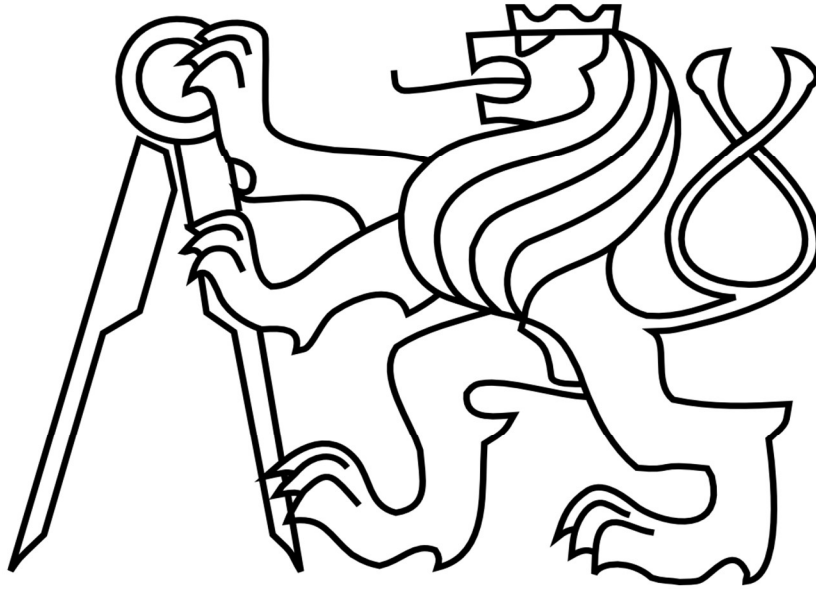


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební, Katedra ocelových a dřevěných konstrukcí



ZDVIŽNÝ MOST V TÝNĚ NAD VLTAVOU

---

Statický výpočet

## Obsah

Seznam obrázků .....	5
1 Úvod .....	7
1.1 Cíl statického výpočtu.....	7
1.2 Přehled materiálů.....	8
1.2.1 Ocel.....	8
1.2.2 Kamenné zdivo středního pilíře P2.....	9
1.3 Dimenze nové mostovky .....	9
1.4 Uspořádání konstrukce.....	11
2 Výpočetní model ideální konstrukce.....	14
2.1 Uložení.....	15
2.2 Hlavní příhradový nosník.....	16
2.2.1 Dolní pás.....	16
2.2.2 Horní pás.....	17
2.2.3 Svislice .....	17
2.2.4 Diagonály .....	18
2.3 Ztužení .....	19
2.3.1 Spodní ztužení .....	19
2.3.2 Horní ztužení.....	19
2.4 Příčník.....	20
2.4.1 Stávající příčník.....	20
2.4.2 Nový příčník.....	20
2.5 Deska mostovky.....	21
2.5.1 Deska .....	21
2.5.2 Podélná výztuha .....	21
3 Zatížení .....	22
3.1 Stálé zatížení.....	22
3.1.1 Vlastní tíha .....	22
3.1.2 Ostatní stálé.....	22
3.2 Proměnné zatížení.....	23
3.2.1 Rovnoměrné zatížení teplotou .....	23
3.2.2 Vítr .....	23
3.2.3 Zatížení dopravou.....	26
4 Zatěžovací stavy.....	29
4.1 ZS1 Vlastní tíha .....	29
4.2 ZS2 Ostatní stálé.....	30

4.3	ZS3 Rovnoměrné oteplení .....	30
4.4	ZS4 Rovnoměrné ochlazení .....	31
4.5	ZS5 Vítr ve směru x .....	31
4.6	ZS6 Vítr proti směru x .....	32
4.7	ZS7 Vítr ve směru y .....	32
4.8	ZS8 Vítr proti směru y .....	33
4.9	ZS9 Rovnoměrné zatížení (lávka).....	33
4.10	ZS10 Vodorovné síly ve směru y (lávka) .....	34
4.11	ZS11 Vodorovné síly proti směru y.....	34
4.12	ZS12 Zatížení chodníků (pro silniční most).....	35
4.13	ZS13 N.Brzdná síla (Normální zatížitelnost) .....	35
4.14	ZS14 N.Rozjezdová síla (Normální zatížitelnost) .....	36
4.15	ZS15 N.zatížitelnost - rovnoměrné zatížení (Normální zatížitelnost).....	36
4.16	ZS16 N.zatížitelnost - zatížení dvounápravy (Normální zatížitelnost) .....	37
4.17	ZS17 V.Brzdná síla (Výhradní zatížitelnost) .....	37
4.18	ZS18 V.Rozjezdová síla (Výhradní zatížitelnost) .....	38
4.19	ZS 19 V.zatížitelnost - zatížení dvounápravy (Výhradní zatížitelnost) .....	38
5	Kombinace.....	39
5.1	Mezní stav Únosnosti: .....	39
5.2	Mezní stav Použitelnosti: .....	39
5.3	Sestavy zatížení: .....	39
5.4	Kombinační součinitele .....	40
5.5	Výsledné kombinace.....	41
6	Posouzení Ideální konstrukce.....	44
6.1	MSÚ .....	44
6.1.1	Hlavní příhradové nosníky:.....	44
6.1.2	Ztužení .....	61
6.1.3	Ortotropní deska mostovky.....	68
6.1.4	Příčník .....	81
6.2	MSP.....	85
6.3	Shrnutí posouzení ideální konstrukce .....	86
7	Zavedení korozního oslabení.....	87
7.1	Horní ztužení .....	87
7.2	Spodní ztužení .....	87
7.3	Hlavní příhradové nosníky.....	88
7.3.1	Horní a dolní pás.....	88

7.3.2	Svislice .....	89
7.3.3	Diagonály .....	89
7.3.4	Příčnick .....	90
8	Úprava styčnicků .....	91
8.1	Napojení svislic na horní pásy .....	91
8.2	Napojení svislic na dolní pásy .....	92
8.3	Propojení svislic a diagonál .....	93
8.4	Napojení diagonál na horní pásy .....	93
8.5	Napojení diagonál na dolní pásy .....	93
9	Finální posouzení nosné konstrukce .....	94
9.1	MSÚ .....	94
9.1.1	Horní pás .....	94
9.1.2	Dolní pás .....	98
9.1.3	Svislice .....	147
9.1.4	Průřezy S0,20 .....	147
9.1.5	Průřezy S1;S19 .....	151
9.1.6	Průřezy S2;S18 .....	159
9.1.7	Průřezy S3,5,8,12,15,17 .....	167
9.1.8	Průřezy S4,6,7,9,10,11,13,14,16 .....	172
9.1.9	Svislice – shrnutí .....	180
9.1.10	Diagonály .....	181
9.1.11	Ztužení .....	223
9.1.12	Ortotropní deska mostovky .....	231
9.1.13	Příčnick .....	243
9.2	MSP .....	245
9.3	Shrnutí finálního posouzení nosné konstrukce .....	246
9.4	Most při zdvihu .....	246
9.4.1	Úprava modelu .....	246
9.4.2	Posouzení zdvihu .....	248
10	Ověření založení .....	262
10.1	Rozbor zatížení .....	263
10.1.1	Stálé zatížení .....	263
10.1.2	Zatížení větrem .....	263
10.1.3	Zatížení mostu jako lávky .....	264
10.1.4	Zatížení mostu silniční dopravou .....	264
10.2	Výpočet zatížení na mikropiloty .....	266



10.3	Kombinace .....	267
10.3.1	Kombinace $K_z$ .....	269
10.3.2	Kombinace $K_p$ .....	270
10.3.3	Kombinace $K_u$ .....	271
10.4	Rozdělení sil na mikropiloty .....	272
10.4.1	Největší kladná a záporná reakce na 1 mikropilotu .....	273
10.4.2	Skutečná největší kladná a záporná reakce na 1 mikropilotu .....	275
10.5	Posouzení mikropilotového založení .....	275
10.5.1	Protokol o posouzení z programu GEO5-Mikropilota .....	276
11	Závěr .....	278

## Seznam obrázků

Obrázek 1	Stavebně-technický průřez v Týně nad Vltavou – SUDOP PRAHA a.s. 2016 .....	9
Obrázek 2	Deskostěnový model ortotropní mostovky .....	9
Obrázek 3	Průběh napětí na podélné výztuze (von Mises) při kombinaci stálého zat. a zat. přejezdem 40t vozidla .....	10
Obrázek 4	Dimenze nové ortotropní ocelové desky .....	10
Obrázek 5	Příčný řez nad pilířem .....	11
Obrázek 6	Situace v místě pilíře P2 .....	12
Obrázek 7	Podélný řez mostem .....	13
Obrázek 8	Podélný řez pilířem .....	13
Obrázek 9	Výpočetní model – prostorový střednicový .....	14
Obrázek 10	Výpočetní model – prostorový rendrovaný .....	15
Obrázek 11	Podpora P2, středový pilíř .....	15
Obrázek 12	Podpora O3, břehová opěra .....	16
Obrázek 13	hlavní příhradový nosník .....	16
Obrázek 14	prut dolního pásu .....	17
Obrázek 15	prut horního pásu .....	17
Obrázek 16	obrázek svslíc a dolních a horních pásů .....	18
Obrázek 17	Diagonály a ostatní prvky hlavního příhradového nosníku .....	18
Obrázek 18	diagonály spodního ztužení .....	19
Obrázek 19	Horní příčné ztužení .....	19
Obrázek 20	diagonály horního ztužení .....	20
Obrázek 21	Stávající příčník .....	20
Obrázek 22	Nový příčník .....	20
Obrázek 23	Deska mostovky .....	21
Obrázek 24	Deska mostovky s podélnými výztuhami .....	21
Obrázek 25	Zábradlí na návodní straně nad středním pilířem P2 .....	22
Obrázek 26	Schéma vozidla pro stanovení normální zatížitelnosti $V_n$ .....	27
Obrázek 27	Schéma vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti $V_r$ .....	28
Obrázek 28	Schéma ZS2 .....	30
Obrázek 29	Schéma ZS3 .....	30
Obrázek 30	Schéma ZS4 .....	31
Obrázek 31	Schéma ZS5 .....	31
Obrázek 32	Schéma ZS6 .....	32
Obrázek 33	Schéma ZS7 .....	32
Obrázek 34	Schéma ZS8 .....	33

Obrázek 35 Schéma ZS9 .....	33
Obrázek 36 Schéma ZS10 .....	34
Obrázek 37 Schéma ZS11 .....	34
Obrázek 38 Schéma ZS12 .....	35
Obrázek 39 Schéma ZS13 .....	35
Obrázek 40 Schéma ZS14 .....	36
Obrázek 41 Schéma ZS15 .....	36
Obrázek 42 Nápravové síly ZS16 .....	37
Obrázek 43 Schéma ZS17 .....	37
Obrázek 44 Schéma ZS18 .....	38
Obrázek 45 Nápravové síly ZS19 .....	38
Obrázek 46 Napětí na desce mostovky .....	68
Obrázek 47 obrázek 4.4 z ČSN EN 1993-1-5 .....	70
Obrázek 48 obrázek 3.1 z ČSN EN 1993-1-5 .....	71
Obrázek 49 tabulka 3.1 z ČSN EN 1993-1-5 .....	72
Obrázek 50 Průběh deformace příčnicku od jednotkového zatížení .....	82
Obrázek 51 Průběh napětí $\sigma_{max+}$ .....	82
Obrázek 52 Průběh napětí $\sigma_{max-}$ .....	83
Obrázek 53 Průběh ohybového momentu $M_y$ (výslednice na řezech příčnickem) .....	83
Obrázek 54 Nejnamáhanější průřez příčnicku v poli .....	84
Obrázek 55 Nejnamáhanější průřez příčnicku nad podporou .....	85
Obrázek 56 Maximální průhyb nosné konstrukce .....	85
Obrázek 57 Oslabení výřezem 20. příčnicku pole č.2 .....	90
Obrázek 58 Graf závislosti počtu nýtů na tuhosti styčnicku .....	91
Obrázek 59 Spojení svislice s dolním pásem .....	92
Obrázek 60 Zavedení tuhosti styčnicků hlavního příhradového nosníku .....	93
Obrázek 61 Snímek materiálového a korozního průzkumu reference [X] .....	114
Obrázek 62 Snímek materiálového a korozního průzkumu reference [X] .....	122
Obrázek 63 Výřez pásnice dolního pásu .....	126
Obrázek 64 Výřez pásnice dolního pásu .....	130
Obrázek 65 Výřez pásnice dolního pásu .....	134
Obrázek 66 Výřez pásnice dolního pásu .....	143
Obrázek 67 Průběh napětí na desce mostovky .....	231
Obrázek 68-viz obr.47 .....	232
Obrázek 69-viz obr.48 .....	234
Obrázek 70-viz obr. 49 .....	235
Obrázek 71 Průběh napětí v nejnamáhanějším průřezu příčnicku .....	244
Obrázek 72 Průběh napětí v nejnamáhanějším průřezu příčnicku .....	245
Obrázek 73 Maximální nosné konstrukce mostu .....	245
Obrázek 74 Svislé podpory na mostě při zdvihu .....	247
Obrázek 75 Podpora představující vodící pylon na břehové opěře O3 .....	247
Obrázek 76 Podpora představující vodící pylon na středním pilíři P2 .....	248
Obrázek 77 Schéma podporové výztuhy .....	249
Obrázek 78 Graf pro určení šířky tlačené oblasti .....	259
Obrázek 79 Schéma středního pilíře .....	262

## 1 Úvod

Statický výpočet zahrnuje posouzení mostu v provozní poloze, posouzení mostu při zdvihu, posouzení vodícího pylonu a ověření založení.

Posouzení mostu v uzavřené (provozní) poloze bylo provedeno ve dvou krocích. V prvním kroku je posuzována ideální konstrukce stávajícího mostu s nově navrženou deskou mostovky. Ve druhém kroku bylo zavedeno korozní oslabení nosné konstrukce a byl zpřesněn výpočetní model za pomoci zavedení tuhostí styčnicků hlavního příhradového nosníku.

Při zdvihu mostu byly posouzeny krajní příčnický, prostřednictvím kterých je most zdvihán. Dále byl posouzen vodící pylon a krajní svislice, které jsou k pylonu připojeny vodící kladkou.

Nakonec byl proveden výpočet mikropilotového založení zahrnující zatížení vznikající od obou poloh mostu.

### 1.1 Cíl statického výpočtu

Cílem statického výpočtu je posouzení zdvižného mostu v Týně nad Vltavou. Potřebná výška zdvihu pro zajištění podjezdne výšky 5,250m je 2,222m.

Most je v současné době užíván pro provoz pěších a cyklistů. Zpracovávaná varianta uvažuje možnost vedení silničního provozu přes most během krizových situací, např. havárie na vedlejším mostě. Tento statický výpočet posuzuje most z hlediska provozu pěších a cyklistů. Zároveň ověřuje zda zdvižný most vyhovuje zatížení pro silniční mosty zatěžovací třídy B (dle [7] ČSN 73 6203).

Statický výpočet zahrnuje posouzení nejvíce namáhaných prvků nosné konstrukce při zdvihu. Těmi jsou krajní příčnický, ke kterým jsou připojeny hydraulické zvedáky, krajní svislice a vodící pylon přenášející vodorovné síly při zdvihu.

Z hlediska spodní stavby je brána v potaz její stabilita i založení v uzavřené i otevřené poloze. Rozhodující je posouzení středního pilíře P2. Na středním pilíři jsou umístěna podélně pevná ložiska a vodící pylon zajišťující vodorovnou stabilitu nosné konstrukce při zdvihu. Vzhledem k tomuto namáhání bude střední pilíř P2 zesílen pomocí mikropilot vetknutých do skalního podloží pilíře.

## 1.2 Přehled materiálů

### 1.2.1 Ocel

#### 1.2.1.1 Plávková ocel

Most byl postaven v roce 1892. Nosná konstrukce je z členěných prvků. Charakteristiky materiálu jsou převzaty z dokumentu Stavebně-technický průzkum mostu v Týně nad Vltavou - VPÚ DECO Praha a.s. 2016.

$f_y=$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u=$	330	MPa	-mez pevnosti
$E=$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G=$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\nu=$	0,3	-	-součinitel příčného přetvoření
$q=$	7850	kg/m <sup>3</sup>	-měrná hmotnost

#### 1.2.1.2 Ocel S355

Celá konstrukce nové desky mostovky a vodící pylon budou z oceli S355.

$f_y=$	355	MPa	-mez kluzu
$f_u=$	510	MPa	-mez pevnosti
$E=$	210 000	MPa	-Youngův modul pružnosti
$G=$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\nu=$	0,3	-	-součinitel příčného přetvoření
$q=$	7850	kg/m <sup>3</sup>	-měrná hmotnost

### 1.2.2 Kamenné zdivo středního pilíře P2

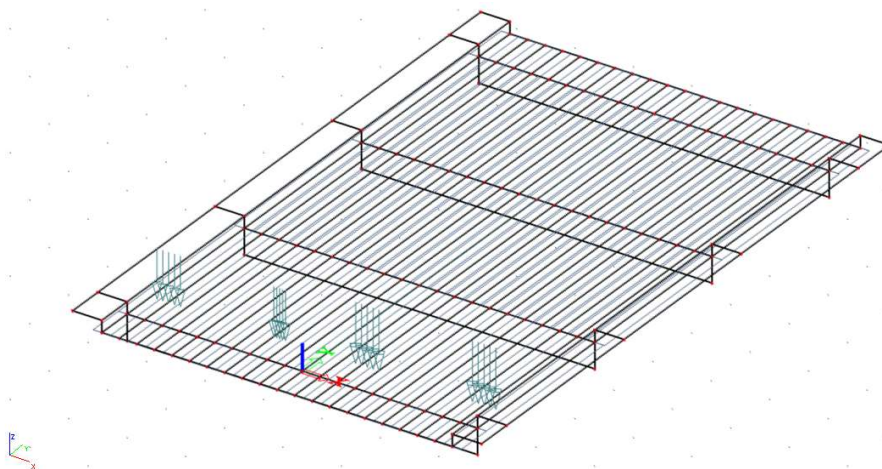
Materiál středního pilíře byl zjištěn svislým diagnostickým vrtem. Vrt byl proveden v rámci Stavebně-technického průzkumu v Týně nad Vltavou [19].

most Týn nad Vltavou		Sonda	S3
Lokalizace vrtu :	pilíř	Hloubeno dne :	28.9.2016
Výška ústí vrtu :	355,47 m.n.m.	Souprava :	Cedima
Úklon vrtu od svislé :	0°	Dokumentoval :	Ondřej Pour
Hloubka [m]			
Ve směru vrtu			
od	do		
0,00	- 8,30	<b>Zdivo kamenné</b> , tvořené do úrovně 2,80 m žulou, šedou, pevnou, středně zrnitou až hrubozrnnou, dále pak do úrovně 8,30 m rulou, šedou, jemnozrnnou, pevnou, slabě vrstevnatou, slídnatou, pojené vápennou maltou, šedou, porézni, částečně vyplavenou technologií vrtání	
8,30	- 9,60	<b>Podloží</b> , rula mírně zvětralá, šedá, jemnozrnná, slabě vrstevnatá, slídnatá, rozpukaná, na puklinách limonitizovaná, rozvrtná na úlomky o velikosti do 10 cm	
Odebrané vzorky :		zdivo 5,30 – 5,70 m; malta 3,70 - 3,90 m	
Vodní tlaková zkouška :			
Poznámka :			

Obrázek 1 Stavebně-technický průzkum v Týně nad Vltavou – SUDOP PRAHA a.s. 2016

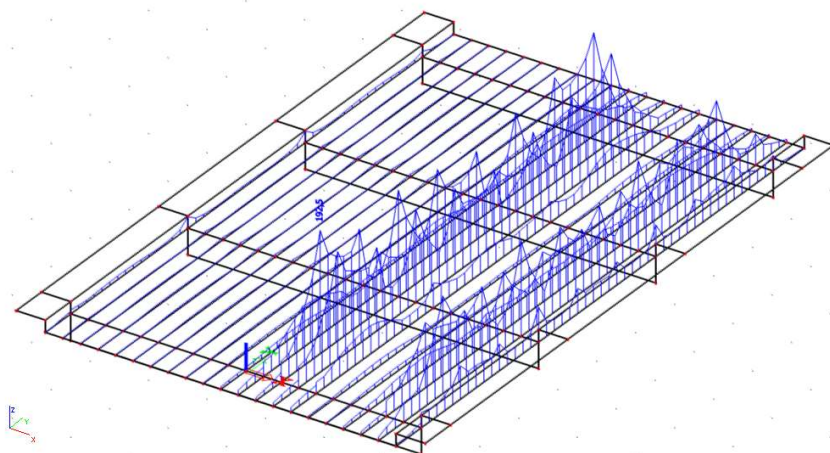
### 1.3 Dimenze nové mostovky

Pro dimenzaci nové ocelové ortotropní mostovky byl vytvořen zjednodušený deskostěnový model desky, nových příčníků a podélných výztuh. Na tento model bylo aplikováno zatížení davem lidí a silniční dopravou pro zatěžovací třídu B silničních mostů (viz kapitola 3 Zatížení).



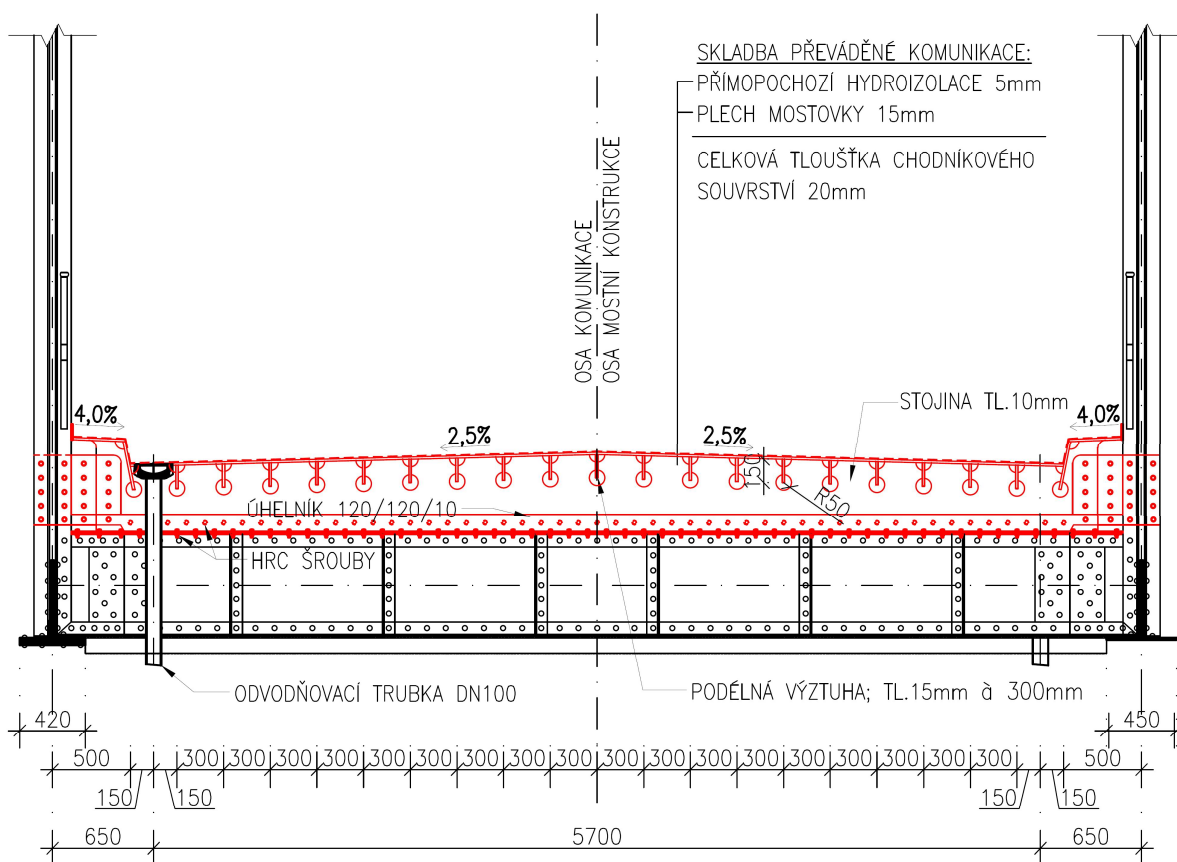
Obrázek 2 Deskostěnový model ortotropní mostovky

Rozhodujícím prvkem byla podélná výztuha, při kombinaci stálého zatížení se zatížením přejezdem vozidla tíhy 40t ( $\sigma_{\max}=192,5\text{MPa}$ ).



