					
	251	0,000	SZS3731	0,14	≤ 1	101) - tah podle 6.2.3
	226	0,000	SZS3731	0,15	≤ 1	131) - kroucení podle 6.2.7
	251	0,975	SZS3731	0,47	≤ 1	133) - kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	226	0,785	SZS3731	0,15	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	230	1,760	SZS3731	0,26	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	118	1,380	SZS3731	0,80	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
6	Podélník (prut č. 109,111,115,117,119,121,123,125,130,180,198,220,223,225,227,229,231,233,235,236,249,250)					
	250	0,000	SZS3731	0,12	≤ 1	101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3
	227	0,785	SZS3731	0,02	≤ 1	102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4
	227	0,000	SZS3731	0,20	≤ 1	131) Posouzení průřezu - kroucení podle 6.2.7
	250	0,755	SZS3731	0,47	≤ 1	133) Posouzení průřezu - kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	227	0,785	SZS3731	0,20	≤ 1	138) Posouzení průřezu - kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	117	0,000	SZS3731	0,14	≤ 1	148)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	249	0,785	SZS3731	0,13	≤ 1	168)- dvojosý ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	231	1,760	SZS3731	0,22	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	119	1,380	SZS3731	0,82	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

Pro prut 119

Návrhové vnitřní síly							
N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	A	$W_{el,y,min}$	$W_{el,z,min}$
368,606	11,284	207,358	260,555	-16,464	10114,8	1738989,3	157171,0
kN	kN	kN	kNm	kNm	mm ²	mm ³	mm ³

$A_{v,z}$	f_y	γ_{MO}
5300,9	355,000	1,000
mm ²	MPa	

Výsledky					
$\sigma_{x,N,Ed}$	$\sigma_{x,My,Ed}$	$\sigma_{x,Mz,Ed}$	$\sigma_{x,Ed}$	$\sigma_{x,Rd}$	η
36,442	149,848	104,754	291,024	355,000	0,82
MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	≤ 1

Posouzení napětí

Normálová síla:

$$\sigma_{x,N,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A} = 36,442 \text{ MPa}$$

Ohybový moment My:

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}} \leq 1 \quad \frac{291,024}{355} = 0,82 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

$$\sigma_{x,My,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y,min}} = 149,848 \text{ MPa}$$

Ohybový Moment Mz:

$$\sigma_{x,Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed}}{W_{el,z,min}} = 104,754 \text{ MPa}$$

Smyk

$$V_{Pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{MO}} = \frac{0,0053 \cdot (355 \cdot 10^6 / \sqrt{3})}{1} = 1086,28 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Pl,Rd,min}} \leq 1 \quad 0,19 \leq 1$$

Smykové boulení:

Smyková únosnost stěn při boulení ve smyku:

$$\eta = 1,2 \text{ (pro oceli do třídy S460)}$$

$$\varepsilon = 0,81$$

závisí na poměru $\frac{h_w}{t}$; stěna bez výztuhy $\frac{h_w}{t} \geq \frac{72}{\eta} \varepsilon$; $\frac{535,9}{9,25} = 57,94 \geq \frac{72 \cdot 0,814}{1,2} = 48,82$ Nutno posoudit

$$\varepsilon = \sqrt{\frac{235}{355}} = 0,814$$

Pro vyztužené nebo nevyztužené stojiny:

$$V_{b,Rd} = V_{bw,Rd} + V_{bf,Rd} \leq \frac{\eta f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} \rightarrow 1026,16 \text{ KN} \leq \frac{1,2 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,5359 \cdot 0,00925}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 1219,20 \text{ KN Vyhovuje}$$

Příspěvek stojiny:

$$V_{bw,Rd} = \frac{\chi_w f_{yw} h_w t}{\sqrt{3} \gamma_{M1}} = \frac{1,01 \cdot 355 \cdot 10^6 \cdot 0,5359 \cdot 0,00925}{\sqrt{3} \cdot 1,0} = 1026,16 \text{ KN} \quad \frac{V_{z,Ed}}{V_{bw,Rd}} \leq 1 \quad 0,20 \leq 1 \text{ Vyhovuje}$$

Příspěvek pásnic:

$V_{bf,Rd}$ = je malý lze zanedbat

Stojina bez výztuh:

$$\bar{\lambda}_w = 0,76 \sqrt{\frac{f_{yw}}{\tau_{cr}}} = \frac{h_w}{86,4 \cdot t \cdot \varepsilon} = \frac{535,9}{86,4 \cdot 9,25 \cdot 0,814} = 0,824$$

Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti ve smyku $\chi_w = \frac{0,83}{0,824} = 1,01$

Tab.: Součinitel příspěvku stojiny χ_w k únosnosti v boulení při smyku

	Tuhá koncová výztuha	Netuhá koncová výztuha
$\bar{\lambda}_w < 0,83 / \eta$	η	η
$0,83 / \eta \leq \bar{\lambda}_w < 1,08$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$
$\bar{\lambda}_w \geq 1,08$	$1,37 / (0,7 + \bar{\lambda}_w)$	$0,83 / \bar{\lambda}_w$

Zatřídění průřezu

Pásnice

$$\frac{c}{t_f} = \frac{88,375}{11,51} = 7,68 \leq 10\varepsilon = 8,1$$

Vyhovuje třída 2

$$\varepsilon \sqrt{\frac{235}{f_y}} = 0,81$$

Stojina

$$\frac{c}{t_w} = \frac{0,536}{0,00925} = 57,9 \quad z = \frac{N_{Ed}}{t_w \cdot f_{yd}} = \frac{368606}{0,00925 \cdot 355 \cdot 10^6} = 0,112 \quad \alpha_c = \frac{c+z}{2} = \frac{0,536+0,112}{2} = 0,324$$

$$\alpha = \frac{\alpha_c}{c} = 0,605$$

Stojina třídy 3

Napětí v krajních vláknech stojiny:

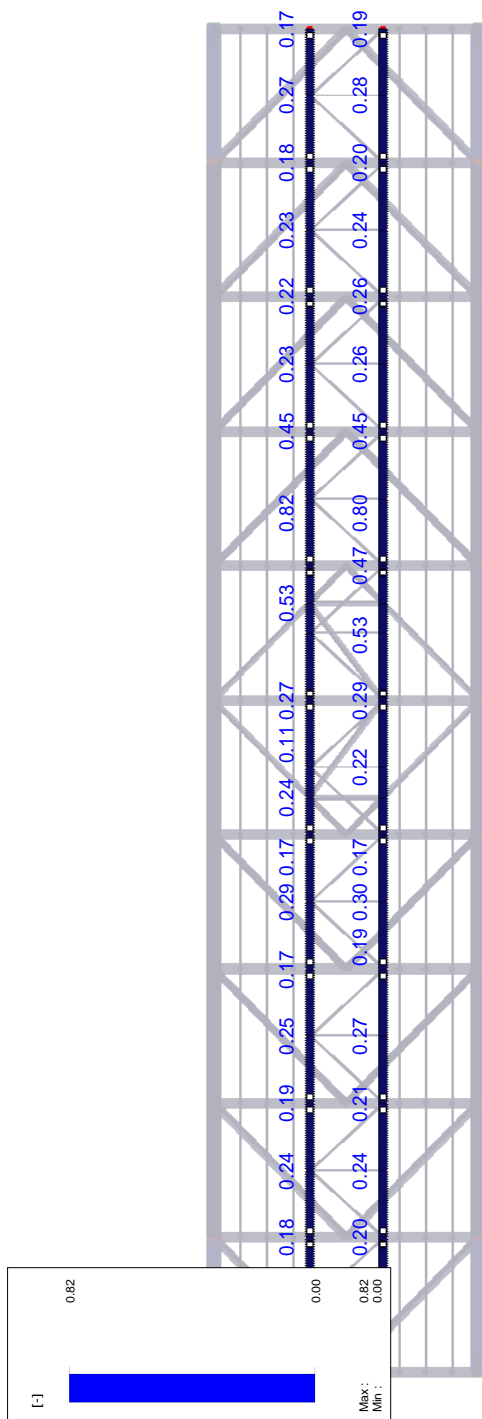
$$\sigma_c = -\frac{N_{Ed}}{A} - \frac{M_{Ed} * c}{I_y * 2} = -\frac{368606}{0,0115} - \frac{260555 * 0,536}{5,05872 * 10^{-4} * 2} = -170,089 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_t = -\frac{N_{Ed}}{A} + \frac{M_{Ed} * c}{I_y * 2} = -\frac{368606}{0,0115} + \frac{1459860 * 0,8059}{5,05872 * 10^{-4} * 2} = 105,983 \text{ Mpa}$$

$$\varphi = \frac{105,983}{-170,089} = -0,62 \geq -1 \quad \frac{c}{t_w} = \frac{0,536}{0,00925} = 57,9 \leq \frac{42 \varepsilon}{0,67+0,33\varphi} = 73,46 \rightarrow \text{Třída 3 vyhovuje}$$

Ve směru Z

STEEL EC3 PŘÍ
Posouzení



Max. Posouzení: 0.82

3.8.4.3. MSÚ Dolní pás hlavního nosníku – koroze

Posouzení využití MSÚ dolních pásů hlavního nosníku

a) Výsledky využití dolního pásu hlavního nosníku, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3
Upravené tabulky ze software RSTAB.

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení	
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití	Posouzení podle vzorce
2	Dolní pás (prut č. 11-16,33,35,37,39,448-467)				
	457	0,000	SZS451	0,56 ≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	457	0,200	SZS316	0,02 ≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	11	0,000	SZS2331	0,10 ≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	16	0,000	SZS461	0,01 ≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	457	0,200	SZS520	0,02 ≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	11	0,000	SZS308	0,14 ≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	456	1,496	SZS451	0,63 ≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	456	1,496	SZS449	0,63 ≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	15	0,000	SZS451	0,61 ≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	15	0,000	SZS311	0,58 ≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	457	0,200	SZS452	0,77 ≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	11	0,000	SZS298	0,80 ≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
4	Dolní pás (prut č. 18,20,34,38,47-52,429-447,468)				
	51	0,000	SZS313	0,60 ≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	442	0,200	SZS453	0,02 ≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	47	0,000	SZS512	0,12 ≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	52	0,000	SZS323	0,01 ≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	442	0,200	SZS311	0,02 ≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	47	0,000	SZS446	0,13 ≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	432	1,496	SZS313	0,68 ≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	432	1,496	SZS310	0,68 ≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	51	0,000	SZS524	0,65 ≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	51	0,000	SZS228	0,57 ≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	442	0,200	SZS313	0,83 ≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	442	0,200	SZS311	0,82 ≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

b) Výsledky využití nejvíce namáhaného prutu (č. 442) na sadě prutů dolního pásu hlavního nosníku č. 4, s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,106$$

$$L_\phi = 35,236m$$

Sada	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
prutů č.	č	x [m]	stav	Využití		
4	Dolní pás (prut č. 18,20,34,38,47-52,429-447,468)					
	51	0,000	SZS3733	0,64	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	442	0,200	SZS3733	0,02	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	48	0,000	SZS3733	0,07	≤ 1	124)- posouvající síla ve směru y podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	431	0,000	SZS3733	0,00	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	431	0,600	SZS3733	0,02	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	47	0,000	SZS3733	0,12	≤ 1	138)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	432	1,360	SZS3733	0,72	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	443	2,040	SZS3733	0,55	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	436	0,000	SZS3733	0,25	≤ 1	203)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	38	0,200	SZS3733	0,25	≤ 1	208)- ohyb okolo z, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	442	0,200	SZS3733	0,88	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
	47	0,000	SZS3733	0,71	≤ 1	228)- dvojosý ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