Obrázek 3 Průběh napětí na podélné výztuze (von Mises) při kombinaci stálého zat. a zat. přejezdem 40t vozidla

Finální dimenze ocelové ortotropní desky mostovky jsou zobrazeny na následujícím příčném řezu. Oproti původnímu návrhu došlo k zhuštění podélných výztuh z původní osové vzdálenosti 400mm na 300mm. Tloušťka desky mostovky byla redukována z 20mm na 15mm.

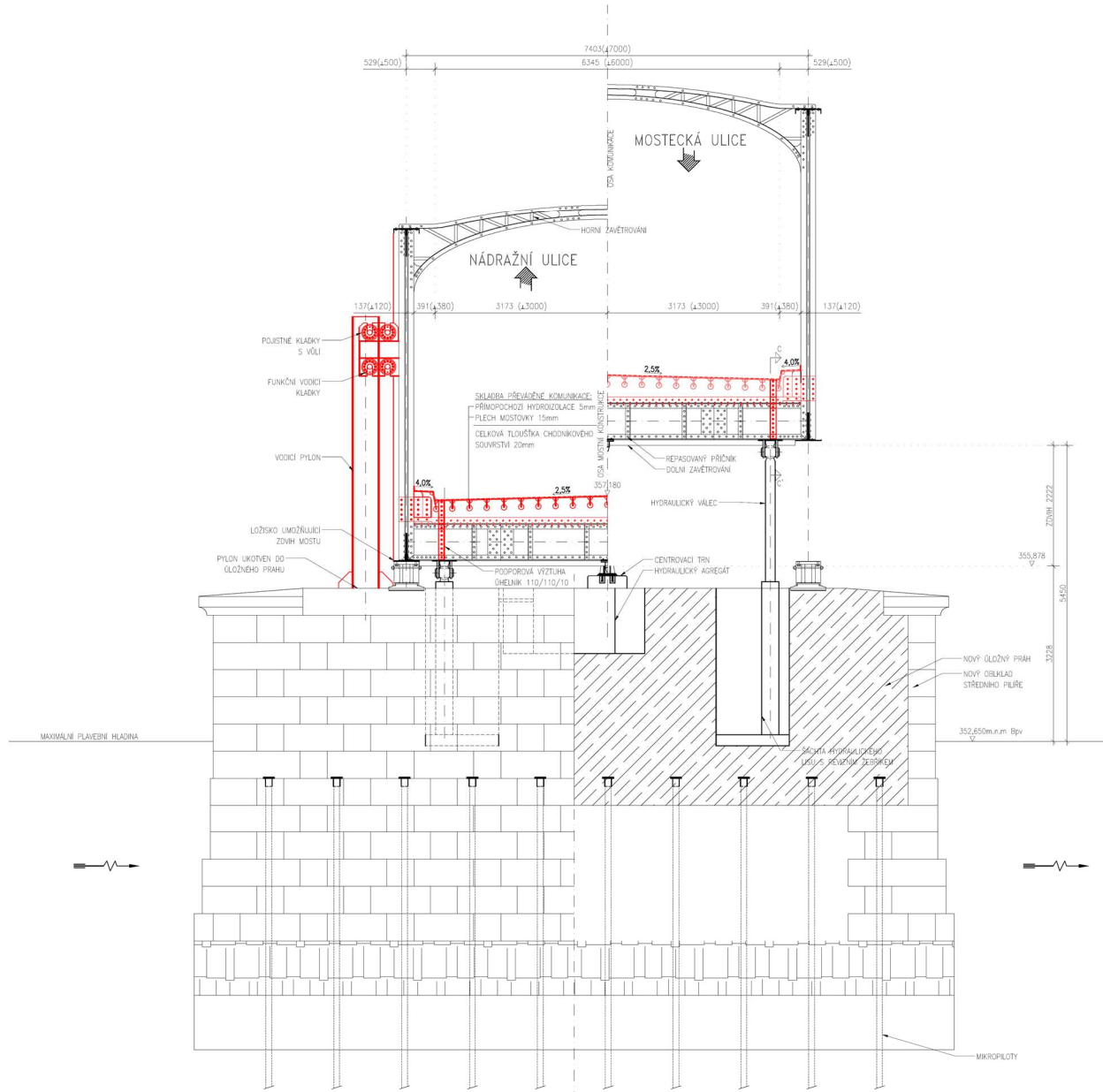


Obrázek 4 Dimenze nové ortotropní ocelové desky

1.4 Uspořádání konstrukce

PŘÍČNÝ ŘEZ; STŘEDNÍ PILÍŘ;  
UZAVŘENÁ POLOHA; M1:50

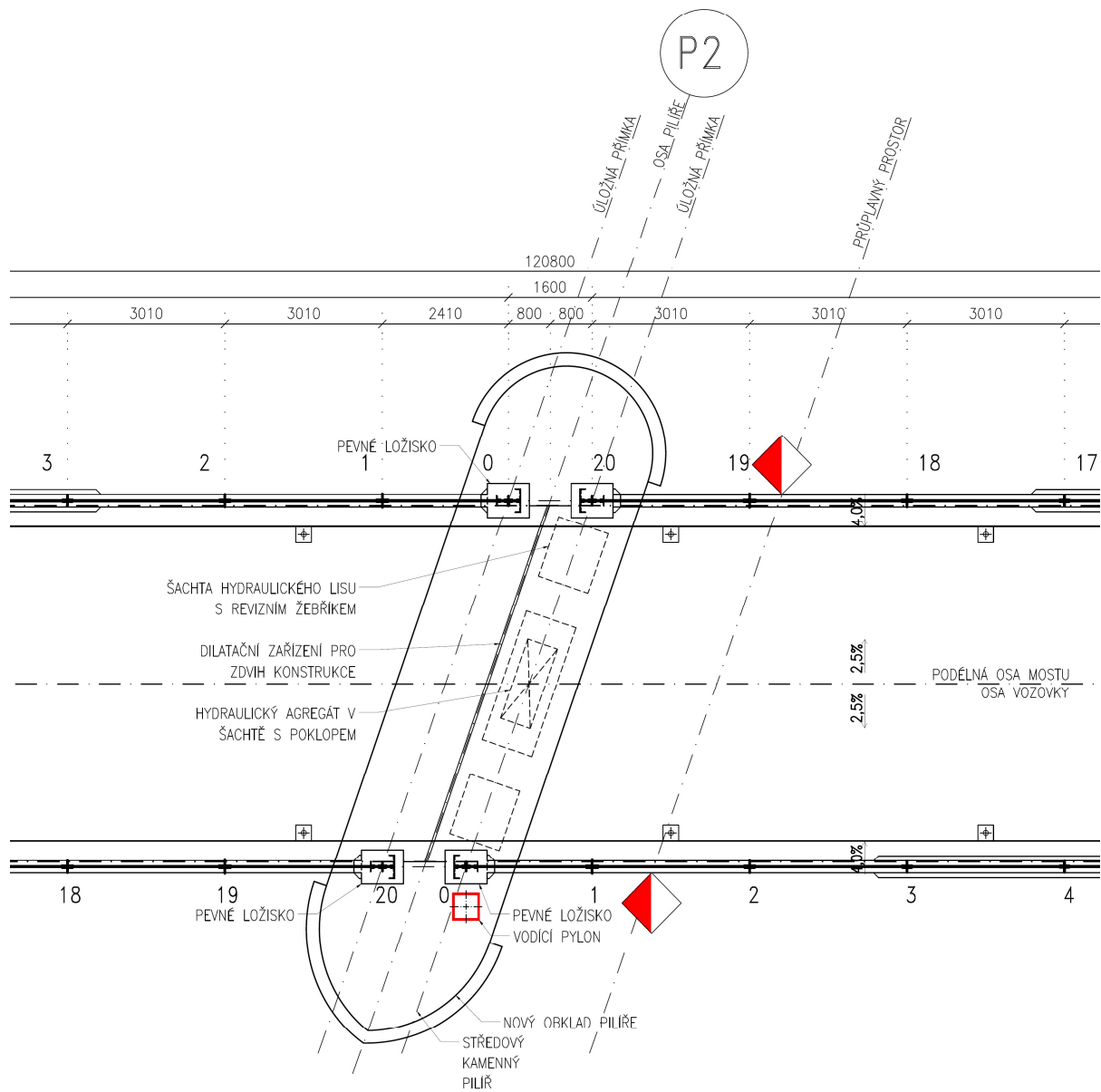
OTEVŘENÁ POLOHA; M1:50



Obrázek 5 Příčný řez nad pilířem

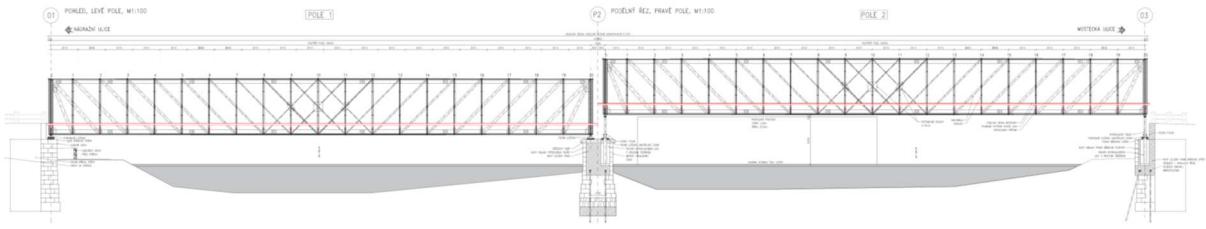


SITUACE, PRAVÉ POLE, M1:100

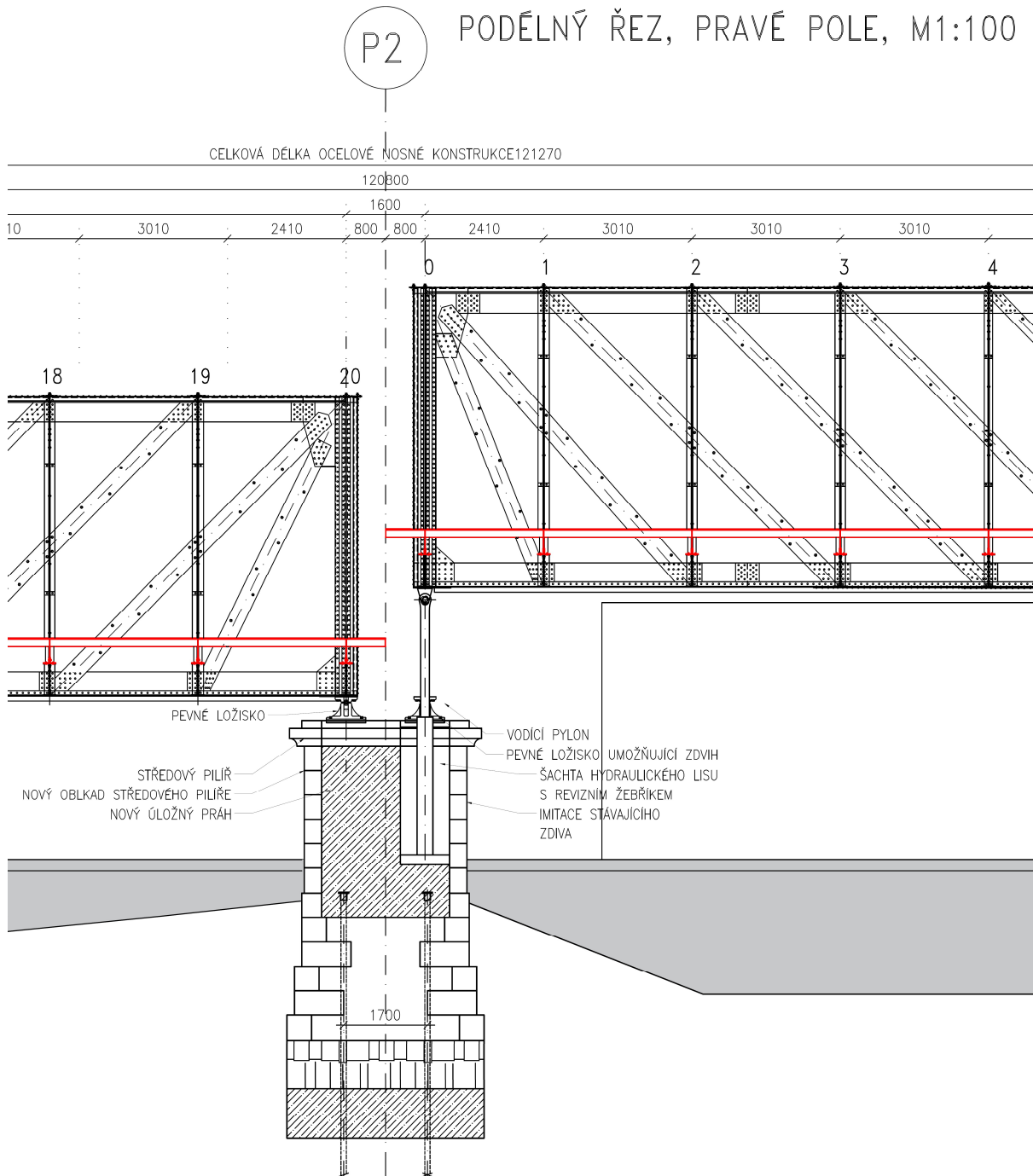


Obrázek 6 Situace v místě pilíře P2





Obrázek 7 Podélný řez mostem



Obrázek 8 Podélný řez pilířem

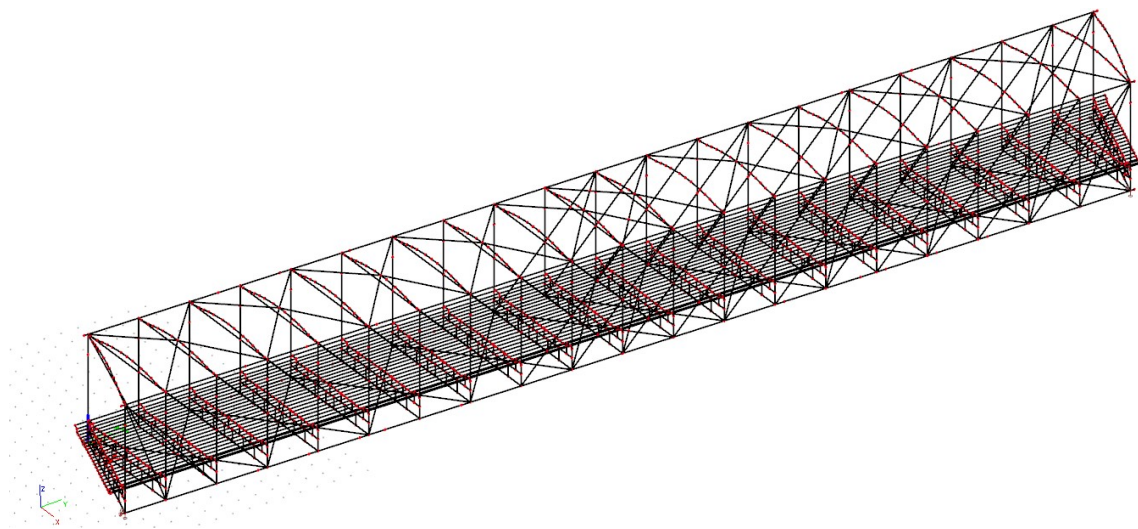
## 2 Výpočetní model ideální konstrukce

Model konstrukce byl vytvořen v programu Scia Engineer 17.01.1030 (výrobce softwaru: Nemetschek AG.). Konstrukce byla modelována jako kombinace prutového a deskostěnového modelu. Modelováno bylo jedno mostní pole. První a druhé pole mostu jsou symetrická.

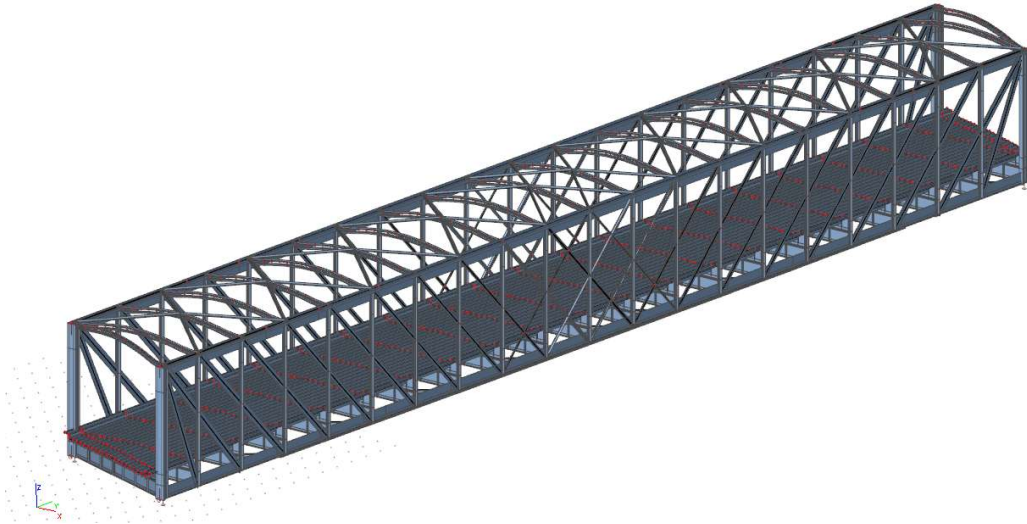
Jako prutové prvky jsou modelovány části hlavního příhradového nosníku (horní a dolní pás, svislice a diagonály), ztužení (horní a spodní), výztuhy stávajícího příčnicku, podélné výztuhy desky mostovky, úhelníky stávajícího i nového příčnicku. Jednotlivé pruty mají zavedenou hodnotu excentricity tak, aby jejich vzájemná poloha odpovídala skutečnosti. Jako deskostěny jsou modelovány stojiny příčnicků (stávající i nový) a deska mostovky.

Ideální model konstrukce ověřuje únosnost nosné konstrukce v původním stavu. Pokud by nosná konstrukce nevyhověla, musel by být přepracován návrh rekonstrukce. Korozní oslabení jednotlivých průřezů není v tomto případě zavedeno do výpočetního modelu. Jednotlivá křížení a propojení prvků jsou modelována jako tuhá.

Průřezové charakteristiky jsou vypočteny v programu Scia Engineer 17.01.1030.



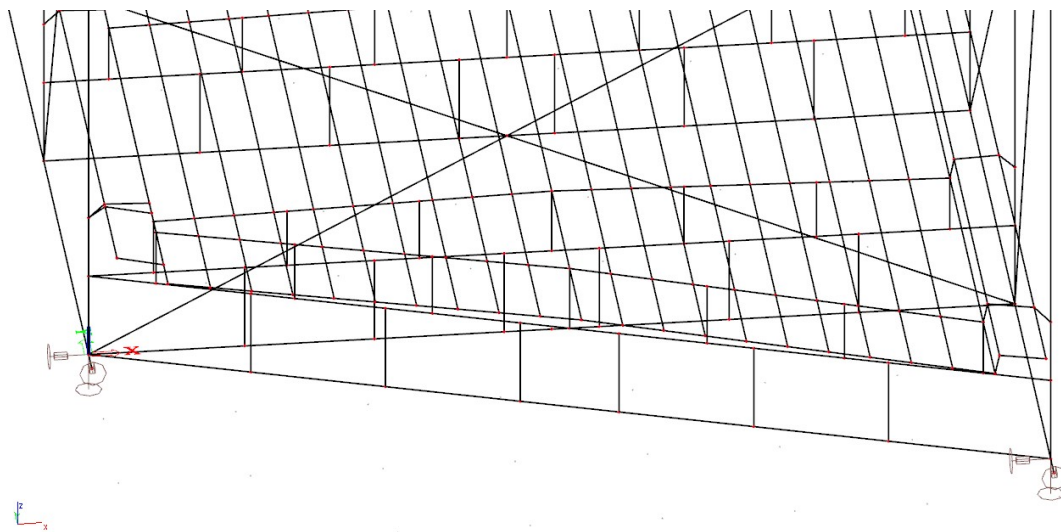
Obrázek 9 Výpočetní model – prostorový střednicový



Obrázek 10 Výpočetní model – prostorový rendrovaný

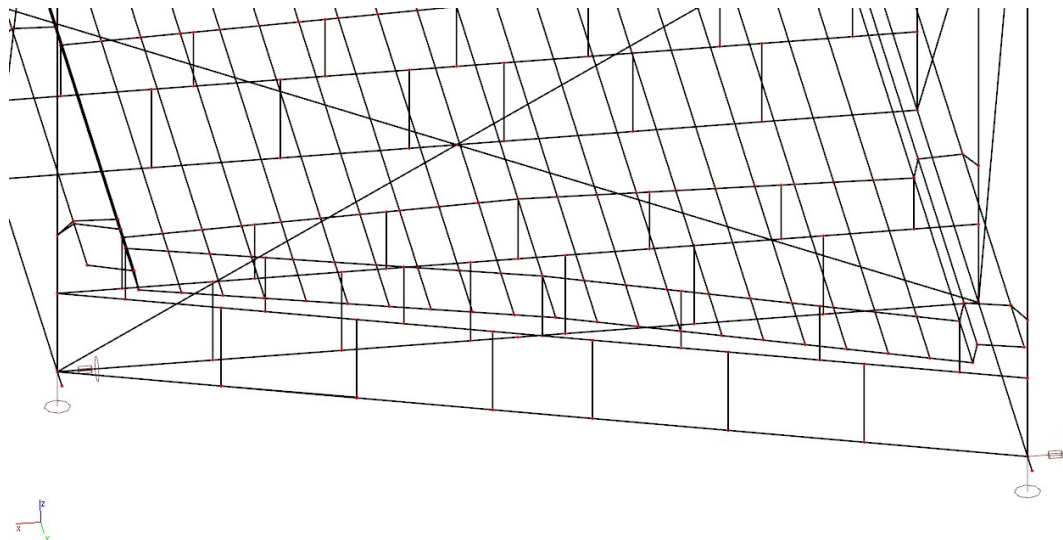
## 2.1 Uložení

Uložení nad středním pilířem P2 je modelováno pod pravým i levým hlavním příhradovým nosníkem jako neposuvné ve svislém směru, s tuhostí  $9,00\text{MN/m}$  v příčném směru a  $2,00\text{MN/m}$  ve směru podélném. Zavedení tuhosti zohledňuje vůli ložisek.