Pro prut 442

Návrhové hodnoty								
N_{Ed}	$V_{y,Ed}$	$V_{z,Ed}$	A	$M_{y,Ed}$	I_y	z_{SP}	z_{SP}	$M_{z,Ed}$
4397,620	-21,463	43,464	19411,2	145,192	430502000	203,1	203,1	30,656
kN	kN	kN	mm ²	kNm	mm ⁴	mm	mm	kNm

Návrhové hodnoty

I_z	y_{SP}	f_y	γ_{M0}	$A_{v,y}$	$A_{v,z}$
335109000	-198,0	355,000	1,000	2320,6	9508,3
mm ⁴	mm	MPa		mm ²	mm ²

Výsledky					
$\sigma_{S,N,Ed}^{\xi}$	$\sigma_{S,My,Ed}^{\xi}$	$\sigma_{S,Mz,Ed}^{\xi}$	$\sigma_{S,Ed}^{\xi}$	$\sigma_{S,Rd}^{\xi}$	η
226,551	68,491	18,113	313,155	355,000	0,88
MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	≤ 1

Tah:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,019411 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 6890,98 \text{ KN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1 \quad \frac{4397,620}{6890,98} = 0,63 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Posouzení napětí

Normálová síla:

$$\sigma_{x,Ned} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{4397620}{0,019411} = 226,551 \text{ Mpa}$$

Ohybový moment My:

$$\sigma_{x,My,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_y} = \frac{145191}{2,1197 \cdot 10^{-6}} = 68,496 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}} \leq 1 \quad \frac{313,16}{355} = 0,88 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

$$w_y = \frac{I_y}{C_1} = \frac{4,30502 \cdot 10^{-4}}{0,2031} = 2,1197 \cdot 10^{-6} \text{ m}^3$$

Ohybový Moment Mz:

$$\sigma_{x,Mz,Ed} = \frac{M_{z,Ed}}{W_z} = \frac{30656}{1,6925 \cdot 10^{-3}} = 18,113 \text{ MPa}$$

$$w_z = \frac{I_z}{C_1} = \frac{3,35109 \cdot 10^{-4}}{0,198} = 1,6925 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3$$

Smyk

$$V_{Pl,y,Rd} = \frac{A_{vy} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{mo}} = \frac{2,3206 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{355 \cdot 10^6}{\sqrt{3}} \right)}{1} = 475,629 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{y,Ed}}{V_{Pl,Rd,y,min}} \leq 1 \quad \frac{21,463}{475,629} = 0,045 \leq 1 \text{ nebo } 0,5$$

$$V_{Pl,z,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot (f_y / \sqrt{3})}{\gamma_{mo}} = \frac{9,5083 \cdot 10^{-3} \cdot \left(\frac{355 \cdot 10^6}{\sqrt{3}} \right)}{1} = 1948,815 \text{ KN}$$

$$\frac{V_{z,Ed}}{V_{Pl,Rd,z,min}} \leq 1 \quad \frac{43,464}{1948,815} = 0,022 \leq 1 \text{ nebo } 0,5$$

3.8.4.4. MSÚ Diagonály hlavního nosníku – koroze

Posouzení využití MSÚ diagonály hlavních nosníků

a) Výsledky využití diagonál, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č	x [m]	stav	Využití		
5	IS 300/320/10/14/5					
	58	5,557	SZS1559	0,42	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	59	5,557	SZS99	0,30	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	61	2,779	SZS1073	0,02	≤ 1	117)- ohyb okolo z podle 6.2.5 - třída 3
	26	0,000	SZS1447	0,00	≤ 1	121)- smyk ve směru z podle 6.2.6
	23	5,557	SZS99	0,00	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	22	0,000	SZS78	0,00	≤ 1	126)- smykové boulení podle 6.2.6(6)
	61	2,779	SZS1073	0,02	≤ 1	152)- ohyb okolo z a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	25	2,779	SZS723	0,02	≤ 1	162)- dvojosý ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3
	27	2,779	SZS1	0,01	≤ 1	201)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(4)
	59	2,779	SZS99	0,33	≤ 1	202)- ohyb okolo z, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3
	27	2,779	SZS3673	0,01	≤ 1	221)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1
	23	2,779	SZS728	0,32	≤ 1	222)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3
24	SHAPE-THIN D1					
	66	5,557	SZS1596	0,37	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	66	5,557	SZS1596	0,00	≤ 1	122)- smyk ve směru z podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	66	2,779	SZS1596	0,38	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	30	2,779	SZS545	0,37	≤ 1	223)- dvojosý ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.10 a 6.2.9.1 - třída 3

b) Výsledky využití nejvíce namáhané diagonály na tah (č. 58), s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,106$$

$$L_\phi = 35,236m$$

Pro tah:

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č	x [m]	stav	Využití		
5	IS 300/320/10/14/5					
	58	5,557	SZS3734	0,45	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3

Pro prut 58

Návrhové hodnoty			
N_{Ed}	A	f_y	γ_{Mo}
1875,060	11680,0	355,000	1,000
kN	mm ²	MPa	

Výsledky	
$N_{pl,Rd}$	η
4146,400	0,45
kN	≤ 1

Pro Tlak

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č	x [m]	stav	Využití		
24	SHAPE-THIN D1					
	66	5,557	SZS3735	0,40	≤ 1	102) Posouzení průřezu - tlak podle 6.2.4

Pro prut 66

Návrhové hodnoty			
N_{Ed}	A	f_y	γ_{Mo}
-2347,160	16534,6	355,000	1,000
kN	mm ²	MPa	

Výsledky	
$N_{c,Rd}$	η
5869,800	0,40
kN	

Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{0,01168 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 4146,4 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{1875,06}{4146,4} = 0,45 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Tlak

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{Mo}} = \frac{0,0165346 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 5869,8 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{c,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{-2347,160}{5869,8} = 0,40 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Vzpěrná únosnost tlačného prutu:

$$\lambda_y = \frac{L_{cr}}{i_y * \lambda_1} = \frac{5,557}{0,1323 * 76,43} = 0,550$$

$$\lambda_1 = 93,9 * \varepsilon = 93,9 * 0,814 = 76,43$$

$$\lambda_z = \frac{L_{cr}}{i_z * \lambda_1} = \frac{5,557}{0,138 * 76,43} = 0,527$$

$$\Phi_{LT} = 0,5 \left[1 + \alpha_{LT} (\bar{\lambda}_{LT} - 0,2) + \bar{\lambda}_{LT}^2 \right]$$

$$\chi_{LT} = \frac{1}{\Phi_{LT} + \sqrt{\Phi_{LT}^2 - \bar{\lambda}_{LT}^2}} \quad \text{ale} \quad \chi_{LT} \leq 1,0$$

$$\Phi_y = 0,737$$

$$\Phi_z = 0,719$$

$$\chi_y = 0,814 \quad \text{pro křivku vzpěrné pevnosti: podmínka } h/t_w \leq 30 \text{ tedy } 25,7 \leq 30 ; c (\alpha=0,49)$$

$$\chi_z = 0,827 \quad \text{pro křivku vzpěrné pevnosti: podmínka } h/t_w \leq 30 \text{ tedy } 25,7 \leq 30 ; c (\alpha=0,49)$$

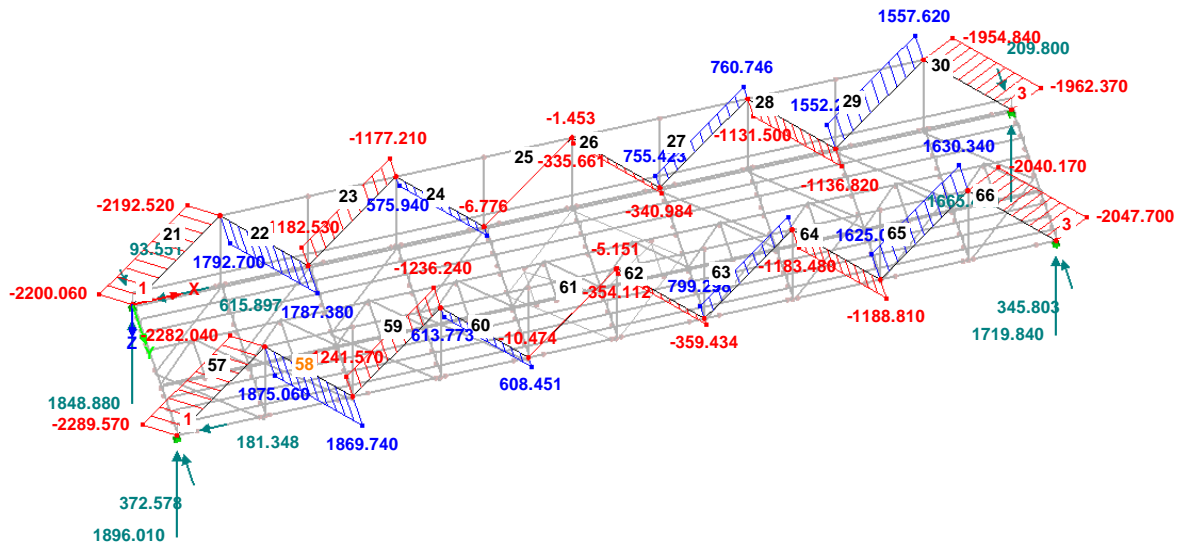
$$N_{b,Rd,y} = \frac{\chi_y * A * f_y}{\gamma_{M1}} = 4778,02 \text{ KN} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,y}} \leq 1 \quad \frac{2347,160}{4778,02} = 0,49 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

$$N_{b,Rd,z} = \frac{\chi_z * A * f_y}{\gamma_{M1}} = 4854,32 \text{ KN} \quad \frac{N_{Ed}}{N_{b,Rd,z}} \leq 1 \quad \frac{2347,160}{4854,32} = 0,48 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