Obrázek 11 Podpora P2, středový pilíř

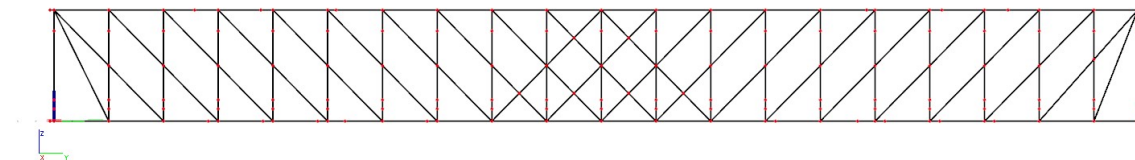
Uložení nad opěrou O3 je modelováno s tuhostí 9,00MN/m v příčném směru, posuvné ve směru podélném a neposuvné ve směru svislém.



Obrázek 12 Podpora O3, břehová opěra

Pootočení je umožněno okolo všech os. Všechny podpory jsou modelovány v ose hlavního příhradového nosníku.

## 2.2 Hlavní příhradový nosník

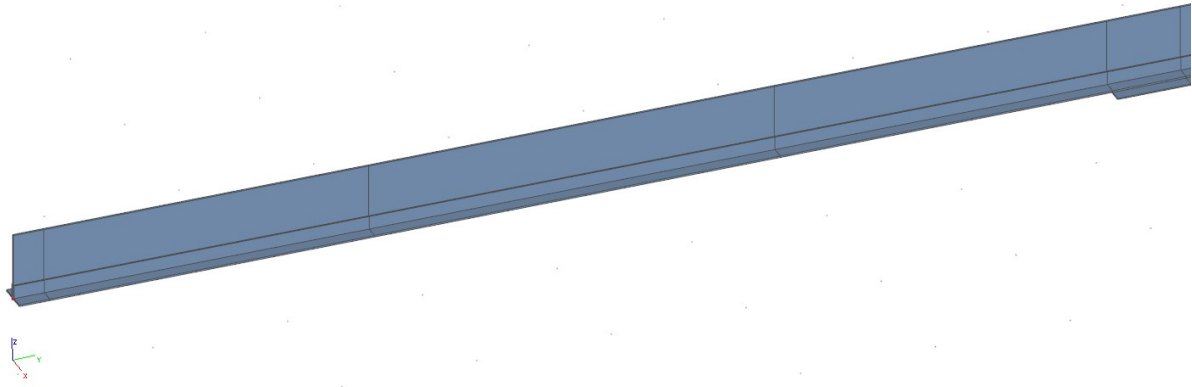


Obrázek 13 hlavní příhradový nosník

### 2.2.1 Dolní pás

Dolní pás mění po délce svou velikost, v modelu je modelován jako prut z několika průřezů

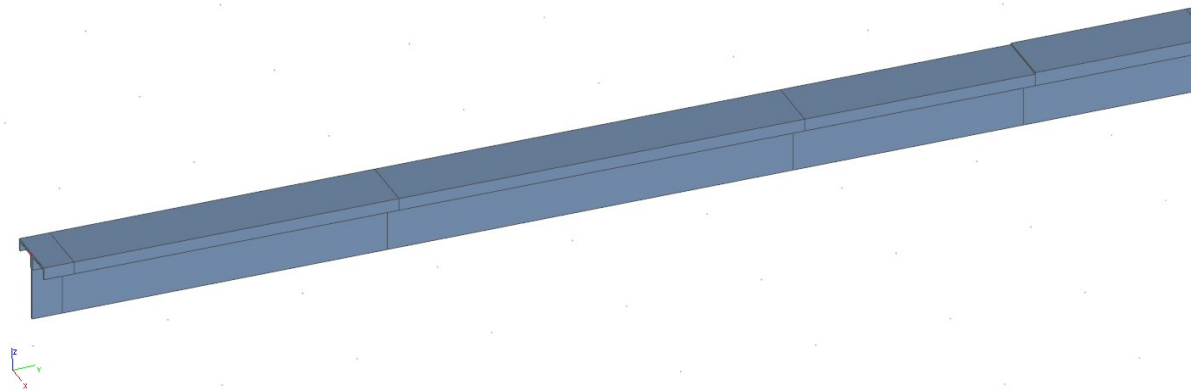
Každý průřez má zavedenou svislou excentricitu tak, aby vzájemná poloha jednotlivých částí dolního pásu odpovídala realitě. Dolní pás přesahuje 225mm za osu uložení.



Obrázek 14 prut dolního pásu

### 2.2.2 Horní pás

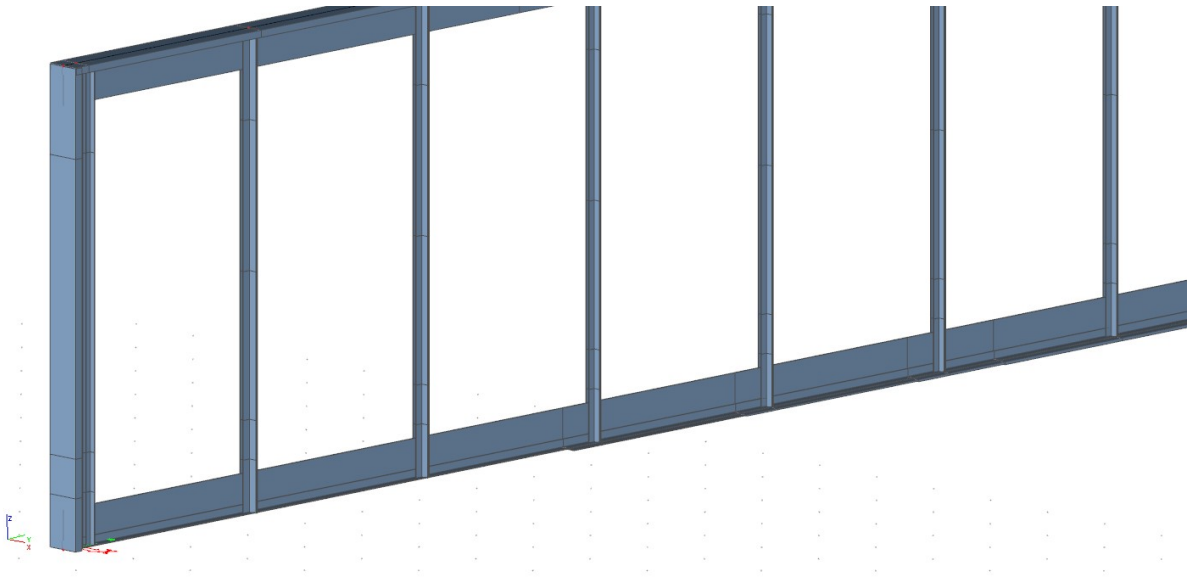
Horní pás je také proměnného průřezu po délce mostu. V modelu sestává z několika průřezů, opatřených svislou excentricitou. Horní pás sahá 225mm za osu krajní svislice.



Obrázek 15 prut horního pásu

### 2.2.3 Svislice

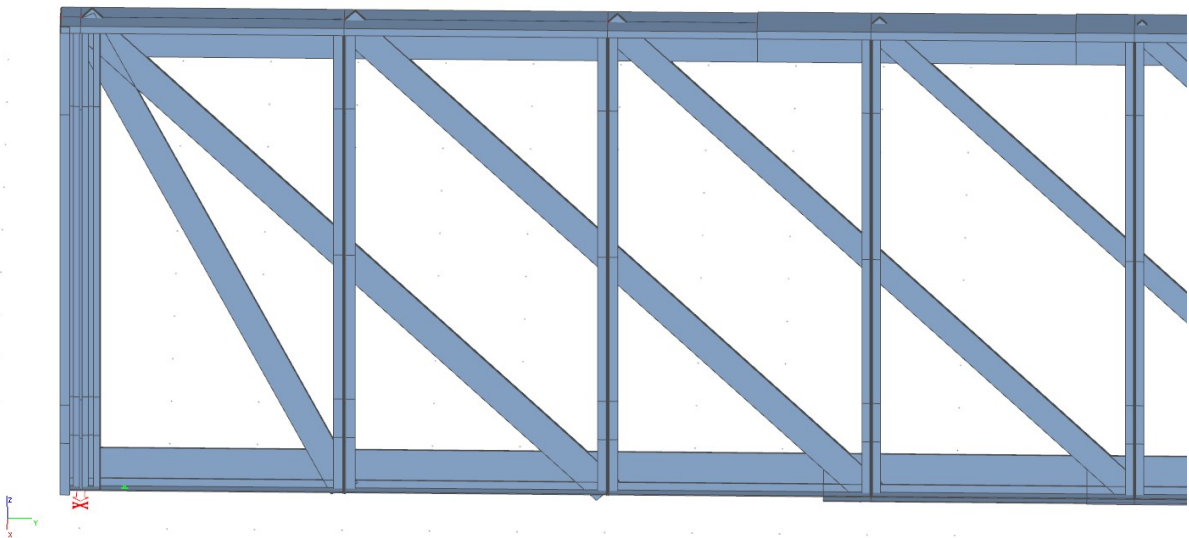
Svislice jsou modelovány jako prutové prvky. Svislice propojují dolní a horní pásy. V tomto modelu je s připojením svislic k pásům počítáno jako s tuhým. Svislice jsou modelovány různými průřezy, tak aby odpovídaly skutečným rozměrům svislic mostu.



Obrázek 16 obrázek svslíc a dolních a horních pásů

#### 2.2.4 Diagonály

Diagonály jsou modelovány jako prutové prvky. Každá diagonála má svůj vlastní průřez, odpovídající jejím skutečným rozměrům. Připojení diagonál k ostatním prvkům hlavního nosníku je modelováno jako tuhé. Křížení diagonál je provedeno nýty, v modelu je toto křížení modelováno jako tuhé.



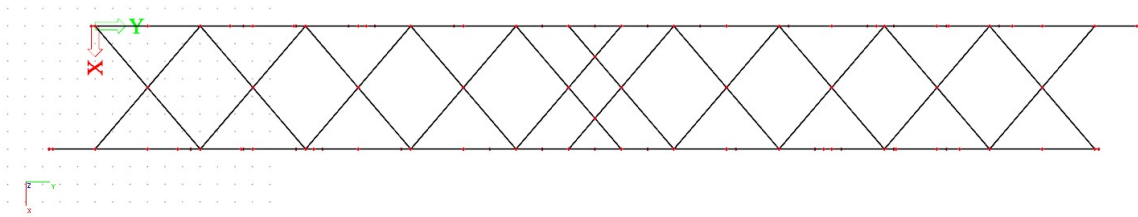
Obrázek 17 Diagonály a ostatní prvky hlavního příhradového nosníku



## 2.3 Ztužení

### 2.3.1 Spodní ztužení

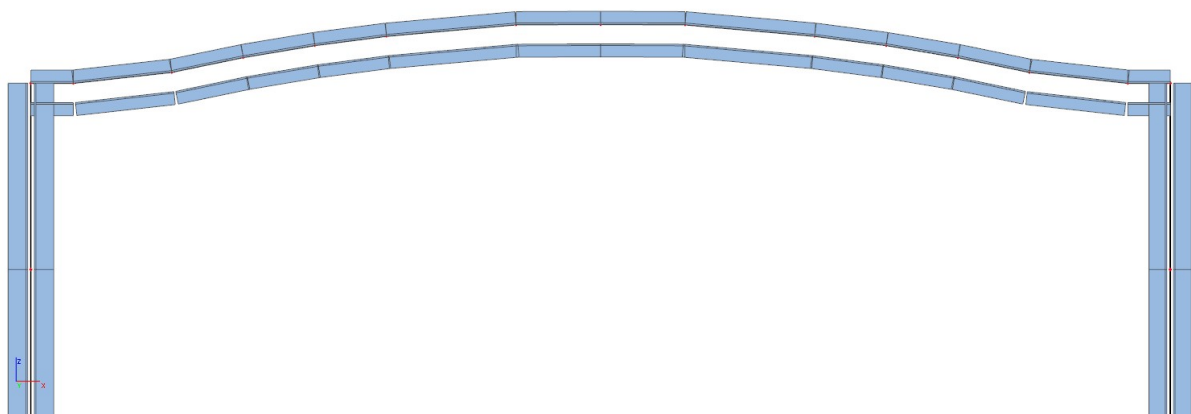
Diagonály spodního podélného ztužení jsou modelovány jako prutové prvky. Diagonály jsou připojeny k dolnímu pásu v místech příčníků, vždy ob jeden příčník. Připojení diagonál k dolnímu pásu hlavního nosníku a křížení diagonál uprostřed příčníku je modelováno jako tuhé.



Obrázek 18 diagonály spodního ztužení

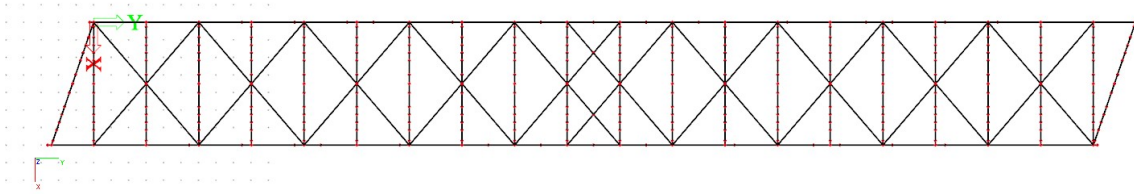
### 2.3.2 Horní ztužení

Příčné horní ztužení se ve skutečnosti skládá z více částí. Ve výpočetním modelu je toto ztužení modelováno jako jeden průřez složený ze dvou dvojic úhelníků o velikosti 80x80x8mm. Svislá vzdálenost dvojice úhelníků činí v modelu 120mm. Příčné ztužení je připojeno k hornímu pásu nad každým příčníkem.



Obrázek 19 Horní příčné ztužení

Diagonály horního podélného ztužení jsou modelovány jako prutové prvky. Diagonály jsou připojeny k hornímu pásu v místech příčného ztužení, vždy ob jeden průřez příčného ztužení. Připojení diagonál k dolnímu pásu hlavního nosníku a křížení diagonál uprostřed příčníku je modelováno jako tuhé.

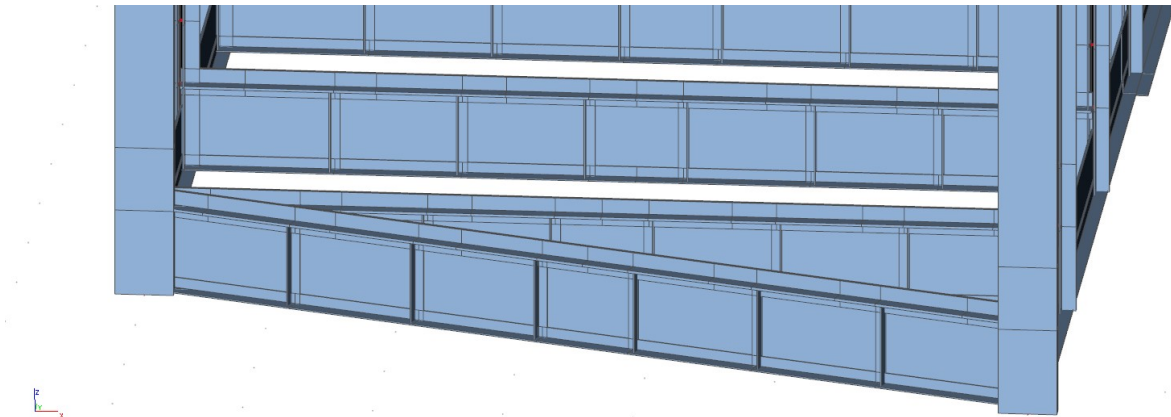


Obrázek 20 diagonály horního ztužení

## 2.4 Příčník

### 2.4.1 Stávající příčník

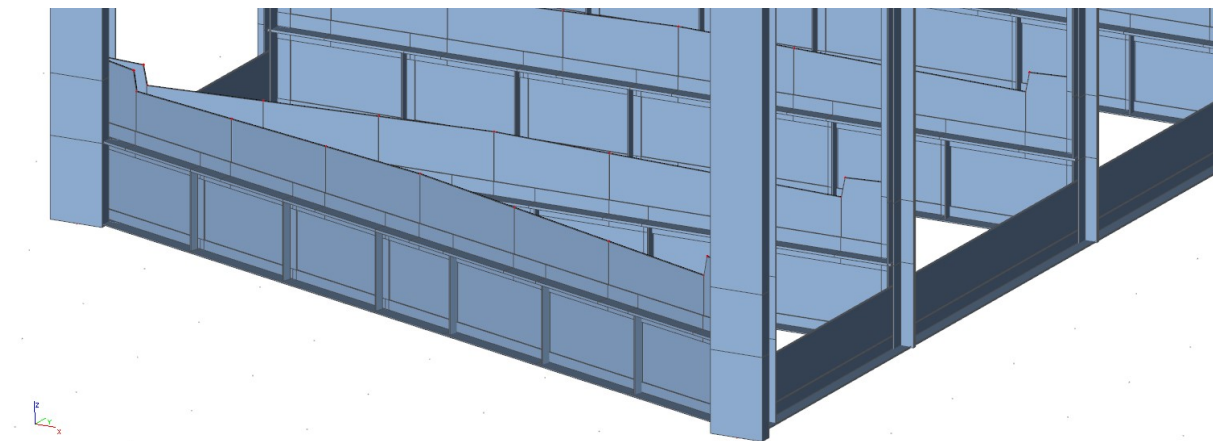
Stávající příčník se skládá z dolních a horních úhelníků tvořících pásnice průřezu, ty jsou modelovány jako prutové prvky. Stojina příčníku o výšce 660mm je modelována jako deskostěnový prvek. Svislé výztuhy příčníku jsou modelovány také jako prutový prvek. Připojení stávajícího příčníku k dolnímu pásu a svislici je tuhé.



Obrázek 21 Stávající příčník

### 2.4.2 Nový příčník

Nový příčník tvoří dva úhelníky spodní pásnice a stojina příčníku. Úhelníky jsou modelovány jako prutový prvek, stojina jako deskostěna.



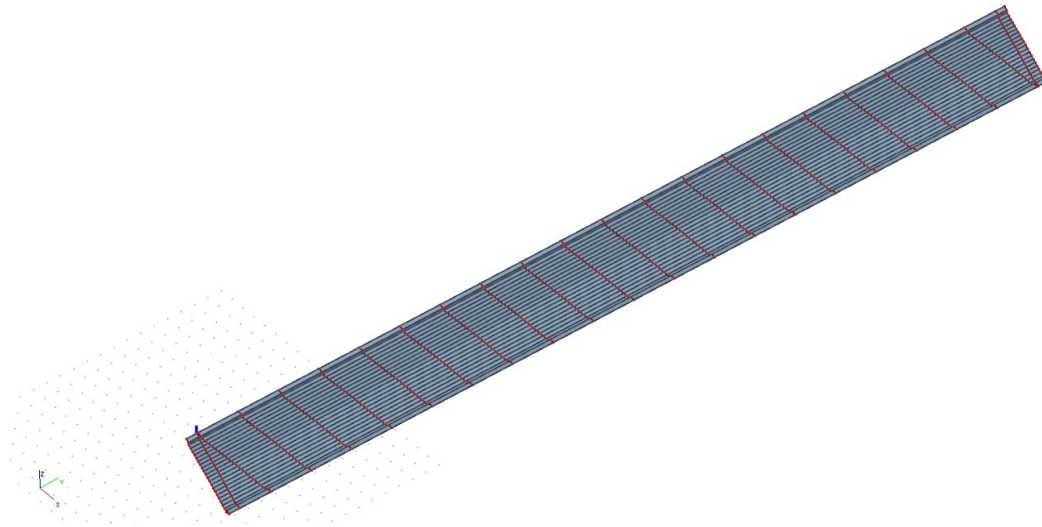
Obrázek 22 Nový příčník



## 2.5 Deska mostovky

### 2.5.1 Deska

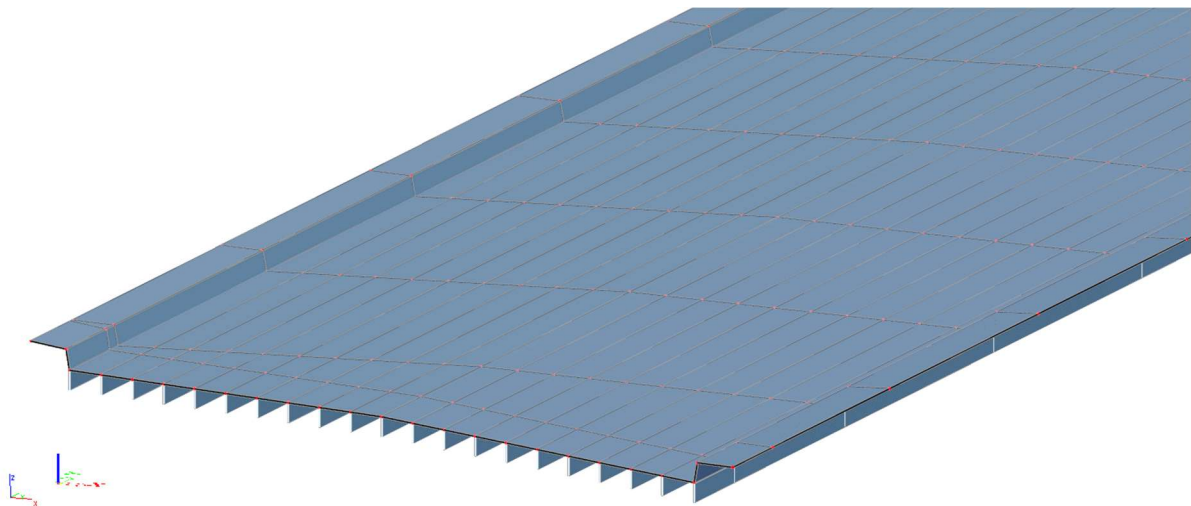
Deska mostovky je modelována jako deskostěna. Modelována je délka desky, tj. i s přesahy za koncový příčník.



Obrázek 23 Deska mostovky

### 2.5.2 Podélná výztuha

Podélná výztuha je modelována jako prutový prvek. Osová vzdálenost podélných výztuh je 300mm.