Tah vnitřní síly N, pro prut 58 a pro SZS 3734

SZS3734: Pohled s F3
Reakce [kN]
N

Izometrie

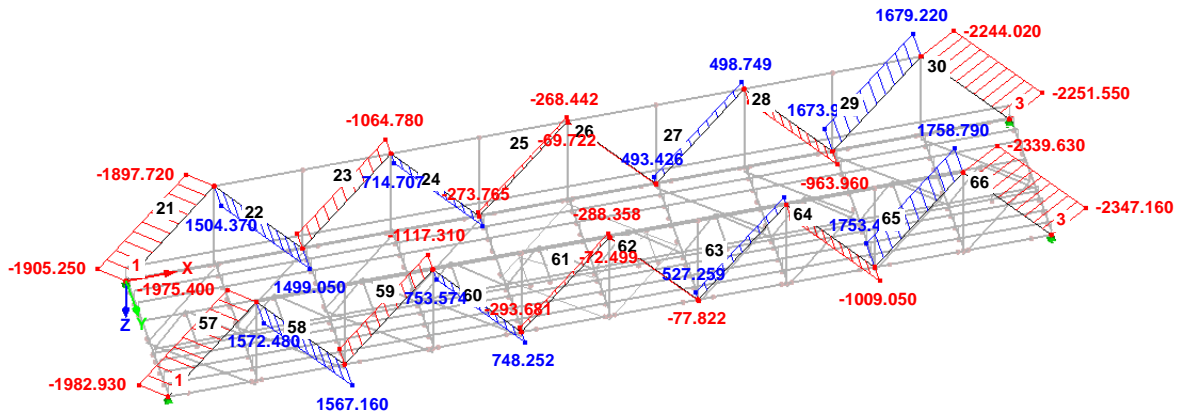


Max N: 1875.058, Min N: -2289.571 [kN]

Tah vnitřní síly N, pro prut 66 a SZS 3735

SZS3735: Pohled Tlak s F3
N

Izometrie



Max N: 1758.795, Min N: -2347.162 [kN]

3.8.4.5. MSÚ Svislice hlavního nosníku

Posouzení využití MSÚ svislice hlavního nosníku oslabená korozí

a) Výsledky využití svislice, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č.	x [m]	stav	Využití		
25	SHAPE-THIN V1					
	84	4,300	SZS1395	0,19	≤ 1	101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3

b) Výsledky využití nejvíce namáhané svislice na tah (č. 84) s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,106$$

$$L_\phi = 35,236m$$

Průřez	Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	č.	x [m]	stav	Využití		
25	84	4,300	SZS3737	0,21	≤ 1	101) Posouzení průřezu - tah podle 6.2.3

Návrhové hodnoty pro prut 84			
N_{Ed}	A	f_y	γ_{M0}
521,985	7068,4	355,000	1,000
kN	mm ²	MPa	

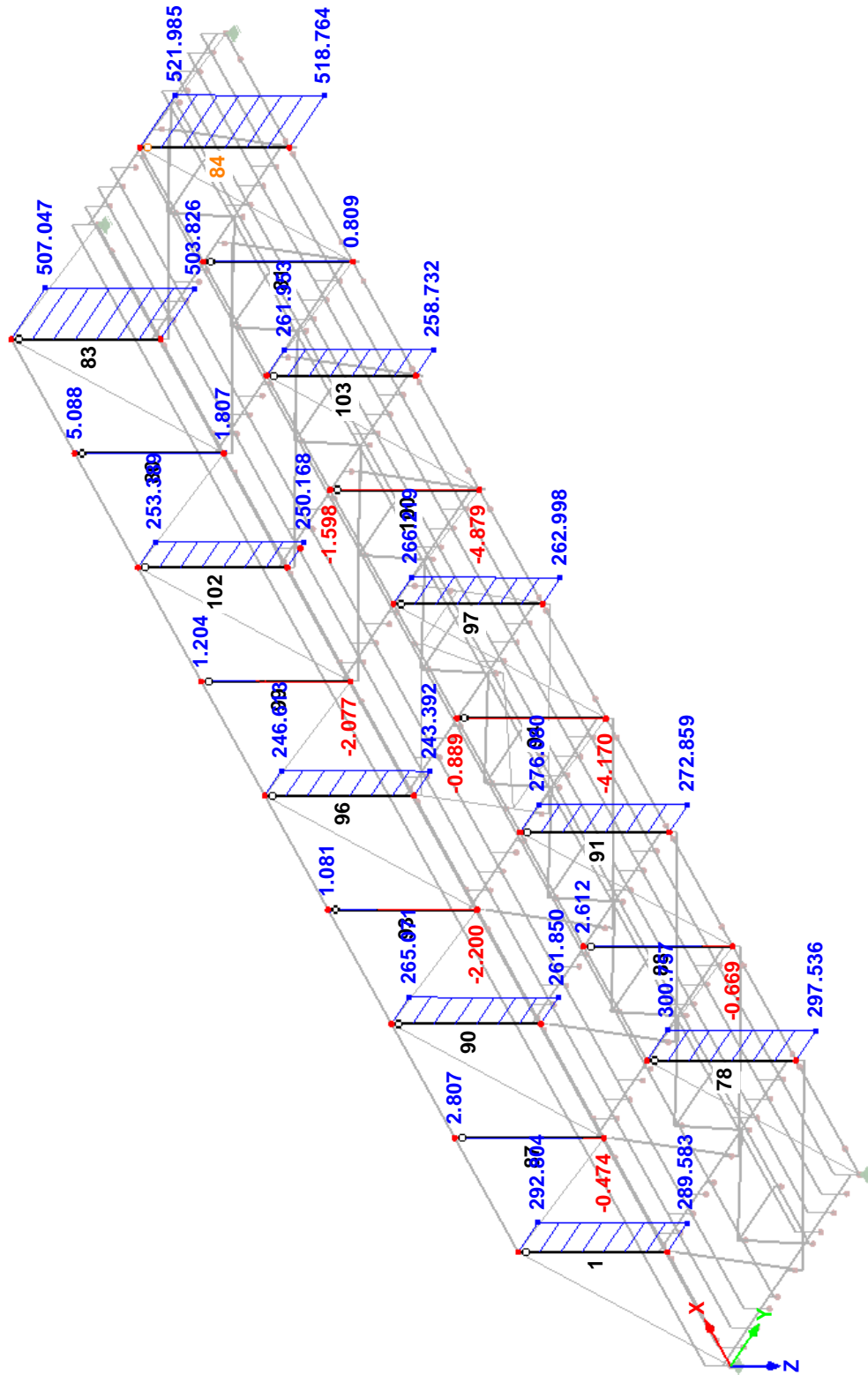
Výsledky	
$N_{pl,Rd}$	η
2509,280	0,21
kN	≤ 1

Tah

$$N_{pl,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{0,00684 \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 2428,2 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1$$

$$\frac{521,985}{2428,2} = 0,21 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$



3.8.4.6. MSÚ Podmostkové ztužidlo – koroze

Posouzení využití MSÚ podmostkové ztužidlo oslabené korozi

a) Výsledky využití ztužidla, zatím bez dynamického součinitele ϕ_3 .; Upravené tabulky ze software RSTAB.

Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		
č.	x [m]	stav	Využití	Posouzení podle vzorce	
126	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	2,395	SZS3228	0,19	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS1413	0,18	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
127	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	0,000	SZS2526	0,00	≤ 1	101)- tah podle 6.2.3
	0,000	SZS1620	0,16	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	2,395	SZS672	0,06	≤ 1	112)- ohyb okolo u podle 6.2.5 - třída 3
	4,791	SZS3228	0,01	≤ 1	122)- smyk ve směru v podle 6.2.6(4) - třída 3 nebo 4
	0,000	SZS517	0,01	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	4,791	SZS305	0,02	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	2,395	SZS672	0,06	≤ 1	143)- ohyb a smyk podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS1897	0,06	≤ 1	148)- ohyb, smyk a kroucení podle 6.2.9.2 a 6.2.10 - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS3228	0,20	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS1620	0,21	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
128	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	2,395	SZS3235	0,17	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS3446	0,17	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
129	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	2,395	SZS1420	0,18	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS1627	0,19	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
132	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	2,395	SZS2991	0,14	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS3407	0,13	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
133	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	2,395	SZS1590	0,13	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS1383	0,13	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
134	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	2,395	SZS3625	0,14	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS3414	0,14	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
135	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	2,395	SZS2998	0,14	≤ 1	183)- ohyb, smyk a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez
	2,395	SZS1390	0,14	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez

b) Výsledky využití nejvíce namáhaného prutu tztužidla (č. 127), s dynamickým součinitelem ϕ_3 .

$$\phi_3 = \frac{2,16}{\sqrt{L_\phi} - 0,2} + 0,73 = 1,44$$

$$L_\phi = 10,56m$$

Prut	Místo	Zatěž.	Posouzení		Posouzení podle vzorce
č.	x [m]	stav	Využití		
127	Průřez č. 27 - SHAPE-THIN Z1				
	0,000	SZS3732	0,16	≤ 1	102)- tlak podle 6.2.4
	0,000	SZS3732	0,01	≤ 1	131)- kroucení podle 6.2.7
	4,791	SZS3732	0,01	≤ 1	133)- kroucení a smyk podle 6.2.7(5)
	2,395	SZS3732	0,21	≤ 1	188)- ohyb, smyk, kroucení a osová síla podle 6.2.9.1(5) - třída 3 - obecný průřez

Pro prut č.127

Návrhové hodnoty						
N_{Ed}	A	$M_{y,Ed}$	$M_{z,Ed}$	$W_{el,y,min}$	$V_{u,Ed}$	$V_{v,Ed}$
-190,368	3358,5	2,338	0,022	122326,0	0,000	0,000
kN	mm ²	kNm	kNm	mm ³	kN	kN

Výsledky				
$\sigma_{x,N,Ed}$	$\sigma_{x,Mu,Ed}$	$\sigma_{x,Ed}$	$\sigma_{x,Rd}$	η
-56,682	-19,111	-75,793	355,000	0,21
MPa	MPa	MPa	MPa	≤ 1

Posouzení napětí

Normálová síla:

$$\sigma_{x,N,Ed} = \frac{N_{Ed}}{A} = \frac{-190368}{3,58 \cdot 10^{-3}} = -56,68 \text{ MPa}$$

Ohybový moment M_y :

$$\sigma_{x,M_y,Ed} = \frac{M_{y,Ed}}{W_{el,y,min}} = \frac{-2338}{1,2232 \cdot 10^{-4}} = -19,111 \text{ MPa}$$

$$\frac{\sigma_{x,Ed}}{\sigma_{x,Rd}} \leq 1 \quad \frac{75,791}{355} = 0,21 \leq 1 \text{ vyhovuje}$$