Obrázek 24 Deska mostovky s podélnými výztuhami

### 3 Zatížení

Zatížení konstrukce je stanoveno dle [8] ČSN EN 1990, [9] ČSN EN 1991-1-1, [10] ČSN EN 1991-2, [11] ČSN EN 1991-1-4, [12] ČSN EN 1991-1-5 a [6] ČSN 73 6222. Uvedeny jsou charakteristické hodnoty zatížení, dílčí součinitele a kombinace pro stanovení návrhových hodnot jsou uvedeny v kapitole 5.

#### 3.1 Stálé zatížení

Zatížení stálé je představováno zatížením vlastní tíhou konstrukce a zatížením ostatním stálým, tedy celkovou tíhou nenosných částí konstrukce, mostního svršku a vybavení mostu.

##### 3.1.1 Vlastní tíha

Zatížení vlastní tíhou je generováno softwarem Scia Engineer

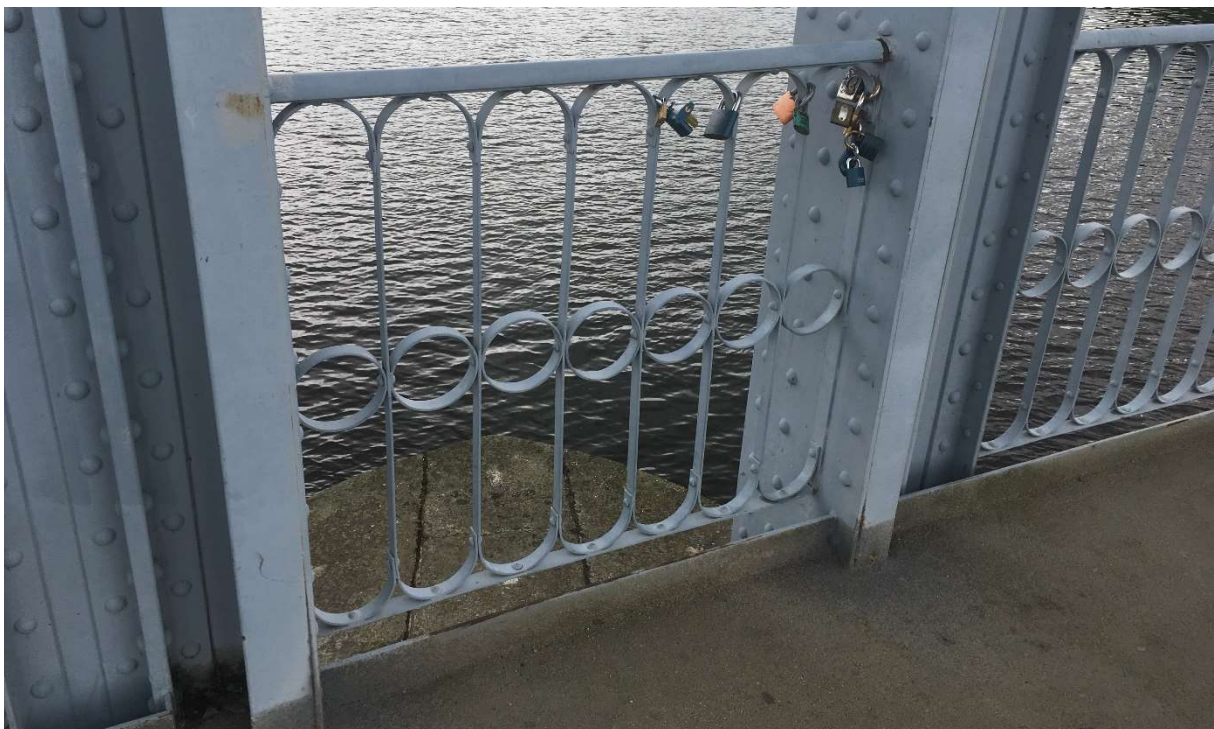
##### 3.1.2 Ostatní stálé

Přímopochozí vrstva:

t=	0,005 m	-tloušťka vrstvy
m=	1000 kg/m <sup>3</sup>	-měrná hmotnost
	10 kN/m <sup>3</sup>	
g <sub>v</sub> =	0,05 kN/m <sup>2</sup>	-plošné zatížení

Zábradlí

g <sub>z</sub> =	0,345 kN/m <sup>2</sup>	-hmotnost jednoho metru zábradlí
------------------	-------------------------	----------------------------------



Obrázek 25 Zábradlí na návodní straně nad středním pilířem P2

## 3.2 Proměnné zatížení

### 3.2.1 Rovnoměrné zatížení teplotou

Zatížení teplotou bylo stanoveno dle [12] ČSN EN 1991-1-5. Pro zatížení teplotou je stanovena rovnoměrná složka. Rovnoměrná složka teploty je aplikována na celou nosnou konstrukci. Uvažovaná referenční teplota  $T_0=10^\circ\text{C}$ .

Typ	1.	-	ocelová nosná konstrukce
$T_{\max}$	40,00	$^\circ\text{C}$	maximální teplota vzduchu ve stínu pro oblast Týn nad Vltavou
$T_{\min}$	-36,00	$^\circ\text{C}$	minimální teplota vzduchu ve stínu pro oblast Týn nad Vltavou
$T_0$	10,00	$^\circ\text{C}$	referenční teplota při které je deformace konstrukce od teploty nulová
$T_{e,\max}$	55,00	$^\circ\text{C}$	Maximální rovnoměrná složka teploty se stanoví dle ČSN EN 1991-1-5, obr.6.1 v závislosti na $T_{\max}$
$T_{e,\min}$	-28,00	$^\circ\text{C}$	Minimální rovnoměrná složka teploty se stanoví dle ČSN EN 1991-1-5, obr.6.1 v závislosti na $T_{\min}$
$\Delta T_{\max}$	$T_{e,\max}-T_0=55-10$		Rovnoměrná složka teploty pro výpočet sil vznikajících od oteplení konstrukce
$\Delta T_{\max}$	45,00	$^\circ\text{C}$	
$\Delta T_{\min}$	$T_0-T_{e,\min}$		Rovnoměrná složka teploty pro výpočet sil vznikajících od ochlazení konstrukce
$\Delta T_{\min}$	-38,00	$^\circ\text{C}$	

### 3.2.2 Vítr

Hodnoty zatížení větrem jsou určeny dle normy [11] ČSN EN 1991-1-4. Určeny jsou hodnoty zatížení větrem v provozní poloze mostu a zatížení větrem při zdvihu. Síly jsou rozděleny dle směru působení na vítr působící příčně na most – ve směru osy  $x$  a vítr působící podélně ve směru mostu – ve směru osy  $y$ . Síly od větru působící na hlavní nosnou konstrukci ve směru  $z$  nejsou, vzhledem k hmotnosti konstrukce, uvažovány.

$\rho$	1,25	$\text{kg/m}^3$	-měrná hmotnost vzduchu
$L$	59,60	m	-délka ve směru $y$
$b$	7,24	m	-šířka ve směru $x$
$d_{\text{tot}}$	6,10	m	-výška návětrné plochy konstrukce

### 3.2.2.1 Zatížení větrem v provozní poloze

Pro vyčíslení hodnot větrných sil působících ve směru x byla použita zjednodušená metoda dle 8.3.2 [11] ČSN EN 1991-1-4.

$v_{b,0} =$	25,00 m/s	-výchozí základní rychlost větru (pro oblast: Týn nad Vltavou)
$C_{dir} =$	1,00 -	-součinitel směru větru
$C_{season} =$	1,00 -	-součinitel ročního období
$v_{b,0} = v_{b,0} * C_{dir} * C_{season} =$	$25 * 1 * 1$	-základní rychlost větru
$v_{b,0} =$	25,00 m/s	
Kategorie:	I -	-Jezera či vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek
$z_e =$	6,38 m	-referenční výška
$c_e =$	2,53 -	-součinitel expozice
$b/d_{tot} =$	1,19 -	
$c_{f,x} =$	2,15 -	-součinitel síly pro mosty
$C =$	$c_e * c_{fx} = 2,53 * 2,15$	-součinitel zatížení větrem
$C =$	5,44 -	
$A_{ref,x} =$	192,62 m <sup>2</sup>	-Referenční plocha

#### Síly od větru na hlavní nosnou konstrukci mostu ve směru x:

$f_{w,x} = 1/2 * \rho * v_b^2 * C =$	$0,5 * 1,25 * 25^2 * 5,44$	-síla větru na plochu mostního pole působící ve směru x
$f_{w,x} =$	2,12 kN/m <sup>2</sup>	
$F_{w,x} = f_w * A_{ref,x} =$	$2,12 * 192,62$	-síla větru na mostní pole působící ve směru x
$F_{w,x} =$	409,28 kN	

#### Síly od větru na hlavní nosnou konstrukci mostu ve směru y:

$f_{w,y} = 0,5 * f_{w,x} =$	$0,5 * 2,12$	-síla větru na plochu mostního pole působící ve směru y
$f_{w,y} =$	1,06 kN/m <sup>2</sup>	
$F_{w,y} = 0,5 * F_{w,x} =$	$0,5 * 409,28$	-síla větru na mostní pole působící ve směru y
$F_{w,y} =$	204,64 kN	

#### Vítr na pilíř ve směru x:

Vzhledem ke geometrii nejsou příčné síly od větru na středový pilíř uvažovány.

Vítr na pilíř ve směru y:

$A_{ref,y} =$	37,11 m <sup>2</sup>	-Referenční plocha
$F_{w,y} = f_{w,y} * A_{ref,y} =$		
$F_{w,y} =$	39,43 kN	-síla větru na střední pilíř působící ve směru y

## 3.2.2.2 Zatížení větrem při zdvihu

Podmínkou pro možný zdvih mostu je maximální okamžitá rychlost větru 15m/s.

$V_{b,0} =$	15,00 m/s	omezená maximální rychlost při které bude možno most zvedat
$C_{dir} =$	1,00 -	součinitel směru větru
$C_{season} =$	1,00 -	součinitel ročního období
$V_{b,0} = V_{b,0} * C_{dir} * C_{season} = 15 * 1 * 1$		základní rychlost větru
$V_{b,0} =$	15,00 m/s	
Kategorie:	I -	Jezera či vodorovné oblasti se zanedbatelnou vegetací a bez překážek
$z_e =$	6,38 m	referenční výška
$c_e =$	2,53 -	součinitel expozice
$b/d_{tot} =$	1,19 -	
$c_{f,x} =$	2,15 -	součinitel síly pro mosty
$C = c_e * c_{fx} = 2,53 * 2,15$		součinitel zatížení větrem
$C =$	5,44 -	
$A_{ref,x} =$	192,62 m <sup>2</sup>	Referenční plocha

Síly od větru na hlavní nosnou konstrukci mostu ve směru x:

$f_{w,x} = 1/2 * \rho * v_b^2 * C = 0,5 * 1,25 * 25^2 * 5,44$	síla větru na plochu mostního pole působící ve směru x
$f_{w,x} =$	0,76 kN/m <sup>2</sup>
$F_{w,x} = f_w * A_{ref,x} = 2,12 * 192,62$	síla větru na mostní pole působící ve směru x
$F_{w,x} =$	147,34 kN

Síly od větru na hlavní nosnou konstrukci mostu ve směru y:

$f_{w,y} = 0,5 * f_{w,x} = 0,5 * 2,12$	síla větru na plochu mostního pole působící ve směru y
$f_{w,y} =$	0,38 kN/m <sup>2</sup>
$F_{w,y} = 0,5 * F_{w,x} = 0,5 * 409,28$	síla větru na mostní pole působící ve směru y
$F_{w,y} =$	73,67 kN

Vítr na pilíř ve směru x:

Vzhledem ke geometrii nejsou příčné síly od větru na středový pilíř uvažovány.

Vítr na pilíř ve směru y:

$A_{ref,y} =$	37,11 m <sup>2</sup>	Referenční plocha
$F_{w,y} = f_{w,y} * A_{ref,y} =$		
$F_{w,y} =$	14,19 kN	síla větru na střední pilíř působící ve směru y

## 3.2.3 Zatížení dopravou

## 3.2.3.1 Zatížení mostu pěšími a cyklisty

Uvažované běžné využití mostu je provozem pěších a cyklistů. Pro posouzení konstrukce bylo použito zatížení dopravou na lávkách dle [10] ČSN EN 1991-2.

Svislé zatížení:

$q_{fk} =$	5,00 kN/m <sup>2</sup>	rovnoměrné zatížení chodci a cyklisty
------------	------------------------	---------------------------------------

Vodorovné zatížení:

Charakteristická hodnota vodorovné síly je rovna 10% z celkového zatížení odpovídajícího rovnoměrnému zatížení. Vodorovná síla působí v úrovni lávky v a proti směru osy **y**.

$Q_{fk} =$	0,1 * $q_{fk}$ * b
$Q_{fk} =$	3,50 kN/m

Most je navrhován i pro možnost výskytu silniční dopravy na mostě, a to z důvodu havárie na mostě vedlejším, silničním. Z důvodu uvažování zatížení vícenápravovými vozidly není pro most stanoveno soustředěné zatížení ani zatížení vozidlem obslužným.

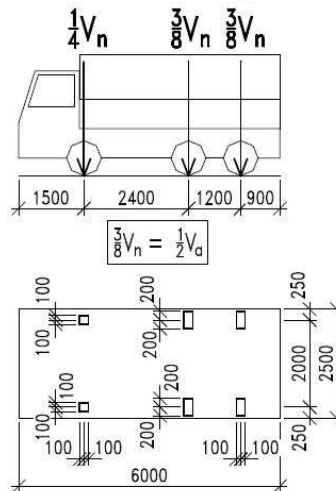
## 3.2.3.2 Zatížení mostu silniční dopravou

Pro zatížení vozidly je využita norma [6] ČSN 73 6222 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací. Tíha modelovaných vozidel je zvolena jako 22t pro zatěžovací schéma normální zatížitelnosti a 40t pro zatěžovací schéma výhradní zatížitelnosti. Tyto hodnoty jsou zvoleny pro ověření, zda most splňuje zatěžovací třídu B.

## Zatížení pro normální zatížitelnost

### Svislé zatížení:

$V_N =$	22,00 t	Hmotnost vozidla
$V_{nw} = 10V_N = 10 \cdot 22$		Tíha vozidla odpovídající normální zatížitelnosti pro zatěžovací třídu B
$V_{nw} =$	220,00 kN	
$V_{aw} = (3/4)V_{nw} = 0,75 \cdot 220$		Hodnota zatížení na zadní dvounápravu v zatěžovacích pruzích č.1 a č.2
$V_{aw} =$	165,00 kN	
$v_n = (1/100)V_{aw} = 0,01 \cdot 165$		rovnoměrné zatížení
$v_n =$	1,65 kN/m <sup>2</sup>	



Obrázek 26 Schéma vozidla pro stanovení normální zatížitelnosti  $V_n$

$w =$	6,00 m	Šířka zatěžovacího prostoru (šířka vozovky)
$n =$	2,00 ks	Počet zatěžovacích pruhů

Normální zatížitelnost je stanovena z tíhy zadní dvounápravu  $V_{aw}$ . Zatížení přední nápravou je nahrazeno ekvivalentním rovnoměrným zatížením v příslušném zatěžovacím pruhu.

$0,25V_{aw} =$	41,25 kN	Zatížení na jedno kolo zadní dvounápravu
$2,5v_n =$	4,13 kN/m <sup>2</sup>	Rovnoměrné zatížení v zatěžovacích pruzích č.1 a č.2

### Vodorovné zatížení:

Vodorovné zatížení reprezentují brzdné a rozjezdové síly. Brzdná síla  $Q_{lk}$  je uvažována jako podélná síla v úrovni povrchu vozovky. Charakteristická hodnota pro celou šířku mostu je počítána jako část celkového maximálního svislého zatížení umístěného v zatěžovacím pruhu číslo 1.

$$Q_{lnk} = 0,6 \cdot (1/2 \cdot V_{aw}) + 0,1 \cdot (2,5 \cdot v_n) \cdot w \cdot L$$

$$Q_{lnk} \in (180 \cdot \alpha; 900)$$

$$Q_{lnk} = 123,255 \text{ kN}$$



Rozjezdová síla je uvažována stejnou velikostí jako brzdná, ale opačného směru.

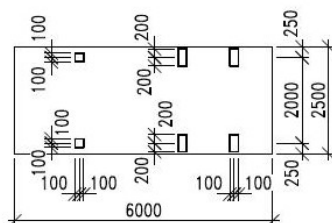
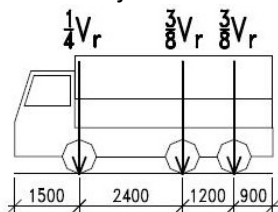
Sestavy zatížení dopravou pro: Normální zatížitelnost

Sestava zatížení	Normální zatížení	Vodorovné síly	Zatížení chodníků a cyklistických pruhů
$n_1$	Charakteristická hodnota	-	Redukovaná hodnota $w_f=2,5\text{kN/m}^2$
$n_2$	Častá hodnota ( $\psi_1$ násobek charakteristické hodnoty)	Charakteristická hodnota	-
$n_3$ (pro posouzení na únavu)	Častá hodnota ( $\psi_1$ násobek charakteristické hodnoty)	-	-

**Zatížení pro výhradní zatížitelnost**

Svislé zatížení:

- $V_r = 40,00 \text{ t}$  Hmotnost vozidla
- $V_{rw} = 10V_R = 10 * 40$  Tíha vozidla odpovídající výhradní zatížitelnosti pro zatěžovací třídu B
- $V_{rw} = 400,00 \text{ kN}$
- $(1/4)V_r = 100,00 \text{ kN}$  Zatížení přední nápravou vozidla
- $50 \text{ kN}$  Zatížení na jedno kolo přední nápravy
- $(3/4)V_r = 300,00 \text{ kN}$  Zatížení zadní dvounápravou vozidla
- $75 \text{ kN}$  Zatížení na jedno kolo zadní nápravy



Obrázek 27 Schéma vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti  $V_r$



Vodorovné zatížení:

$$Q_{irk} = 0,6 * (3/8 * V_{rw})$$

$$Q_{irk} \in (180 * \alpha; 900)$$

$$Q_{irk} = 90 \text{ kN}$$

Rozjezdová síla je uvažována stejnou velikostí jako brzdná, ale opačného směru.

Sestavy zatížení dopravou pro:

Výhradní zatížitelnost

Sestava zatížení	Výhradní zatížení	Vodorovné síly	Zatížení chodníků a cyklistických pruhů
$r_1$	Charakteristická hodnota	-	Redukovaná hodnota $w_f = 2,5 \text{ kN/m}^2$
$r_2$	Častá hodnota ( $\psi_1$ násobek charakteristické hodnoty)	Charakteristická hodnota	-

**Zatížení chodníků za silničního provozu ve vozovce**

Zároveň se zatížením vícenápravovými vozidly je uvažováno i se zatížením chodníků.

$$w_f = 2,5 \text{ kN/m}^2 \quad \text{Zatížení chodníků působící zároveň se zatížením silniční dopravou}$$

## 4 Zatěžovací stavy

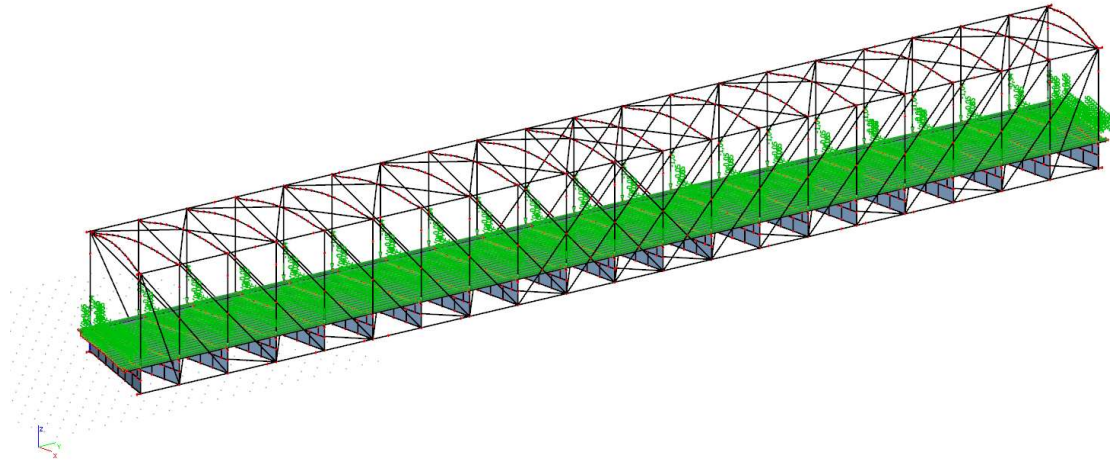
Pro stanovení vnitřních sil byly vytvořeny zatěžovací stavy odpovídající jednotlivým zatížením konstrukce.

### 4.1 ZS1 Vlastní tíha

Zatížení vlastní tíhou je generováno softwarem Scia Engineer.

#### 4.2 ZS2 Ostatní stálé

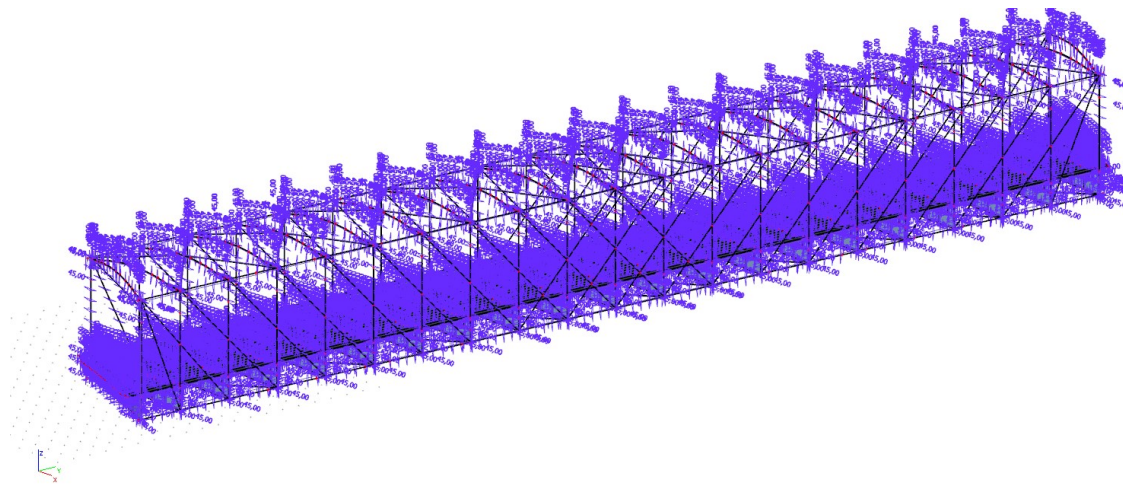
Plošné zatížení působí na desku mostovky, zatížení od zábradlí přenáší svislice.