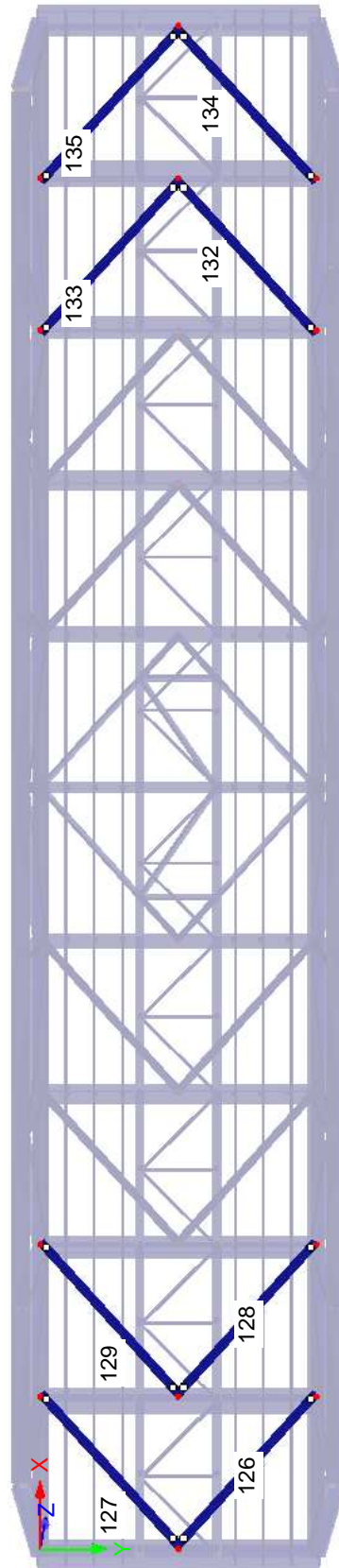
Tlak

$$N_{c,Rd} = \frac{A \cdot f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{3,58 \cdot 10^{-3} \cdot 355 \cdot 10^6}{1} = 1270,9 \text{ kN}$$

$$\frac{N_{Ed}}{N_{pl,Rd}} \leq 1 \quad \frac{190,368}{1270,9} = 0,15 \leq 1$$

Číslování prutu
Číslování sad prutu
Číslování podpory
Číslování podpory

Ve směru Z



4. Vyhodnocení výsledků výpočtu.

Na základě provedených výpočtů, jejichž údaje jsou uvedeny v předchozích kapitolách, je zde uvedeno závěrečné shrnutí výsledků. Podrobné výsledky a posouzení jednotlivých prutů a průběhy vnitřních sil je si možno prohlédnout ve statickém posudku viz výše. Dále také v příložených souborech, které se nacházejí ve volných přílohách č.2 na CD discích, kde jsou uloženy všechny modely mostu i s podrobnými výsledky.

Tabulka 1. vyhodnocení MSP

MSP								
neoslabený most					most oslabený korozí			% oslabení
prut č.	Prvek	využití	směr posouzení	deformace (mm)	prut č.	využití	deformace (mm)	
196	příčník	0,93	y	10,10	196	0,95	10,30	2,15
224	podélník spojitý	0,89	z	52,30	224	0,90	52,70	1,12
130,198	podélník mezi příčníky	0,29	z	1,70	130,198	0,30	1,80	3,45
51	dol. Pás hl. nosníku	0,86	z	50,70	437=51	0,87	50,90	1,16
							celkové ø% oslabení	1,58

V tabulce 1. jsou uvedeny pruty mostu, na kterých došlo k největší míře využití MSP, a totožné pruty jsou navzájem porovnávány na neoslabeném a oslabeném mostě v důsledku koroze. Velmi stručně se dá tedy říci že u MSP konstrukce v důsledku koroze oslabila jako celek o 1,5% oproti původnímu stavu MSP.

Z hlediska nárůstu využití posouzení MSP je tedy postižen prvek podélníku, vztáhnuto na posouzení mezi dvěma příčníky, ale nelze si nevšimnout, že to je nárůst 0,1mm a ve využití prvku je dostatečná rezerva.

Jako nejvytíženější prvek je brán prut příčníku č. 196, který se svým využitím MSP s vlivem koroze blíží využití 1 s odpovídajícím nárůstem v mm.

Tabulka 2. vyhodnocení MSÚ

MSU			
Prvek	využití neoslabený most	využití oslabený most	% oslabení
příčník	0,98	1,14	16,33
podélník	0,8	0,82	2,50
dolní pás hl. nosníku	0,85	0,88	3,53
diagonály hl. nosníku - Tah	0,58	0,58	0,00
diagonály hl. nosníku - Tlak	0,39	0,40	2,56
svislíce hl. nosníku	0,21	0,21	0,00
diagonály zavětrování	0,18	0,21	16,67

V tabulce 2. jsou uvedeny prvky mostu, na kterých došlo k největší míře využití MSÚ. Z hlediska nárůstu využití posouzení MSÚ, je tedy nejvíce postižen prvek diagonál zavětrování, ale nelze si opět nevšimnout, že i přes největší nárůst využití, je u tohoto prvku dostatečná rezerva v MSÚ a nebude tedy mít do budoucna rozhodující vliv.

Jako nejvytíženější prvek v posouzení MSÚ vychází, tak jako u MSP totožný příčník, který svým využitím MSÚ s vlivem koroze přesáhl normou stanovenou hranici.

5. Úvaha ke staré ČSN 73 6203

Úvaha k navrhování mostu a posouzení mostu dle staré normy ČSN73 6203

Při posuzování mostu dle ČSN EN 1990, ČSN EN1991-2 bylo provedeno zamyšlení nad tím, jak se některé hodnoty pro posuzování změnily od doby návrhu mostu až po současnost. Vedlo k tomu hlavně zjištění, že při vytváření modelu mostu a předběžném posuzování některých prvků, dle nových norem bylo zjištěno velmi vysokého využití, např. MSÚ na jednotlivých prvcích. Proto bylo rozhodnuto stručně porovnat některé z hodnot, které se liší dle jednotlivých norem, a byly zjištěny zajímavé hodnoty. Tyto hodnoty měly nezanedbatelný vliv na jednotlivé posouzení mostu. Zvláště brzdné a rozjezdové síly.

Informativně: K ČSN736203

Hlavní složkou, která se velmi lišila, byly brzdné a rozjezdové síly:

$$\text{Brzdné síly: } B_a = \mu_b * V_v$$

$$B = L * \mu_b * V_v * \alpha = 567,7 \text{ KN}$$

Dle tabulky 3.9.skripta (Kovové mosty-pomůcky pro navrhování):

$$L\text{- mostu}=35,2\text{m} \rightarrow \mu_b=C= 0,18$$

$$V_v = 80\text{kN/m}$$

Na každé pevné ložisko tedy připadá síla $F_k = 283,85 \text{ KN}$.

U nové ČSN EN je to $33\text{KN/m} * L \leq 1000\text{KN}$, což je při délce 35,2m síla na jedno pevné ložisko $F_k = 500\text{KN}$.

Dále:

Součinitele zatížení působící nepříznivě γ_f		
	<u>ČSN73 6203</u>	<u>ČSN EN 1990</u>
vlastí tíha	1,1	1,35
zatížení vlaky	1,4	1.45
rozjezdové a brzdné síly	1,2	1.45
Boční ráz	1,2	1,45
Vítr	1,3	1,5

Samozřejmě se uvažují další součinitele, α , ϕ ..

Dynamický součinitel pro příčnky:

$$\delta = \frac{2,16}{\sqrt{L_d - 0,2}} + 0,73 = 1,458$$

$$L\text{- příčnku}= 3,52\text{m}$$

$$L_d = 2 * 3,52 + 3 = 10,4\text{m}$$

Dle nové ČSN EN je dynamický součinitel pro příčnky $\phi_3 = 1,36$

Nová Norma ČSN EN 1991-2 a ČSN EN 1990, počítá tedy s nepříznivějšími hodnotami a nechává si tedy větší rezervu na straně spolehlivosti konstrukce. Je tedy náročnější vůči konstrukci. Také je potřeba zohlednit jiný způsob návrhu a výpočtu těchto konstrukcí, kdy nebyla k dispozici, tak kvalitní výpočetní technika. Některá spolupůsobení se v minulosti neuvažovala a zanedbávala.

6. Závěr

Po provedení statického posouzení mostu dle zadání DP byly zjištěny některé zajímavé hodnoty využití u MSP a MSÚ vlivem koroze u oslabených prvků. Vliv koroze se u MSP nejvíce projevil na prvcích příčníků, kde se využití MSP velmi blíží doporučenému stupni využití. Ovšem závažnější je to u stavu MSÚ, kde je tato hodnota na příčniku č. 2 již překročena. Konstrukční prvek mostu již tedy dle normy ČSNEN1991-2 již nevyhovuje.

Vzhledem ke korozním projevům na konstrukci (specifická místa, jako ve styčnicích dolního pásu, u dolních částí stojin příčníků atd..) a také s přihlédnutím na způsobu údržby a ošetřování by se dalo říci, že vliv koroze na konstrukci mostu bude stále významnější.

Jistě by bylo vhodné do budoucna konstrukci mostu podrobit sledování a zajistit také pravidelnou údržbu těchto specifických míst. Pokud se tak nestane, a koroze bude probíhat ve stejném tempu, již tak velmi oslabené prvky budou mít strmý nárůst využití MSP, MSÚ v čase životnosti u mostu.

Celá DP byla zpracovávána s konzultační podporou p. Ing. V. Křivého, kterému patří tímto poděkování za efektivní a vstřícný přístup při konzultacích a řešení úkolů.

7. Seznam norem a literatury.

- [1] ČSNEN 1990 *Zásady navrhování stavebních konstrukcí*
- [2] ČSNEN 1993-2 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí-Část 2: Ocelové mosty*
- [3] ČSNEN 1993-1-1 *Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí- Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby.*
- [4] ČSN EN 1991-1-4 *Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem*
- [5] ČSNEN 1991-2 *Eurokód 1:Zatížení konstrukcí- Část 2: Zatížení mostů dopravou*
- [6] Ing. Křivý, Vít, Ph.D., Ing. Rozlívka, Lubomír CSc., *Zpráva: Hodnocení korozních projevů na mostu v Krnově přes řeku Opavu.*
- [7] Doc. Ing. Rotter, Tomáš, Csc., Doc. Ing. Kuklík, Petr Csc. *Ocelové a dřevěné konstrukce 11, Praha: vydavatelství ČVUT, 2000*
- [8] Doc. Ing. Rotter, Tomáš, Csc., Prof. Ing. Studnička, DrCs., *Ocelové konstrukce 30 – Ocelové mosty, Praha:vydavatelství ČVUT, 1999*
- [9] Doc. Ing. Rotter, Tomáš, Csc., Prof. Ing. Studnička, DrCs., *Ocelové konstrukce 30 – Ocelové mosty, pomůcka pro cvičení, Praha:vydavatelství ČVUT, 2001*
- [10] Prof. Ing. Schindler, Antonín, DrSc, Doc. Ing. Pechar, Jiří, DrSc, Ing. Rotter, Tomáš, *Základy navrhování kovových konstrukcí Ocelové mosty, Praha: vydavatelství ČVUT, 1979*
- [11] Prof. Ing. Schindler, Antonín, Dr. Sc.Doc Ing. Rotter, Tomáš Csc., *Kovové mosty – pomůcka pro navrhování, Praha: editační středisko ČVUT, 1990*
- [12] Ing. Vičan, Josef, *Kovové mosty – příklady výpočtů, Bratislava:vydavatelství technické a ekonomické literatury Bratislava, 1987*

8. Přílohy

Volná příloha:

Č. 1.

Ing. Křivý, Vít, Ph.D., Ing. Rozlívka, Lubomír CSc., Zpráva: Hodnocení korozních projevů na mostu v Krnově přes řeku Opavu.

Č. 2.

CD disky s modely mostu v programu RSTAB:

1. Disk č. 1 model mostu MSP
2. Disk č. 2 model mostu MSÚ
3. Disk č. 3 model mostu MSP – vliv koroze
4. Disk č. 4 model mostu MSÚ – vliv koroze