Obrázek 28 Schéma ZS2

#### 4.3 ZS3 Rovnoměrné oteplení

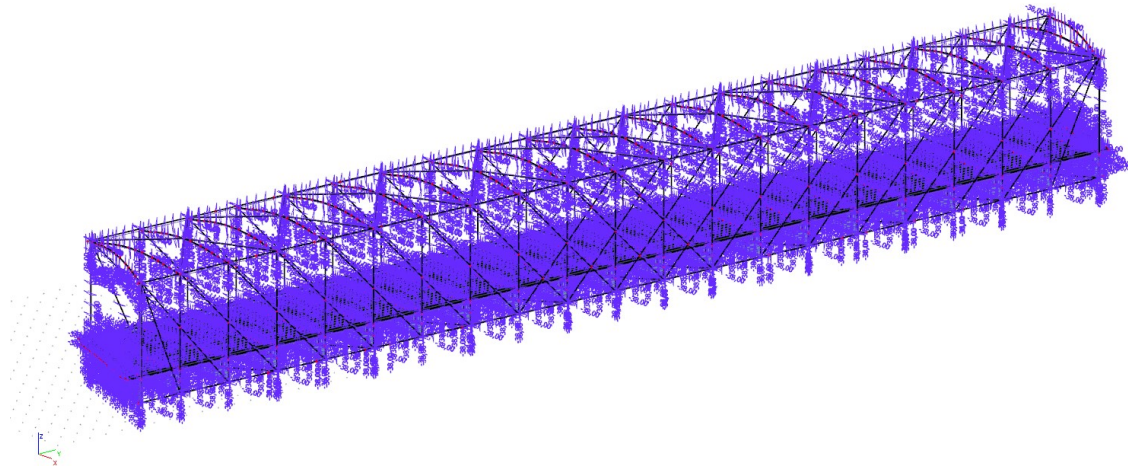
Rovnoměrné oteplení působí na celou nosnou konstrukci



Obrázek 29 Schéma ZS3

#### 4.4 ZS4 Rovnoměrné ochlazení

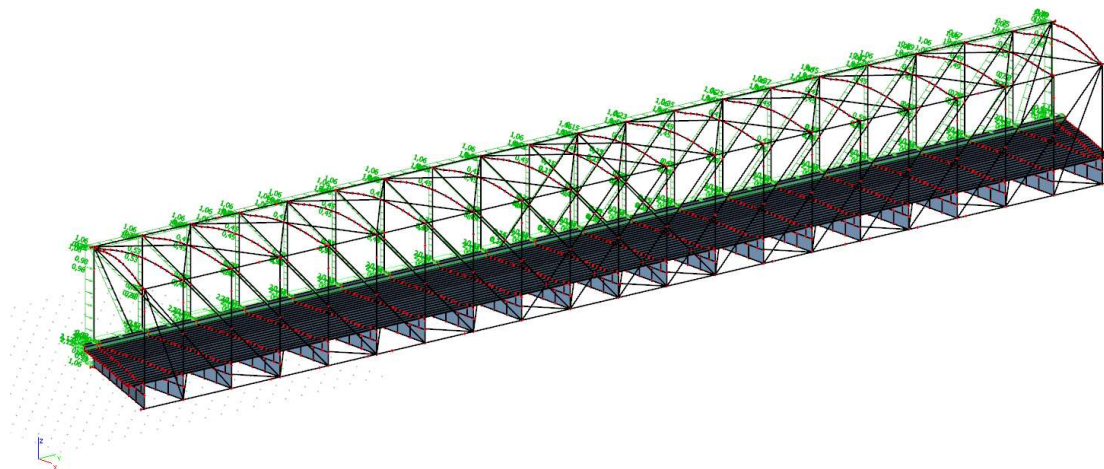
Rovnoměrné ochlazení působí na celou nosnou konstrukci



Obrázek 30 Schéma ZS4

#### 4.5 ZS5 Vítr ve směru x

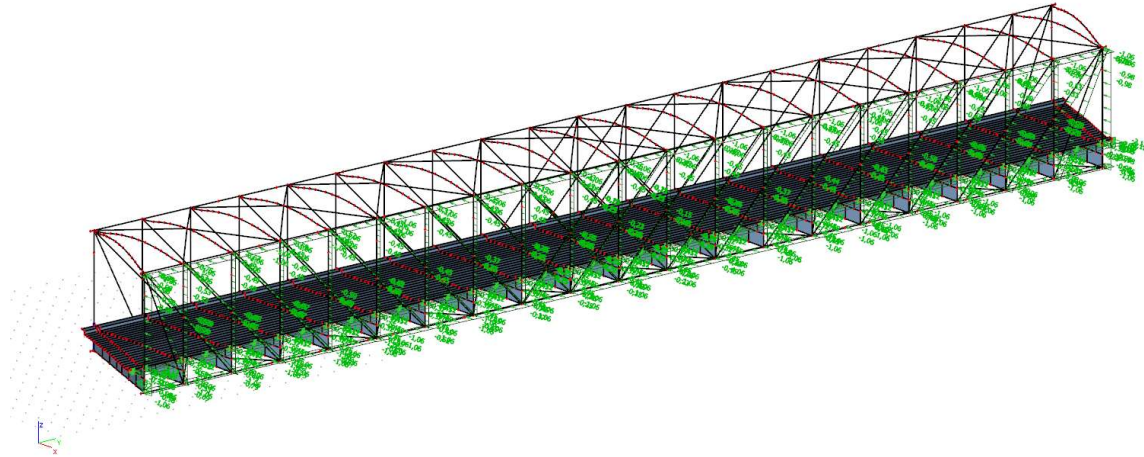
Vítr v příčném směru, ve směru osy x, působí na povodní stranu konstrukce. Působí na svislice, diagonály, dolní a horní pásy hlavního příhradového nosníku. Působení je také modelováno na krajní podélné výtzuze desky mostovky.



Obrázek 31 Schéma ZS5

#### 4.6 ZS6 Vítr proti směru x

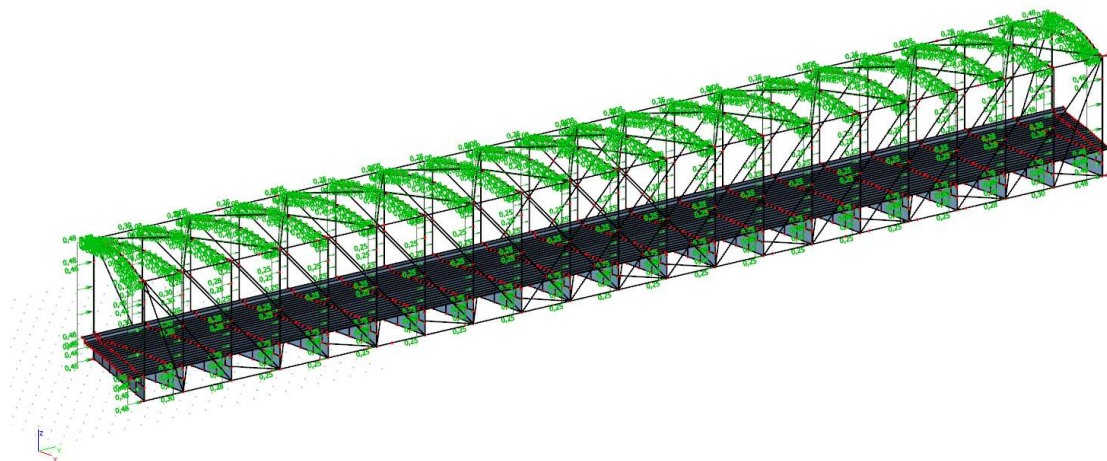
Vítr v příčném směru, proti směru osy x, působí na návodní stranu konstrukce. Působí na svislice, diagonály, dolní a horní pásy hlavního příhradového nosníku. Působení je také modelováno na krajní podélné výztuze desky mostovky.



Obrázek 32 Schéma ZS6

#### 4.7 ZS7 Vítr ve směru y

Vítr v podélném směru, po směru osy y, působí po celé délce konstrukce. Modelován je na svislice a horní ztužení.

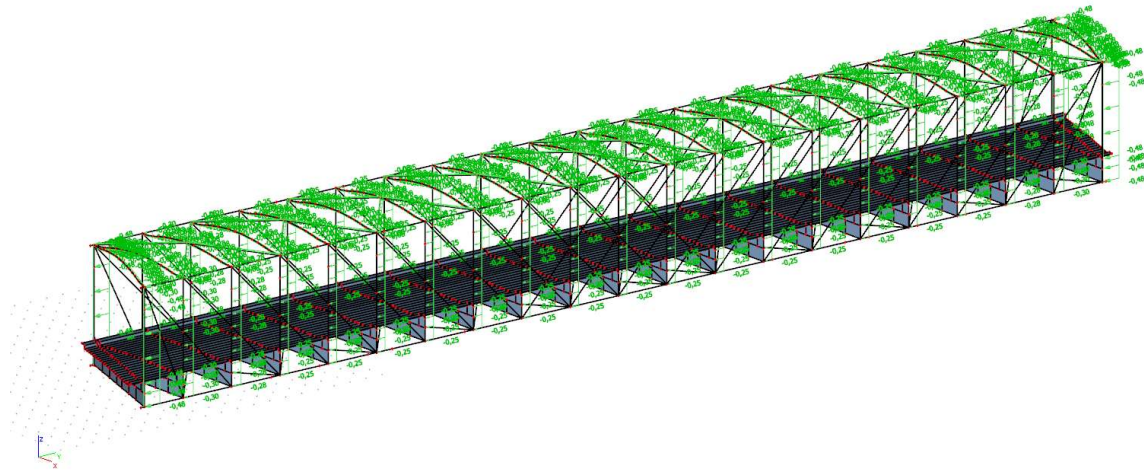


Obrázek 33 Schéma ZS7



#### 4.8 ZS8 Vítr proti směru y

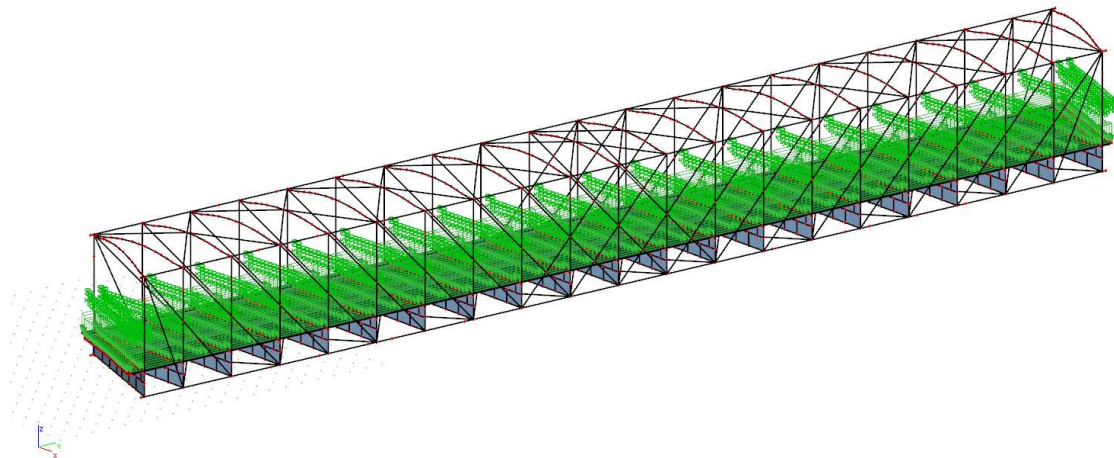
Vítr v podélném směru, proti směru osy y, působí po celé délce konstrukce. Modelován je na svislice a horní ztužení.



Obrázek 34 Schéma ZS8

#### 4.9 ZS9 Rovnoměrné zatížení (lávka)

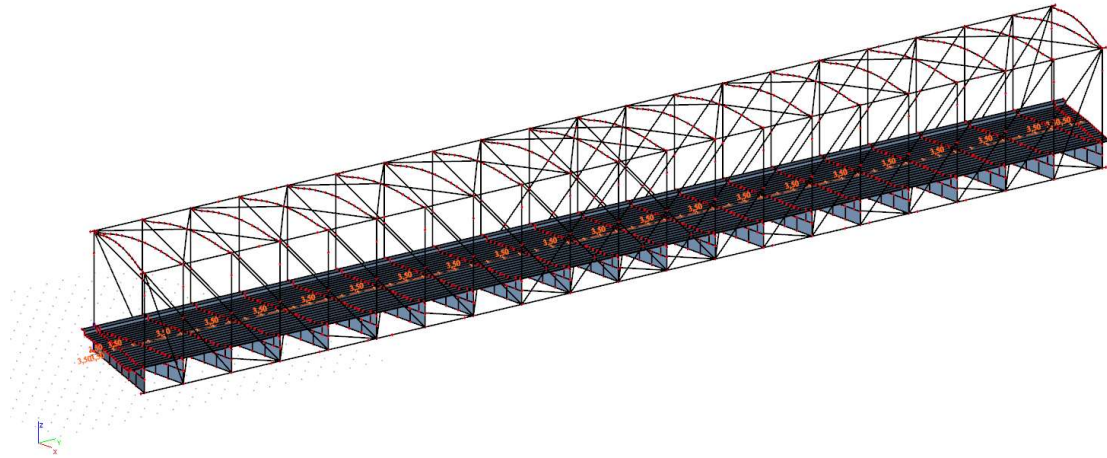
Zatížení provozem pěších a cyklistů na lávce je modelováno plošným zatížením po celé délce vozovky a chodníků.



Obrázek 35 Schéma ZS9

#### 4.10 ZS10 Vodorovné síly ve směru y (lávka)

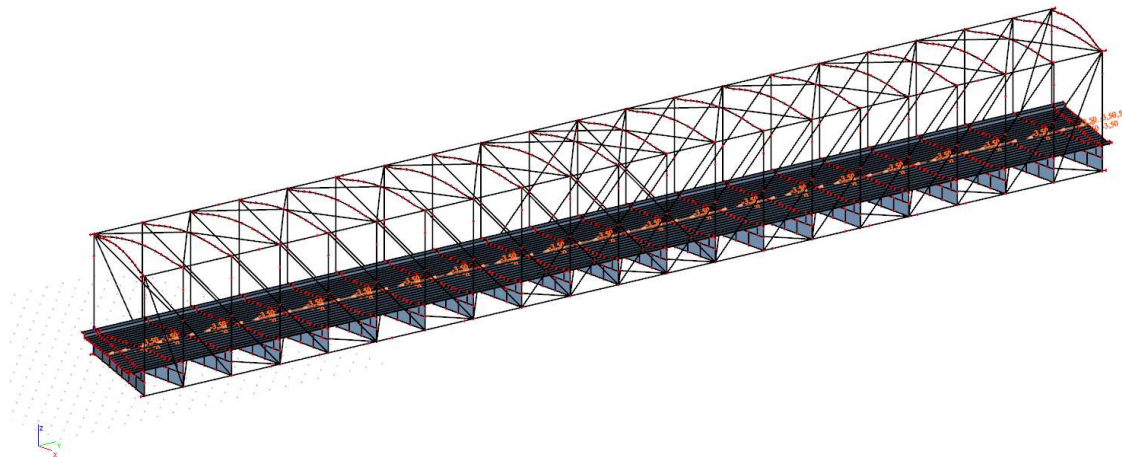
Vodorovné síly od zatížení provozem pěších a cyklistů jsou reprezentovány spojitým vodorovným zatížením v ose mostu.



Obrázek 36 Schéma ZS10

#### 4.11 ZS11 Vodorovné síly proti směru y

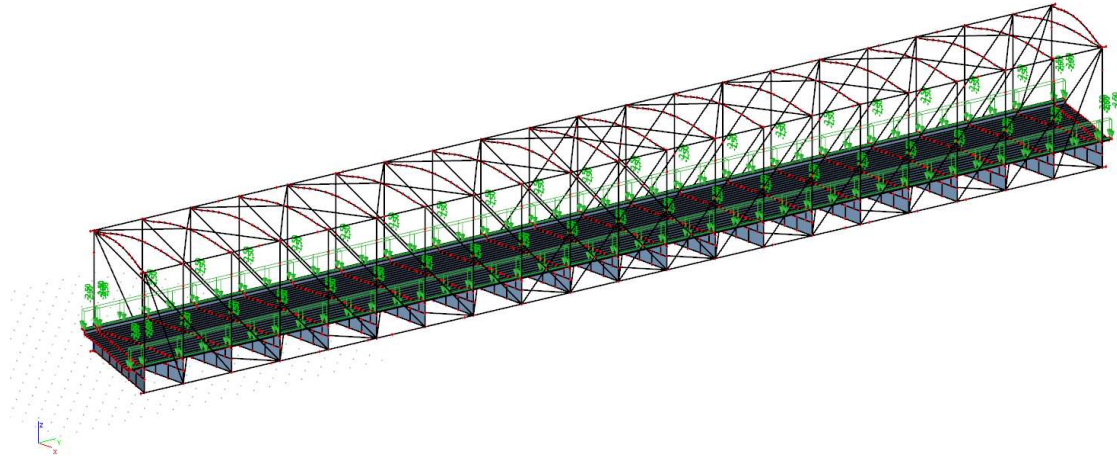
Vodorovné síly od zatížení provozem pěších a cyklistů jsou reprezentovány spojitým vodorovným zatížením v ose mostu.



Obrázek 37 Schéma ZS11

#### 4.12 ZS12 Zatížení chodníků (pro silniční most)

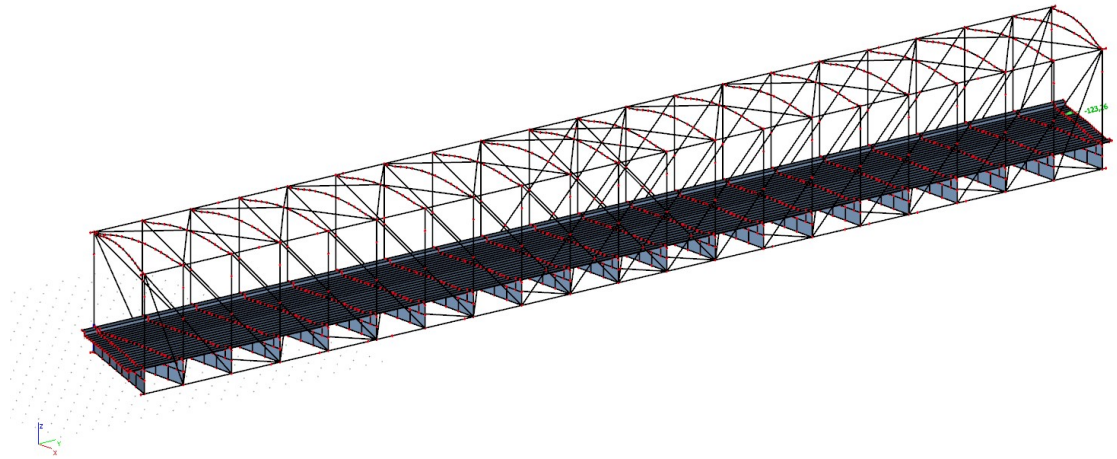
Zatížení chodníků mostu během silničního provozu ve vozovce je modelováno jako plošné zatížení.



Obrázek 38 Schéma ZS12

#### 4.13 ZS13 N.Brzdná síla (Normální zatížitelnost)

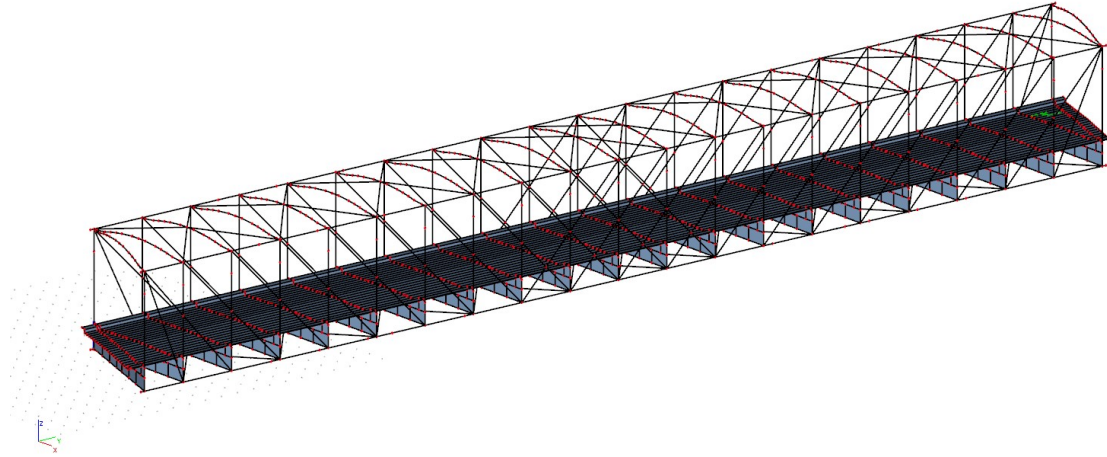
Brzdná síla je umístěna u krajního příčniku, kde je vyvozován nejnepříznivější účinek od vodorovné síly.



Obrázek 39 Schéma ZS13

#### 4.14 ZS14 N.Rozjezdová síla (Normální zatížitelnost)

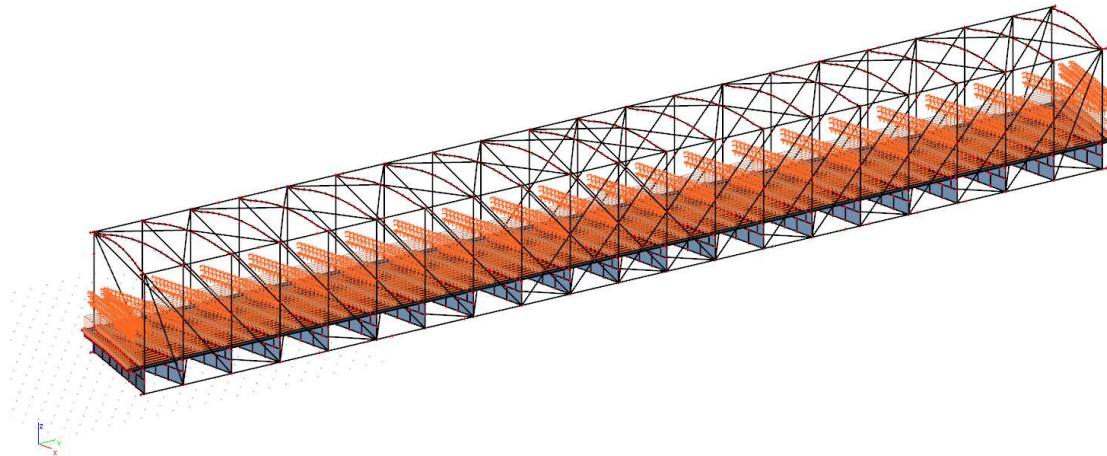
Rozjezdová síla je umístěna u krajního příčniku, kde je vyvozován nejnepříznivější účinek od vodorovné síly.



Obrázek 40 Schéma ZS14

#### 4.15 ZS15 N.zatížitelnost - rovnoměrné zatížení (Normální zatížitelnost)

Rovnoměrné zatížení je modelováno po celé ploše vozovky a chodníků.

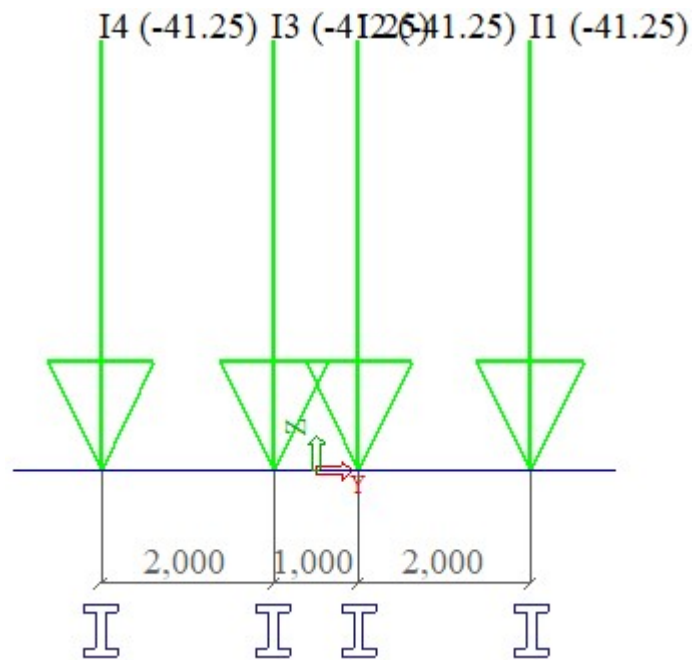


Obrázek 41 Schéma ZS15



#### 4.16 ZS16 N.zatížitelnost - zatížení dvounápravy (Normální zatížitelnost)

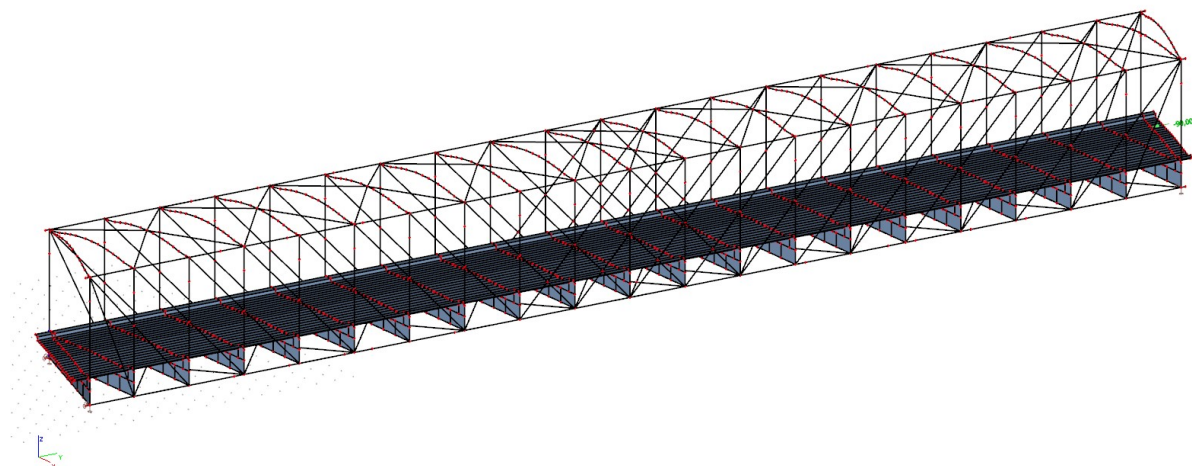
Zatěžovací stav číslo 16 je modelován pomocí funkce pohyblivého zatížení. Jízdní pruh pohyblivého zatížení prochází středem vozovky.



Obrázek 42 Nápravové síly ZS16

#### 4.17 ZS17 V.Brzdná síla (Výhradní zatížitelnost)

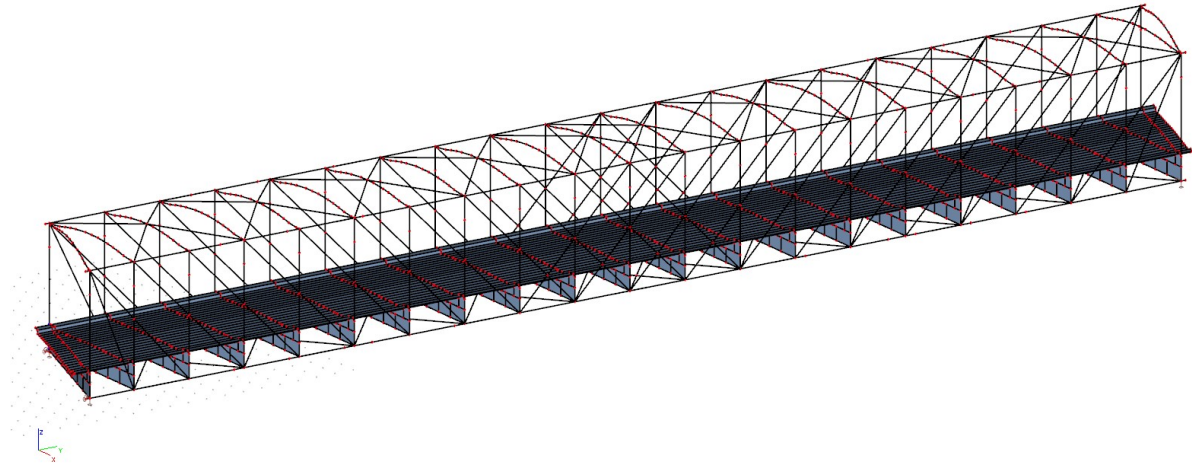
Brzdná síla je umístěna u krajního příčnicku, kde je vyvozován nejnepříznivější účinek od vodorovné síly.



Obrázek 43 Schéma ZS17

#### 4.18 ZS18 V. Rozjezdová síla (Výhradní zatížitelnost)

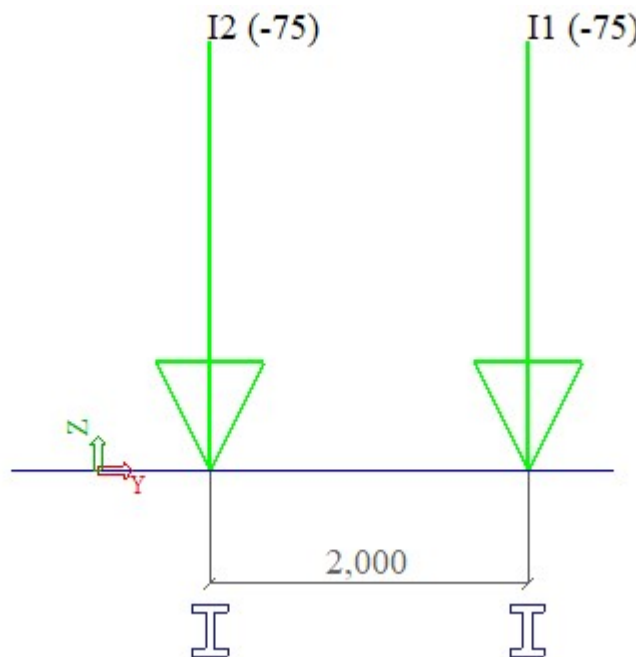
Rozjezdová síla je umístěna u krajního příčnicku, kde je vyvozován nejnepříznivější účinek od vodorovné síly.



Obrázek 44 Schéma ZS18

#### 4.19 ZS 19 V.zatížitelnost - zatížení dvounápravy (Výhradní zatížitelnost)

Zatěžovací stav číslo 19 je modelován pomocí funkce pohyblivého zatížení. Jízdní pruh pohyblivého zatížení prochází středem vozovky.



Obrázek 45 Nápravové síly ZS19

## 5 Kombinace

Kombinace, kombinační součinitele se řídí dle normy [8] ČSN EN 1990 přílohy A. Dopravní zatížení je vždy považováno za dominantní proměnné zatížení. Jedinou výjimkou jsou kombinace pro zdvih konstrukce, kdy je hlavním proměnným zatížením vítr s hodnotami zatížení větrem při zdvihu (omezená max. rychlost větru na 15m/s).

### 5.1 Mezní stav Únosnosti:

Pro ověření konstrukce z hlediska mezních stavů únosnosti se použije návrhová hodnota zatížení, vyjádřena následujícím výrazem:

#### rovnice 6.10

$$\Sigma \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \Sigma \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

### 5.2 Mezní stav Použitelnosti:

Pro ověření konstrukce z hlediska mezních stavů použitelnosti se použije charakteristická hodnota zatížení, vyjádřena následujícími výrazy:

#### charakteristická kombinace zatížení

$$\Sigma G_{k,j} + Q_{k,1} + \Sigma \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

#### častá kombinace zatížení

$$\Sigma G_{k,j} + \psi_{1,1} Q_{k,1} + \Sigma \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

### 5.3 Sestavy zatížení:

**Sestava zatížení dopravou pro:** Provoz na lávce

Sestava zatížení	Rovnoměrné zatížení	Vodorovné síly	Obslužné vozidlo
$gr_1$	Charakteristická hodnota	Charakteristická hodnota	-

**Sestava zatížení dopravou pro:** Normální zatížitelnost

Sestava zatížení	Normální zatížení	Vodorovné síly	Zatížení chodníků a cyklistických pruhů
$n_1$	Charakteristická hodnota	-	Redukovaná hodnota $w_f=2,5\text{kN/m}^2$
$n_2$	Častá hodnota ( $\psi_1$ násobek charakteristické hodnoty)	Charakteristická hodnota	-

Sestava zatížení dopravou pro:

Výhradní zatížitelnost

Sestava zatížení	Výhradní zatížení	Vodorovné síly	Zatížení chodníků a cyklistických pruhů
$r_1$	Charakteristická hodnota	-	Redukovaná hodnota $w_f=2,5\text{kN/m}^2$
$r_2$	Častá hodnota ( $\psi_1$ násobek charakteristické hodnoty)	Charakteristická hodnota	-

## 5.4 Kombinační součinitele

Tabulka 1

### Kombinační součinitele:

		$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\delta=\delta_1$	$\delta=\delta_2$
<b>Stálá zatížení:</b>								
ZS1	Vlastní tíha	1,35	1,00	-	-	-	-	-
ZS2	Ostatní stálé	1,35	1,00	-	-	-	-	-
<b>Proměnná zatížení:</b>								
ZS3	Rovnoměrné oteplení	1,50	0,00	0,60	0,60	0,50	-	-
ZS4	Rovnoměrné ochlazení	1,50	0,00	0,60	0,60	0,50	-	-
ZS5	Vítr ve směru x	1,50	0,00	0,60	0,20	0,00	-	-
ZS6	Vítr proti směru x	1,50	0,00	0,60	0,20	0,00	-	-
ZS7	Vítr ve směru y	1,50	0,00	0,60	0,20	0,00	-	-
ZS8	Vítr proti směru y	1,50	0,00	0,60	0,20	0,00	-	-
<b>Provoz na lávce</b>		1,35	0,00	-	-	-		
ZS9	Rovnom. zatížení (lávka)	1,35	0,00	0,00	0,40	0,00	-	-
ZS10	Vod.síly ve směru y	1,35	0,00	0,00	0,40	0,00	-	-
ZS11	Vod. síly proti směru y	1,35	0,00	0,00	0,40	0,00	-	-
<b>Zatížitelnost</b>		1,35	0,00					
ZS12	Zatížení chodníků	1,35	0,00	0,00	0,40	0,00	1,25	1,20
<b>• Normální</b>		-	-	0,75	0,75	-		
ZS13	N.Brzdná síla	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	-	1,20
ZS14	N.Rozjezdová síla	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	-	1,20
ZS15	N.zatížitelnost - rovnoměrné zatížení	1,35	0,00	0,75	0,75	0,00	-	1,20
ZS16	N.zatížitelnost - zatížení dvounápravy	1,35	0,00	0,75	0,75	0,00	-	1,20
<b>• Výhradní</b>		-	-	0,75	0,75	-		
ZS17	V.Brzdná síla	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	-
ZS18	V.Rozjezdová síla	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	-
ZS19	V.zatížitelnost - zatížení dvounápravy	1,35	0,00	0,75	0,75	0,00	1,25	-

## 5.5 Výsledné kombinace

Tabulka 2.1

Tabulka výsledných kombinací: 1.část ze 3

	Hlavní proměnné zatížení:	Rovnoměrné zatížení lávky	Normální zatížitelnost sestava n1	Normální zatížitelnost sestava n2	Výhradní zatížitelnost sestava r1	Výhradní zatížitelnost sestava r2	Vitr (kombinace pro zdvih)
Číslo zat. stavu	Část Kombinace:	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
	Mezní stav:	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti
ZS1	Vlastní tíha	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$
ZS2	Ostatní stálé	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$	$Y_{sup} = 1,350$
ZS3	Rovnoměrné oteplení	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	-
ZS4	Rovnoměrné ochlazení	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	-
ZS5	Vitr ve směru x	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} = 1,500$
ZS6	Vitr proti směru x	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} = 1,500$
ZS7	Vitr ve směru y	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} = 1,500$
ZS8	Vitr proti směru y	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$Y_{sup} = 1,500$
ZS9	Rovnom. zat. (lávka)	$Y_{sup} = 1,350$	-	-	-	-	-
ZS10	Vod.sily ve směru y	$Y_{sup} = 1,350$	-	-	-	-	-
ZS11	Vod. síly proti směru y	$Y_{sup} = 1,350$	-	-	-	-	-
ZS12	Zatížení chodníků	-	$Y_{sup} * \delta_2 = 1,620$	-	$Y_{sup} * \delta_1 = 1,688$	-	-
ZS13	N.Brzdná síla	-	-	$Y_{sup} * \delta_2 = 1,620$	-	-	-
ZS14	N.Rozjezdová síla	-	-	$Y_{sup} * \delta_2 = 1,620$	-	-	-
ZS15	N.zatížitelnost - rovnoměrné zatížení	-	$Y_{sup} * \delta_2 = 1,620$	$Y_{sup} * \delta_2 * \psi_1 = 1,215$	-	-	-
ZS16	N.zatížitelnost - zatížení dvouúpravy	-	$Y_{sup} * \delta_2 = 1,620$	$Y_{sup} * \delta_2 * \psi_1 = 1,215$	-	-	-
ZS17	V.Brzdná síla	-	-	-	-	$Y_{sup} * \delta_1 = 1,688$	-
ZS18	V.Rozjezdová síla	-	-	-	-	$Y_{sup} * \delta_1 = 1,688$	-
ZS19	V.zatížitelnost - zatížení dvouúpravy	-	-	-	$Y_{sup} * \delta_1 = 1,688$	$Y_{sup} * \delta_1 * \psi_1 = 1,266$	-

## Tabulka 2.2

## Tabulka výsledných kombinací: 2.část ze 3

	Hlavní proměnné zatížení:	Rovnoměrné zatížení lávky	Normální zatížitelnost sestava n1	Normální zatížitelnost sestava n2	Výhradní zatížitelnost sestava r1	Výhradní zatížitelnost sestava r2	Vítr (kombinace pro zdvih)
Číslo zat. stavu	Část Kombinace: Mezní stav:	Charakteristická Použitelnosti	Charakteristická Použitelnosti	Charakteristická Použitelnosti	Charakteristická Použitelnosti	Charakt. Použitelnosti	Charakt. Použitelnosti
ZS1	Vlastní tíha	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000
ZS2	Ostatní stálé	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000
ZS3	Rovnoměrné oteplení	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	-
ZS4	Rovnoměrné ochlazení	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	-
ZS5	Vítr ve směru x	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	= 1,000
ZS6	Vítr proti směru x	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	= 1,000
ZS7	Vítr ve směru y	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	= 1,000
ZS8	Vítr proti směru y	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	$\psi_{0f}$ = 0,600	= 1,000
ZS9	Rovnom. zat. (lávka)	= 1,000	-	-	-	-	-
ZS10	Vod.síly ve směru y	= 1,000	-	-	-	-	-
ZS11	Vod. síly proti směru y	= 1,000	-	-	-	-	-
ZS12	Zatížení chodníků	-	$\delta_2$ = 1,200	-	$\delta_1$ = 1,250	-	-
ZS13	N.Brzdná síla	-	-	$\delta_2$ = 1,200	-	-	-
ZS14	N.Rozjezdová síla	-	-	$\delta_2$ = 1,200	-	-	-
ZS15	N.zatížitelnost - rovnoměrné zatížení	-	$\delta_2$ = 1,200	$\delta_2 * \psi_1$ = 0,900	-	-	-
ZS16	N.zatížitelnost - zatížení dvounápravy	-	$\delta_2$ = 1,200	$\delta_2 * \psi_1$ = 0,900	-	-	-
ZS17	V.Brzdná síla	-	-	-	-	$\delta_2$ = 1,250	-
ZS18	V.Rozjezdová síla	-	-	-	-	$\delta_1$ = 1,250	-
ZS19	V.zatížitelnost - zatížení dvounápravy	-	-	-	$\delta_1$ = 1,250	$\delta_1 * \psi_1$ = 0,938	-



Tabulka 2.3

Tabulka výsledných kombinací: 3.část ze 3

	Hlavní proměnné zatížení:	Rovnoměrné zatížení lávky	Normální zatížitelnost sestava n1	Normální zatížitelnost sestava n2	Výhradní zatížitelnost sestava r1	Výhradní zatížitelnost sestava r2
Číslo zat. stavu	Část Kombinace:	Častá	Častá	Častá	Častá	Častá
	Mezní stav:	Použitelnosti	Použitelnosti	Použitelnosti	Použitelnosti	Použitelnosti
ZS1	Vlastní tíha	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000
ZS2	Ostatní stálé	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000	= 1,000
ZS3	Rovnoměrné oteplení	$\psi_2 =$ 0,500	$\psi_2 =$ 0,500	$\psi_2 =$ 0,500	$\psi_2 =$ 0,500	$\psi_2 =$ 0,500
ZS4	Rovnoměrné ochlazení	$\psi_2 =$ 0,500	$\psi_2 =$ 0,500	$\psi_2 =$ 0,500	$\psi_2 =$ 0,500	$\psi_2 =$ 0,500
ZS5	Vítr ve směru x	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000
ZS6	Vítr proti směru x	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000
ZS7	Vítr ve směru y	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000
ZS8	Vítr proti směru y	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000	$\psi_2 =$ 0,000
ZS9	Rovnom. zat. (lávka)	$\psi_1 =$ 0,400	-	-	-	-
ZS10	Vod.sily ve směru y	$\psi_1 =$ 0,400	-	-	-	-
ZS11	Vod. sily proti směru y	$\psi_1 =$ 0,400	-	-	-	-
ZS12	Zatížení chodníků	-	$\delta_2 * \psi_1 =$ 0,480	-	$\delta_1 * \psi_1 =$ 0,500	-
ZS13	N.Brzdná síla	-	-	$\delta_2 * \psi_1 =$ 0,900	-	-
ZS14	N.Rozjezdová síla	-	-	$\delta_2 * \psi_1 =$ 0,900	-	-
ZS15	N.zatížitelnost - rovnoměrné zatížení	-	$\delta_2 * \psi_1 =$ 0,900	$(\delta_2 * \psi_1) * \psi_1 =$ 0,675	-	-
ZS16	N.zatížitelnost - zatížení dvounápravy	-	$\delta_2 * \psi_1 =$ 0,900	$(\delta_2 * \psi_1) * \psi_1 =$ 0,675	-	-
ZS17	V.Brzdná síla	-	-	-	-	$\delta_1 * \psi_1 =$ 0,938
ZS18	V.Rozjezdová síla	-	-	-	-	$\delta_1 * \psi_1 =$ 0,938
ZS19	V.zatížitelnost - zatížení dvounápravy	-	-	-	$\delta_1 * \psi_1 =$ 0,938	$(\delta_1 * \psi_1) * \psi_1 =$ 0,703

## 6 Posouzení Ideální konstrukce

### 6.1 MSÚ

Posuzovány jsou hlavní příhradové nosníky, tj.: dolní a horní pásy, svislice a diagonály; dále je posouzeno horní a spodní ztužení, žebra desky mostovky a příčník. Jedná se o nýtovanou konstrukci z plávkové oceli z 19. století. Jednotlivé průřezy jsou zatříděny, nicméně vzhledem ke stáří konstrukce jsou i průřezy I. a II. třídy posouzeny pružně, tedy jako průřezy III. třídy.

#### 6.1.1 Hlavní příhradové nosníky:

Z hodnot vnitřních sil je patrné, že dominantním zatížením je u každého z prvků osová síla. Průřezy příhradových nosníků jsou posuzovány zejména na zatížení osovou silou a na její interakci s ohybovými momenty

##### 6.1.1.1 Dolní pás

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**
- Nejnámáhanější část: B103
- Umístění na konstrukci: Střed rozpětí
- Tvar průřezu: U8-13

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
3255,57	9,99	20,38	0,82	40,86	-15,54

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-materiál
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	420	mm	-šířka
h=	546	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	390	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	16	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	190	mm	-délka přečnávající části pásnice
t <sub>f</sub> =	46	mm	-šířka pásnice
A=	32312	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	1342600	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y

$W_{el,z} =$	1418100	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y} =$	2579800	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z} =$	2259800	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	136	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	96	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	600030000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	297800000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	22553000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	6,698E+10	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Stojina v tlaku

$$c_w / t_w = 24,38 \leq 38,8 = 33\varepsilon$$

→ **Třída 1**

Pásnice je tažená

Průřez bude posouzen Elasticky.

Posouzení tahu:

$$N_{Ed} = 3255,57 \text{ kN} \quad \text{-osová síla}$$

$$N_{Rd} = A_f \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová elastická únosnost plného průřezu}$$

$$N_{Rd} = 5758,00 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 3255,57 \leq 5758,0 = N_{pl,Rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 56,54\% \leq 100,00\%$$

Posouzení smyku:

$$V_{ed,y} = 9,99 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = 20,38 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 8736 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$A_{v,z} = 19320 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy y}$$

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 898,79 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 1987,72 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$V_{Ed,y} = 9,99 \leq 898,8 = V_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,11\% \leq 100,00\%$$

$$V_{ed,z} = 20,38 \leq 1987,7 = V_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,03\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} = 40,86$  kNm -ohybový moment okolo osy y

$M_{ed,z} = -15,54$  kNm -ohybový moment okolo osy z

$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$

$M_{el,Rd,y} = 239,25$  kNm -moment únosnosti okolo osy y

$M_{Rd,z} = 252,71$  kNm -moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} = 40,86 \leq 239,3 = M_{Rd,y}$  **VYHOVUJE**

Využití:  $17,08\% \leq 100,00\%$

$M_{ed,y} = 15,54 \leq 252,7 = M_{Rd,y}$  **VYHOVUJE**

Využití:  $6,15\% \leq 100,00\%$

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$  -návrhový moment únosnosti nosníku při klopení

křivka: **d** - křivka klopení

$\alpha_{LT} = 0,76$  - součinitel imperfekce

$L = 3010$  mm -délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny

$k_y = 0,5$  - součinitel vzpěrné délky

$k_z = 0,5$  - součinitel vzpěrné délky

$k_w = 0,5$  - součinitel vzpěrné délky

$C_{1,0} = 1,49$  - součinitel pro určení  $C_1$

$C_{1,1} = 1,75$  - součinitel pro určení  $C_1$

$C_1 = 1,75$  - součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$C_2 = 0,56$  - součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$C_3 = 0,61$  - součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$z_g = z_a$

$z_s = 173,9252$  mm -souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku

$z_a = 245$  mm -souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku

$z_s = 71,0748$  mm -souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku

$h_f = 523$  mm -vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)

$\psi_f = -1$  -

$z_j = 0,45 \psi_f h_f$

$z_j = -235,35$  -

$k_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$  -parametr kroucení

$k_{wt} = 0,18$  -

$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$  -parametr působíště zatížení

$\zeta_g = 2,07$

$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$  -parametr nesymetrie průřezu

$$\zeta_j = -2,81$$

$$\mu_{CR} = C_1/k_z [v(1+k^2_{wt} + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)]$$

$$\mu_{CR} = 0,6103 \quad - \text{bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi v(EI_z G I_t))/L \quad - \text{kritický moment}$$

$$M_{CR} = 6643,88 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = v(W_y f_y / M_{CR}) \quad - \text{poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,1898$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,5141$$

$$\chi_{LT} = 1/(\phi + v(\phi^2 - \lambda^2))$$

$$\chi_{LT} = 1,0081$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,80 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 79,77\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 6.1.1.2 Horní pás

- Posuzovaný prvek: **Horní pás**
- Nejnamáhanější část: B834; O12
- Umístění na konstrukci: Střed rozpětí
- Tvar průřezu: O7-O14

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-3817,69	7,77	8,34	0,75	73,62	-19,74

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-materiál
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = v((235 \cdot 210\,000)/(f_y \cdot E))$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177		

b=	542	mm	-šířka
h=	450	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	390	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	16	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	195	mm	-délka přečnávající části pásnice
t <sub>f</sub> =	42	mm	-šířka pásnice
A=	34892	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	1331200	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	2027200	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
W <sub>pl,y</sub> =	2579800	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
W <sub>pl,z</sub> =	2259800	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	131	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	114	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	600030000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	297800000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
I <sub>t</sub> =	22553000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
I <sub>w</sub> =	3,264E+11	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Stojina v tlaku

$$c_w / t_w = 24,38 \leq 38,8 = 33\epsilon$$

→ **Třída 1**

Pásnice v tlaku

$$c_f / t_f = 4,64 \leq 10,59052 = 9\epsilon$$

**Třída 1**

Průřez bude posouzen Elasticky.

Posouzení tlaku:

$$N_{Ed} = -3817,69 \text{ kN} \quad \text{-osová síla}$$

$$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová plastická únosnost plného průřezu}$$

$$N_{c,Rd} = 6217,75 \text{ kN}$$

$$|N_{Ed}| = 3817,69 \leq 6217,8 = N_{c,Rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 61,40\% \leq 100,00\%$$

Oslabený průřez není uvažován, dle (3) 6.2.4 ČSN EN 1993-1-1

Vzpěrná únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová vzpěrná únosnost tlačného prutu}$$

$$\text{křivka: } c \quad \text{-křivka vzpěrné pevnosti}$$

$$\alpha = 0,49 \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$\lambda_1 = 93,9\epsilon$$



$\lambda_1 =$	110,49441	-	
$\beta =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	1505	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	1505	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,103974	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z =$	0,1194789	-	-poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$\phi_y =$	0,4818789	-	
$\phi_z =$	0,4874099	-	
$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			-součinitel vzpěrnosti
$\chi_y =$	1,0499712	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y
$\chi_z =$	1,0417219	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, proto nejsou součinitele vzpěrnosti brány do výpočtu.

#### Posouzení smyku:

$V_{ed,y} =$	7,77	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	8,34	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	7200	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	22764	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y} =$	740,76	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	2342,05	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{ed,y} =$	7,77	≤	740,8	= $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,05%	≤	100,00%		

$V_{ed,z} =$	8,34	≤	2342,0	= $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,36%	≤	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	73,62	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-19,74	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	237,22	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	361,25	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{Ed,y} =$	73,62	$\leq$	237,2	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	31,03%	$\leq$	100,00%		

$M_{Ed,y} =$	19,74	$\leq$	361,2	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	5,46%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$					-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-			-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-			-součinitel imperfekce
$L =$	3010	mm			-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,50	-			-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,50	-			-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,50	-			-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-			-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-			-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-			-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-			-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-			-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	130,4547	mm			-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	198	mm			-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	67,5453	mm			-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	429	mm			-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	1	-			
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$					
$z_j =$	193,05	-			
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$					-parametr kroucení
$K_{wt} =$	0,39	-			
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$					-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	1,55				
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$					-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	2,30	-			
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$					
$\mu_{CR} =$	0,6781	-			-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$					-kritický moment
$M_{CR} =$	7382,82	kNm			
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f} / M_{CR}}$					-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,1793	-			
$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$					
$\phi_{LT} =$	0,5082	-			

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0166 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + k_{yy}(M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + k_{yz}(M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0})) \leq 1 \quad (a)$$

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + k_{zy}(M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + k_{zz}(M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0})) \leq 1 \quad (b)$$

$$C_{my} = 0,8642 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$C_{mz} = 0,5170 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$k_{yy} = C_{my}(1 + 0,6\lambda_y N_{Ed}/\chi N_{Rk}/\gamma_{M1}) \quad \text{-součinitel interakce}$$

$$k_{yy} = 0,8988795 \quad -$$

$$k_{yz} = k_{zy} = 0,5410293 \quad - \quad \text{-součinitel interakce}$$

$$k_{zy} = 0,8k_{yy} \quad \text{-součinitel interakce}$$

$$k_{zy} = 0,7191036 \quad -$$

$$k_{zz} = C_{mz}(1 + 0,6\lambda_y N_{Ed}/\chi N_{Rk}/\gamma_{M1}) \quad \text{-součinitel interakce}$$

$$k_{zz} = 0,5410293 \quad -$$

Hodnoty interakčních součinitelů jsou nižší než 1. Jejich započítání by snižovalo účinky vnitřních sil při interakci. Z důvodu stáří konstrukce proto nejsou použity.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,98 \leq 1,0 \quad (a)$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 97,90\% \leq 100,00\%$$

### 6.1.1.3 Svislice

- Posuzovaný prvek: **Svislice**
- Nejnamáhanější část: B868
- Umístění na konstrukci: U břehové podpory, S2
- Tvar průřezu: S2;S18

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-599,41	-11,53	8,79	-0,22	-17,41	12,62

Charakteristiky průřezu:

Ocel Plávková -materiál

$f_y$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u$	330	MPa	-mez pevnosti
$E$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon$	1,177	-	
$b$	230	mm	-šířka
$h$	260	mm	-výška
$c_w$	100	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w$	10	mm	-tloušťka stojiny
$c_f$	100	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f$	10	mm	-šířka pásnice
$A$	8400	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}$	244000	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}$	180090	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y}$	430000	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z}$	304000	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$i_y$	61	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$	50	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y$	31720000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z$	20710000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t$	257560	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w$	1,582E+10	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Stojina v tlaku

$$c_w / t_w = 10,00 \leq 38,8 = 33\varepsilon$$

→ **Třída 1**

Pásnice v tlaku

$$c_f / t_f = 10,00 \leq 10,59052 = 9\varepsilon$$

**Třída 1**

Průřez bude posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$$N_{Ed} = -599,41 \text{ kN} \quad \text{-osová síla}$$

$$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová plastická únosnost plného průřezu}$$

$$N_{c,Rd} = 1496,88 \text{ kN}$$

$$|N_{Ed}| = 599,41 \leq 1496,9 = N_{c,Rd}$$

$$\text{Využití: } 40,04\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$  -návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu

křivka: **b** - křivka vzpěrné pevnosti

$\alpha = 0,34$  - součinitel imperfekce

$\lambda_1 = 93,9\epsilon$

$\lambda_1 = 110,49441$  -

$\beta = 0,5$  - součinitel vzpěrné délky

$L_{cr} = \beta L$  -vzpěrná délka

$L_{cr,y} = 939$  mm -vzpěrná délka v rovině y

$L_{cr,z} = 939$  mm -vzpěrná délka v rovině z

$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$  -poměrná štíhlost

$\lambda_y = 0,1393142$  -poměrná štíhlost v rovině y

$\lambda_z = 0,1699633$  -poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$

$\phi_y = 0,4993876$  -

$\phi_z = 0,5093375$  -

$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 + \lambda^2})$  -součinitel vzpěrnosti

$\chi_y = 1,0215032$  -součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y

$\chi_z = 1,0106314$  -součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z

Hodnota součinitele vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z je vyšší než 1.

Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$

$N_{b,Rd,y} = 1529,0677$  kN -vzpěrná únosnost tlačенého prutu pro vybočení v rovině nosníku

$IN_{Ed} = 599,41 \leq 1529,1 = N_{b,Rd,y}$

**VYHOVUJE**

Využití:  $39,20\% \leq 100,00\%$

Posouzení smyku:

$V_{ed,y} = -11,53$  kN -smyková síla ve směru osy y

$V_{ed,z} = 8,79$  kN -smyková síla ve směru osy z

$A_{v,y} = 5200$  mm<sup>2</sup> -smyková plocha ve směru osy y

$A_{v,z} = 4600$  mm<sup>2</sup> -smyková plocha ve směru osy z

$V_{Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$

$V_{Rd,y} = 535,00$  kN -smyková únosnost ve směru osy y

$V_{Rd,z} = 473,27$  kN -smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	11,53	$\leq$	535,0	$=V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,16%	$\leq$	100,00%		

$V_{Ed,z} =$	8,79	$\leq$	473,3	$=V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,86%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	-17,41	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	12,62	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	43,48	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	32,09	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} =$	17,41	$\leq$	43,5	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	40,04%	$\leq$	100,00%		

$IM_{Ed,z} =$	12,62	$\leq$	32,1	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	39,32%	$\leq$	100,00%		

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L =	1878	mm - délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0	mm - souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0	mm - souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0	mm - souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	40	mm - vzd.středů pásnic
$\psi_f =$	1	-

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$



$$z_j = 0 \quad -$$

$$k_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)} \quad - \textit{parametr kroucení}$$

$$k_{wt} = 1,30 \quad -$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad - \textit{parametr působivosti zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad - \textit{parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 0,00 \quad -$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_2 [ \sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$$

$$\mu_{CR} = 5,7490 \quad - \quad - \textit{bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L \quad - \textit{kritický moment}$$

$$M_{CR} = 2827,06 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y f_y / M_{CR})} \quad - \textit{poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,1240 \quad -$$

$$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4788 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{(\phi^2 - \lambda_{LT}^2)})$$

$$\chi_{LT} = 1,0624 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{yy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{yz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (a)$$

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{zy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{zz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (b)$$

$$C_{my} = 0,8642 \quad - \quad - \textit{součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$C_{mz} = 0,5170 \quad - \quad - \textit{součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$k_{yy} = C_{my} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad - \textit{součinitel interakce}$$

$$k_{yy} = 0,66 \quad -$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 0,313 \quad - \quad - \textit{součinitel interakce}$$

$$k_{zy} = 0,8 k_{yy} \quad - \quad - \textit{součinitel interakce}$$

$$k_{zy} = 0,52888 \quad -$$

$$k_{zz} = C_{mz} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad - \textit{součinitel interakce}$$

$$k_{zz} = 0,313 \quad -$$

Hodnoty interakčních součinitelů jsou nižší než 1. Jejich započítání by snižovalo účinky vnitřních sil při interakci. Z důvodu stáří konstrukce proto nejsou použity.

$$\sigma_{x,ed} = 1,19 \leq 1,0 \quad (a)$$

$$\text{Využití: } 119,41\% \leq 100,00\%$$

**NEVYHOVUJE**

Průřez nevyhoví při působení ohybu a osově síly.

### **Opatření:**

#### **Výměna průřezu:**

Průřezy svislíc budou roznýtovány během montáže nové desky mostovky. Možné zesílení je přidáním plechu do prostoru mezi úhelníky, nicméně toto řešení by vyžadovalo použití dalších spojovacích prostředků do již nýtovaného nosníku. Navrženým řešením je výměna celého prvku za prvek stejného průřezu z oceli S355

Změna charakteristik průřezu:

Ocel	<b>S355</b>		-materiál
$f_y$ =	<b>355</b>	MPa	-mez kluzu
$f_u$ =	<b>510</b>	MPa	-mez pevnosti
E=	<b>210 000</b>	MPa	-Younguv modul pružnosti

#### **Tlak:**

$N_{c,Rd}$ =	2982,00	kN		-vzpěrná únosnost tlačení prutu pro vybočení v rovině nosníku
$IN_{Ed}$ =	599,41	≤	2982,0	= $N_{c,Rd}$ <b>VYHOVUJE</b>
Využití:	20,10%	≤	100,00%	

#### **Smyk:**

Vyhovuje pro stávající průřez. Jedná se o malý smyk, není počítán vliv posouvajících sil na ohybovou únosnost.

#### **Ohyb:**

$M_{Rd,y}$ =	86,62	kNm		-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z}$ =	63,93	kNm		-moment únosnosti okolo osy z
$IM_{Ed,y}$ =	17,41	≤	86,6	= $M_{Rd,y}$ <b>VYHOVUJE</b>
Využití:	20,10%	≤	100,00%	
$IM_{Ed,z}$ =	12,62	≤	63,9	= $M_{Rd,z}$ <b>VYHOVUJE</b>
Využití:	19,74%	≤	100,00%	

#### **Únosnost při působení ohybu a osově síly:**

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed}$ =	0,60	≤	1,0	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	59,94%	≤	100,00%	

Dalším výpočtem bylo zjištěno, že zesílení je potřeba též u ostatních průřezů S2 a dále pro každý z průřezů S1; S3 a S4.

6.1.1.4 *Diagonály*

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: B1048
- Umístění na konstrukci: U středového pilíře D20
- Tvar průřezu: D20

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1118,7	5,68	-1,53	-0,01	-1,14	-19,35

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-
			<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
$b =$	42	mm	-šířka
$h =$	365	mm	-výška
$c_w =$	365	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w =$	22	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	0	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	0	mm	-šířka pásnice
$A =$	8030	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	81286	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	488490	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y} =$	108410	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z} =$	732740	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	105	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	1544400	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	89150000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	305440	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	1,69E+10	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Stojina v tlaku

$$c_w / t_w = 16,59 \leq 38,8 = 33\epsilon$$

→ **Třída 1**

Průřez bude posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$$N_{Ed} = 1118,70 \text{ kN} \quad \text{-osová síla}$$

$$N_{Rd} = A_f \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová plastická únosnost plného průřezu}$$

$$N_{Rd} = 1430,95 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 1118,70 \leq 1430,9 = N_{Rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 78,18\% \leq 100,00\%$$

Posouzení smyku:

$$V_{ed,y} = 5,68 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = -1,53 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 8030 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$A_{v,z} = 924 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{pl,Rd,y} = 826,16 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{pl,Rd,z} = 95,06 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$V_{ed,y} = 5,68 \leq 826,2 = V_{pl,Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 0,69\% \leq 100,00\%$$

$$V_{ed,z} = -1,53 \leq 95,1 = V_{pl,Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } -1,61\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = -1,14 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = -19,35 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 14,49 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 87,05 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$M_{Ed,y} = 1,14 \leq 14,5 = M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 7,87\% \leq 100,00\%$$

$M_{Ed,z} =$	19,35	$\leq$	87,0	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	22,23%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{MO}$				-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-		-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-		-součinitel imperfekce
L =	4285	mm		-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-		-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,83	-		-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0	-		-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0	mm		-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0	mm		-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0	mm		-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	365	mm		-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f =$	0	-		
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$				
$z_j =$	0	-		
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)}$				-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	0,54	-		
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$				-parametr působišť zatížení
$\zeta_g =$	0,00			
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$				-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-		
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} ] - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)$				
$\mu_{CR} =$	3,9811	-		-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L$				-kritický moment
$M_{CR} =$	1938,57	kNm		
$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_{y,f} / M_{CR})}$				-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,0864	-		
$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$				
$\phi_{LT} =$	0,4606	-		
$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2})$				
$\chi_{LT} =$	1,0953	-		

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} =$	1,08	$\leq$	1,0
Využití:	108,28%	$\leq$	100,00%

**NEVYHOVUJE**

Průřez nevyhoví při působení ohybu a osově síly.

Dalším výpočtem bylo zjištěno, že průřezy nevyhovující na dané zatížení jsou i ostatní průřezy D20 a dále průřezy D1; D2 a D21. Jedná se o diagonály v prostoru mezi svislicemi 0-1 a 19-20.

### **Opatření:**

#### **Výměna průřezu:**

V předběžném posouzení je zanedbán vliv oslabení prvků korozí. Přesto průřez nevyhoví na zadané zatížení. Jelikož diagonální prvky jsou rzi napadeny nejvíce v místech připojení k hornímu a dolnímu pásu, bylo by provedení efektivního zesílení konstrukce obtížné. Proto je v tomto případě preferovaným řešením výměna daných prvků za prvky z oceli S355.

Změna charakteristik průřezu:

Ocel	S355	-	<i>materiál</i>
$f_y =$	355	MPa	<i>-mez kluzu</i>
$f_u =$	510	MPa	<i>-mez pevnosti</i>
E=	210 000	MPa	<i>-Younguv modul pružnosti</i>

#### **Tlak:**

$N_{c,Rd} =$	2850,65	kN	-	<i>-vzpěrná únosnost tlačného prutu pro vybočení v rovině nosníku</i>
$IN_{Ed} =$	1118,70	$\leq$	2850,7	$= N_{c,Rd}$ <b>VYHOVUJE</b>
Využití:	39,24%	$\leq$	100,00%	

#### **Smyk:**

Vyhovuje pro stávající průřez. Jedná se o malý smyk, není počítán vliv posouvajících sil na ohybovou únosnost.

#### **Ohyb:**

$M_{Rd,y} =$	28,86	kNm	-	<i>-moment únosnosti okolo osy y</i>
$M_{Rd,z} =$	173,41	kNm	-	<i>-moment únosnosti okolo osy z</i>
$IM_{Ed,y} =$	1,14	$\leq$	28,9	$= M_{Rd,y}$ <b>VYHOVUJE</b>



Využití: 3,95% ≤ 100,00%

$IM_{Ed,z} = 19,35 \leq 173,4 = M_{Rd,z}$

**VYHOVUJE**

Využití: 11,16% ≤ 100,00%

### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} = 0,54 \leq 1,0$

**VYHOVUJE**

Využití: 54,35% ≤ 100,00%

## 6.1.2 Ztužení

### 6.1.2.1 Spodní ztužení

- Posuzovaný prvek: **Spodní ztužení**
- Nejnamáhanější část: B193
- Umístění na konstrukci: Střed rozpětí
- Tvar průřezu: T průřez 80/120/10

### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
219,36	-0,17	1,25	-0,01	-1,26	0,43

### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková	-	materiál
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$	1,177	-	-materiálový součinitel
$b =$	160	mm	-šířka
$h =$	120	mm	-výška
$c_w =$	110	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w =$	10	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	70	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	10	mm	-šířka pásnice
$A =$	3800	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	69352	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y

$W_{el,z} =$	43583	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y} =$	124500	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z} =$	75000	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	38	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	30	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	5566400	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	3486700	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	332220	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	324810000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Celý průřez je tažený.

Průřez je posouzen elasticky

Posouzení tahu:

$N_{Ed} =$	219,36	kN	-osová síla
$N_{pl,Rd} = A_f / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu
$N_{pl,Rd} =$	677,16	kN	

$N_{Ed} =$	219,36	≤	677,2	= $N_{pl,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	32,39%	≤	100,00%		

Posouzení smyku:

$V_{ed,y} =$	-0,17	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	1,25	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	1600	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	1200	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	164,61	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	123,46	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,y} =$	0,17	≤	164,6	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,10%	≤	100,00%		

$IV_{ed,z} =$	1,25	≤	123,5	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,01%	≤	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	-1,26 kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	0,43 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{Rd,y} =$	12,36 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	7,77 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{Ed,y} =$	1,26	$\leq$	12,4	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	10,20%	$\leq$	100,00%		

$M_{Ed,z} =$	0,43	$\leq$	7,8	$= M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	5,54%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L =	2308 mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0,00 mm	-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	34,74 mm	-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	34,74 mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	0,00 mm	-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f =$	0,00	-
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$		
$z_j =$	0	-
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$		-parametr kroucení
$K_{wt} =$	0,13	-
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr působišť zatížení
$\zeta_g =$	0,00	-
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$		
$\mu_{CR} =$	3,5312	-bezrozměrný kritický moment

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z G I_t}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 20587,91 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f_y} / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,0245 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4336 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,1540 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,48 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 48,13\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 6.1.2.2 Horní ztužení

- Posuzovaný prvek: **Horní ztužení**
- Nejnamáhanější část: B1083
- Umístění na konstrukci: Střed rozpětí
- Tvar průřezu: úhelník 80/80/8

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-84,73	0,31	0,29	0	-0,25	-0,24

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-materiál
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
$b =$	80	mm	-šířka
$h =$	80	mm	-výška
$c_w =$	70	mm	-výška stojiny bez části úhelníků

$t_w=$	10	mm	-tloušťka stojiny
$c_f=$	70	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f=$	10	mm	-šířka pásnice
$A=$	1216	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	20751	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	9267,4	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y}=$	32704	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z}=$	16488	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	31	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	16	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	1173800	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	300750	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	25026	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	11479000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Stojina v tlaku

$$c_w / t_w = 7,00 \leq 38,8 = 33\epsilon$$

→ **Třída 1**

Pásnice v tlaku

$$c_f / t_f = 7,00 \leq 10,59052 = 9\epsilon$$

**Třída 1**

Průřez je posouzen elasticky

Posouzení tlaku:

$$N_{Ed} = -84,73 \text{ kN} \quad \text{-osová síla}$$

$$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu}$$

$$N_{c,Rd} = 216,69 \text{ kN}$$

$$|N_{Ed}| = 84,73 \leq 216,7 = N_{c,Rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 39,10\% \leq 100,00\%$$

Vzpěrná únosnost:

$$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{b} \quad \text{-křivka vzpěrné pevnosti}$$

$$\alpha = 0,34 \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$\lambda_1 = 93,9\epsilon$$

$$\lambda_1 = 110,49441 \quad \text{-}$$

$$\beta = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$L_{cr} = \beta L \quad \text{-vzpěrná délka}$$

$$L_{cr,y} = 1154,07 \text{ mm} \quad \text{-vzpěrná délka v rovině y}$$

$$L_{cr,z} = 1154,07 \text{ mm} \quad \text{-vzpěrná délka v rovině z}$$

$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$		-poměrná štíhlost
$\lambda_y = 0,6527884$	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z = 8,898E-06$	-	-poměrná štíhlost v rovině z
Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.		
$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$		
$\phi_y = 0,7900404$	-	
$\phi_z = 0,4660015$	-	
$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$		-součinitel vzpěrnosti
$\chi_y = 0,8096856$	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y
$\chi_z = 1,0729579$	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z
$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$		
$N_{b,Rd,y} = 175,45175$	kN	-vzpěrná únosnost tlačného prutu pro vybočení v rovině nosníku
$N_{b,Rd,z} = 232,50053$	kN	-vzpěrná únosnost tlačného prutu pro vybočení z roviny nosníku

$IN_{Ed} = 84,73$	$\leq$	$175,5 = N_{b,Rd,min}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	$48,29\%$	$\leq$	$100,00\%$

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} = 0,31$	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} = 0,29$	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} = 800$	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} = 800$	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$		
$V_{pl,Rd,y} = 82,31$	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} = 82,31$	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,y} = 0,31$	$\leq$	$82,3 = V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	$0,38\%$	$\leq$	$100,00\%$

$IV_{ed,z} = 0,29$	$\leq$	$82,3 = V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	$0,35\%$	$\leq$	$100,00\%$

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} = -0,25$	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} = -0,24$	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{Rd,y} = 3,70$	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} = 1,65$	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{Ed,y} =$	0,25	$\leq$	3,7	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	6,76%	$\leq$	100,00%		
$M_{Ed,z} =$	0,24	$\leq$	1,7	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	14,53%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L=	2308	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0,00	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	26,80	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	26,80	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	0,00	mm	-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f =$	0,00	-	

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$z_j =$	0	-	
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)}$			-parametr kroucení
$K_{wt} =$	0,09	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,00		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-	
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$			
$\mu_{CR} =$	3,5147	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	52,83	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_{yf} / M_{CR})}$			-poměrná štíhlost



$$\lambda_{LT} = 0,2646 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,5595 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 0,9501 \quad -$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{b,Rd,y} = 3,51 \text{ kNm} \quad \text{-návrhový moment únosnosti při klopení}$$

$$M_{Ed,y} = 0,25 \leq 3,5 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 7,12\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / \chi A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / (\chi_{LT} W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

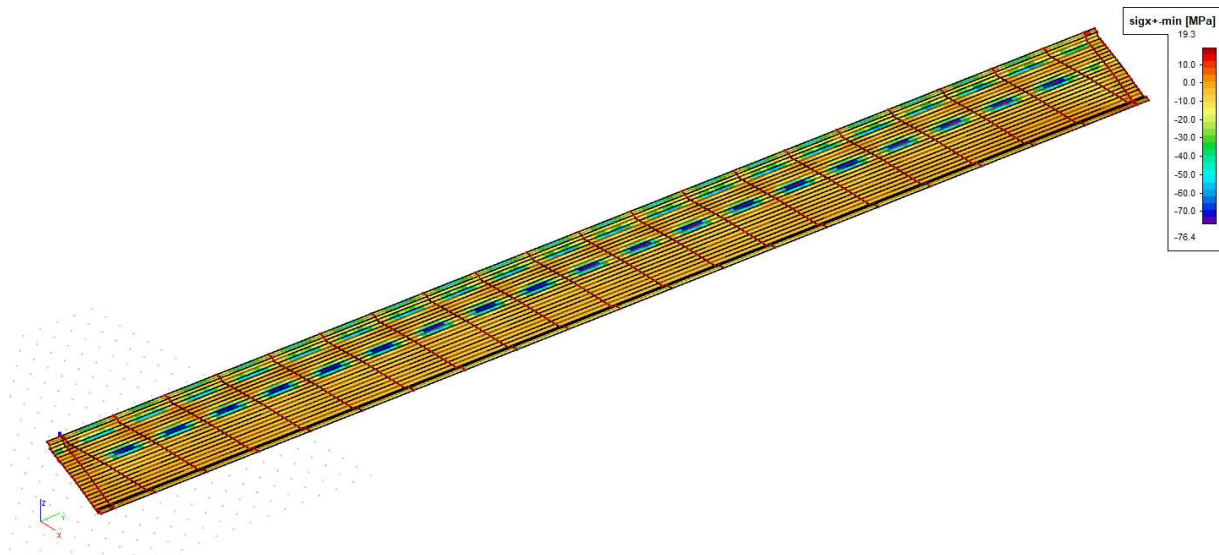
$$\sigma_{x,ed} = 0,70 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 69,94\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

### 6.1.3 Ortotropní deska mostovky

Průběh napětí na desce. (Kombinace MSÚ 6.10 R1 - přejezd vozidla do 40t)



Obrázek 46 Napětí na desce mostovky

Ke špičkám napětí na desce dochází v poli mezi příčnicíky a na krajním přesahu desky mostovky. Napětí na desce nepřesahují mez kluzu. Níže je uvedeno podrobnější posouzení rozložení napětí ve výtuhách.

Pro posouzení je použita metoda účinného průřezu.

Boulení od normálového napětí:**Část desky bez podélné výztuhy:**

$k_{\sigma} =$	4,00	-	-součinitel kritického napětí
$\lambda_p = \sqrt{(f_y / \sigma_{cr})} = (b/t) / (28,4 \sqrt{k_{\sigma}})$			-poměrná štíhlost
$\lambda_p =$	0,432774741	-	< 0,673
$\rho_{loc} =$	1,00	-	-součinitel boulení tlačené zóny desky
$b_{eff} = \rho b =$	300	mm	-účinná šířka subpanelu

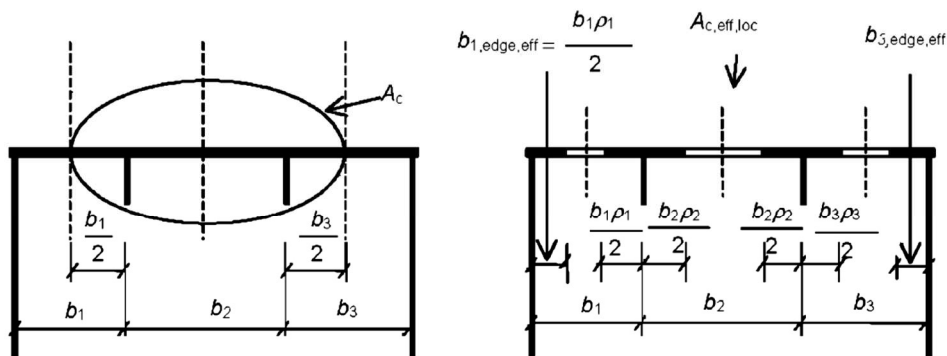
K lokálnímu boulení mezi výztuhami nedochází.

**Prutové chování:**

$b_c / b_{sl,1} =$	1		-Poměr tlačných částí dle obr.A.1
$\sigma_c = \sigma_{cr,sl} b_c / b_{sl,1} =$			-kritické prutové napětí
$\sigma_{cr,c} =$	492,15	MPa	
$\sigma_{cr,sl} = \pi^2 E I_{sl,1} / A_{sl,1} a^2$			
$\sigma_{cr,sl} =$	492,15	MPa	-kritické napětí výztuhy u kraje
$I_{sl,1} =$	14521651,83	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti výztuhy
$b_1 =$	150	mm	-šířka pro plnou plochu
$b_{1,eff} =$	150	mm	-šířka účinnou plochu (dle tab. 4.1)
$A_{sl,1} =$	6750,00	mm <sup>2</sup>	-plocha plného průřezu výztuhy
$A_{sl,1,eff} =$	6750,00	mm <sup>2</sup>	-účinná plocha průřezu výztuhy
$\lambda_c = \sqrt{(\beta_{A,c} f_y / \sigma_{cr,c})}$			-poměrná prutová štíhlost
$\lambda_c =$	0,849307635	-	
$\beta_{A,c} = A_{sl,1,eff} / A_{sl,1}$			
$\beta_{A,c} =$	1	-	
křivka:	c	-	-pro výztuhy otevřeného průřezu
$\alpha =$	0,49	-	-součinitel imperfekce
$e = \max(e_1, e_2)$			-větší ze vzdálenosti těžišť
$e =$	53,837	mm	
$e_1 =$	53,837	mm	-vzdálenost těžiště desky a výztuhy
$e_2 =$	28,6644	mm	-vzdálenost těžiště desky a stojiny výztuhy
$i = \sqrt{(I_{sl,1} / A_{sl,1})}$			
$i =$	46,38	mm	
$\alpha_e = \alpha + 0,09 / (i/e)$			
$\alpha_e =$	0,59		
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_c =$	1,0537	-	
$\chi_c = 1 / (\phi + \sqrt{(\phi^2 - \lambda^2)})$			
$\chi_c =$	0,5962	-	-součinitel vzpěrnosti

**Stěnové chování:**

$A_c =$  128250 mm<sup>2</sup> -plná plocha tlačené zóny



**Obrázek 4.4 – Vyztužená stěna rovnoměrně tlačená**

Obrázek 47 obrázek 4.4 z ČSN EN 1993-1-5

$$\sigma_E = \pi^2 E t^2 / (12(1-\nu^2)b^2) = 190000(t/b)^2$$

$b =$  6000 mm -šířka desky mostovky

$a =$  3010 mm -vzdálenost mezi příčnicí

$t =$  15 mm -tloušťka desky mostovky

$\sigma_E =$  1,1875 MPa

$A_p = bt =$  90000 mm<sup>2</sup> -plocha desky

$\Sigma A_{sl} =$  47250 mm<sup>2</sup> -plocha všech podélných výztuh

$A_{sl,eff} =$  128250 mm<sup>2</sup> -součet účinných průřezů výztuh

$I_p =$  1854395,604 mm<sup>4</sup> -moment setrvačnosti desky

$I_{sl} =$  412177877,6 mm<sup>4</sup> -moment setrvačnosti vyztužené desky

$\sigma_{1=2} =$  -139,8 MPa -krajní napětí

$\psi = \sigma_1 / \sigma_2 =$  1,00 - -poměr krajních napětí

$\alpha = a/b =$  0,50 -

$\delta = \Sigma A_{sl} / A_p =$  0,53 -

$\gamma = I_{sl} / I_p =$  222,27 -

$^4\sqrt{\gamma} =$  3,86 -

$k_{\sigma,p} = 2((1+\alpha^2)^2 + \gamma - 1) / (\alpha^2(\psi+1)(1+\delta))$  -součinitel kritického napětí

$k_{\sigma,p} =$  580,61 -

$\sigma_{cr,p} = k_{\sigma,p} \sigma_E$  -pružné kritické napětí

$\sigma_{cr,p} =$  689,48 MPa

$n =$  19 -počet vnitřních výztuh

$A_{c,eff,loc} = n (h_{wt,w} + 2b_0 t_f)$  -účinná průřezová plocha všech výztuh a subpanelů v tlačené zóně

$A_{c,eff,loc} =$  128250,00 mm<sup>2</sup> (účinky smykového ochabnutí jsou zahrnuty v dalším výpočtu)

$\lambda_p = \sqrt{(\beta_{A,c} f_y / \sigma_{cr,p})}$  -poměrná štíhlost ekvivalentní stěny

$\lambda_p =$  0,717552167

$\beta_{A,c} = A_{c,eff,loc} / A_c$

$$\beta_{A,c} = 1 - \rho = (\lambda_p - 0,055(3 + \psi)) / \lambda_p^2 \quad \text{-součinitel boulení pro ekvivalentní ortotropní stěnu}$$

$$\rho = 0,97 \quad \text{(určený dle 4.4 (2))}$$

**Interakce mezi stěnovým a prutovým chováním:**

$$\xi = \sigma_{cr,p} / \sigma_{cr,c} - 1 ; 0 \leq \xi \leq 1$$

$$\xi = 0,401$$

$$\rho_c = (\rho - \chi_c) \xi (2 - \xi) + \chi_c \quad \text{-výsledný součinitel boulení}$$

$$\rho_c = 0,8335 -$$

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \Sigma b_{edge,eff} \quad \text{-účinná plocha tlačené zóny vyztužené desky}$$

$$A_{c,eff} = 121298,85 \text{ mm}^2$$

Pro posouzení je účinek boulení započítán jako oslabení tloušťky desky v tlačené oblasti.

$$t_{f,eff} = (\rho_c A_{c,eff,loc} - (n_c w * t_w)) / b \quad \text{-účinná tloušťka desky mostovky při boulení}$$

$$t_{f,eff} = 11,25 \text{ mm}^2$$

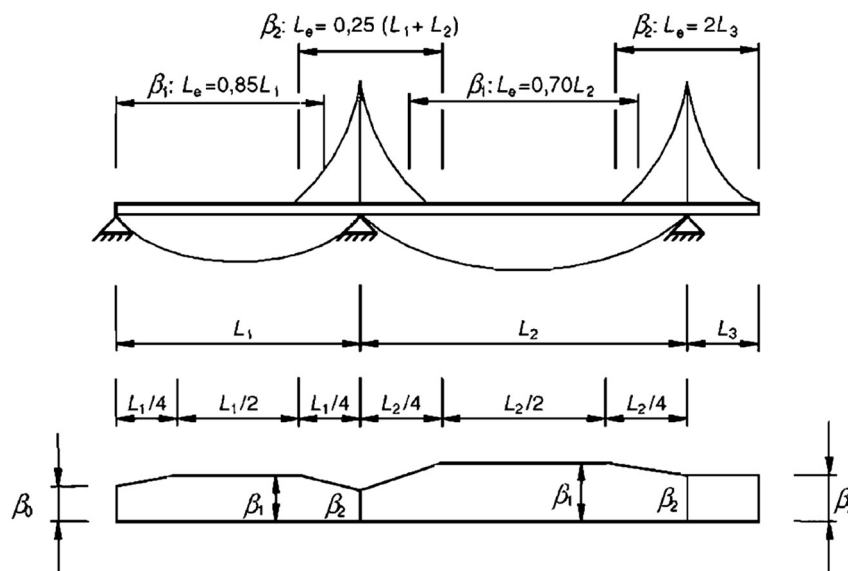
Spolupůsobící šířka desky pro posouzení podélných výztuh:

Při určení spolupůsobící šířky desky mostovky je brán v potaz vliv smykového ochabnutí.

Dle (1) 3.1 ČSN EN 1993-1-5 lze vliv smykového ochabnutí v pásnicích zanedbat pokud  $b_0 < L_e / 50$ .

$$b_0 = 150 \text{ mm} \quad \text{-polovina vzdálenosti mezi výztuhami}$$

Sousední rozpětí se neliší o více než 20%. Žádná konzola není delší než polovina sousedního rozpětí. Proto jsou účinné délky  $L_e$  určeny dle obr. 3.1 z [13] ČSN EN 1993-1-5



Obrázek 48 obrázek 3.1 z ČSN EN 1993-1-5

kde:

$$L_1 = 2410 \text{ mm} \quad \text{-délka mezi krajním a následujícím příčnickem}$$

$$L_2 = 3010 \text{ mm} \quad \text{-délka mezi středními příčnickami}$$

$$L_3 = 800 \text{ mm} \quad \text{-délka konzoly na středovém pilíři}$$

$L_{e1} =$	2048,5 mm	-vzdálenost mezi body s nulovým momentem v krajním poli $\beta_{1kraj}$
$L_{e2} =$	1355 mm	-vzdálenost mezi body s nulovým momentem nad příčnicí $\beta_2$
$L_{e3} =$	2107 mm	-vzdálenost mezi body s nulovým momentem ve středním poli $\beta_{1stř.}$
$L_{e4} =$	1600 mm	-vzdálenost mezi body s nulovým momentem u krajní konzoly $\beta_{2kon.}$

$L_{e, min} / 50 = 27,10 > 150,0 = b_0$   
 → **NEPLATÍ**

Působení smykového ochabnutí tedy musí být zohledněno ve všech místech desky mostovky.

Účinná šířka  $b_{eff}$  spolupůsobící pásnice pro smykové ochabnutí v pružném stavu je určena dle vzorce:  $b_{eff} = \beta b_0$

Součinitel účinné šířky  $\beta$  je uveden v tabulce 3.1. [13] ČSN EN 1993-1-5.

**Tabulka 3.1 – Součinitel účinné šířky  $\beta$**

$\kappa$	Místo posouzení	Hodnota $\beta$
$\kappa \leq 0,02$		$\beta = 1,0$
$0,02 < \kappa \leq 0,70$	kladné ohybové momenty	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4\kappa^2}$
	záporné ohybové momenty	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6,0 \left( \kappa - \frac{1}{2500\kappa} \right) + 1,6\kappa^2}$
$\kappa > 0,70$	kladné ohybové momenty	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{5,9\kappa}$
	záporné ohybové momenty	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{8,6\kappa}$
jakékoliv $\kappa$	koncová podpora	$\beta_0 = (0,55 + 0,025 / \kappa) \beta_1$ , ale $\beta_0 < \beta_1$
jakékoliv $\kappa$	konzola	$\beta = \beta_2$ v podpoře a na konci
$\kappa = \alpha_0 b_0 / L_e$ kde $\alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{A_{sI}}{b_0 t}}$ přitom $A_{sI}$ je plocha všech podélných výztuh v šířce $b_0$ a další označení odpovídají obrázkům 3.1 a 3.2.		

Obrázek 49 tabulka 3.1 z ČSN EN 1993-1-5

$h_w =$	150 mm	-výška stojiny podélné výztuhy
$t_w =$	15 mm	-šířka stojiny podélné výztuhy
$t =$	15 mm	-šířka desky mostovky
$A_{sI} =$	2250 mm <sup>2</sup>	-plocha podélné výztuhy
$\alpha_0 =$	1,4142 -	
$\kappa_1 =$	0,1036 -	-pro kladný ohybový moment
$\kappa_2 =$	0,1566 -	-pro záporný ohybový moment

$K_3=$	0,1007	-	-pro kladný ohybový moment
$K_4=$	0,1326	-	-pro záporný ohybový moment
$\forall \kappa:$	$\kappa \in (0,02; 0,70)$		
$\beta_i=1/(1+6,4\kappa^2)$			-pro $\beta_{1kraj}$ a $\beta_{1střed}$
$\beta_i=1/(1+6,0(\kappa-1/2500\kappa)+1,6\kappa^2)$			-pro $\beta_2$ a $\beta_{2konzola}$
$\beta_{1kraj}=$	0,936	-	-součinitel účinné šířky v krajním poli
$\beta_2=$	0,509	-	-součinitel účinné šířky nad příčnickem
$\beta_{1střed}=$	0,939	-	-součinitel účinné šířky ve středním poli
$\beta_{2konzola}=$	0,554	-	-součinitel účinné šířky na konzole

### 6.1.3.1 Podélná výztuha

Posouzena je výztuha v poli, mezi příčníky a krajní výztuha přesahu desky nad koncovým příčnickem.

- Posuzovaný prvek: **Podélná výztuha ocelové mostovky**
- Nejnamáhanější část: **B2068**
- Umístění na konstrukci: **Mezi příčníky 18,19**
- Tvar průřezu: **Pásek 150x15**

#### Vnitřní síly:

6.10 R1 (Přejezd vozidla do 40t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
240,95	0,42	49,83	0,06	11,87	0,02

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	S355		-materiál
$f_y=$	355	MPa	-mez kluzu
$f_u=$	510	MPa	-mez pevnosti
$E=$	210 000	MPa	-Youngův modul pružnosti
$G=$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon=\sqrt{((235*210\ 000)/(f_y*E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon=$	0,814	-	
$\beta=$	0,939		-součinitel spolupůsobící šířky desky
$b_{eff}=2*\beta b_0$			-celková spolupůsobící šířka desky
$b_{eff}=$	281,72	mm	
$h=$	165	mm	-výška
$c_w=$	150	mm	-výška stojiny
$t_w=$	15	mm	-tloušťka stojiny
$c_f=b_{eff,1}=$	140,86	mm	-délka přečnívající části desky
$t_f=$	15	mm	-šířka pásnice (desky mostovky)
$t_{f,eff}=$	11,25	mm	-účinná tloušťka desky mostovky při boulení

A=	5419,3	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>pl,y</sub> =	185830	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
W <sub>pl,z</sub> =	231650	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
W <sub>el,y</sub> =	104830	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	149110	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	49	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	62	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	12806000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	21004000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
I <sub>t</sub> =	293160	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
I <sub>w</sub> =	503690000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Pásnice v tlaku:

$$c_f / t_f = 12,52 \leq 7,3225486 = 9\epsilon$$

**NEPLATÍ**

$$c_f / t_f = 12,52 \leq 8,1361651 = 10\epsilon$$

**NEPLATÍ**

$$c_f / t_f = 12,52 \leq 13,147109 = 14\epsilon$$

→ **Třída 3**

Průřez bude posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$$N_{Ed} = 240,95 \text{ kN} \quad \text{-osová síla}$$

$$N_{Rd} = A_f \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová únosnost plného průřezu}$$

$$N_{Rd} = 1923,85 \text{ kN}$$

$$N_{Ed} = 240,95 \leq 1923,9 = N_{pl,Rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 12,52\% \leq 100,00\%$$

Posouzení smykové únosnosti:

$$V_{ed,y} = 0,42 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = 49,83 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 4225,86 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$A_{v,z} = 2250,00 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy y}$$

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 866,13 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 461,16 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$



$V_{ed,y} =$	0,42	$\leq$	866,1	$=V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,05%	$\leq$	100,00%		

$V_{ed,z} =$	49,83	$\leq$	461,2	$=V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	10,81%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

Smyková únosnost podélné výztuhy při boulení ve smyku:

$h_w/t_w =$	10	$>$	48,8	$=(72/\eta)\epsilon$	<b>NEPLATÍ</b>
-------------	----	-----	------	----------------------	----------------

Stojina podélné výztuhy nemusí být posuzována na únosnost při boulení ve smyku.

Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	11,87	kNm	-ohybový moment okolo osy y
--------------	-------	-----	-----------------------------

$M_{ed,z} =$	0,02	kNm	-ohybový moment okolo osy z
--------------	------	-----	-----------------------------

$$M_{c,Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$M_{c,Rd,y} =$	37,21	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
----------------	-------	-----	-------------------------------

$M_{c,Rd,z} =$	52,93	kNm	-moment únosnosti okolo osy z
----------------	-------	-----	-------------------------------

$IM_{Ed,y} =$	11,87	$\leq$	37,2	$=M_{c,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	31,90%	$\leq$	100,00%		

$IM_{Ed,z} =$	0,02	$\leq$	52,9	$=M_{c,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,04%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$$

křivka:	<b>b</b>	-	-návrhová vzpěrná únosnost tlačeneho prutu
$\alpha_{LT} =$	0,34	-	-křivka vzpěrné pevnosti
L=	2107	mm	-součinitel imperfekce
$k_y =$	0,5	-	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_z =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0,00	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	28,6644	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem k těžišti průřezu

$z_s =$	28,6644	mm	-souřadnicek středu smyku vzhledem k těžišti
$h_f =$	157,5	mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	1	-	
$z_j = 0,45\psi_f h_f$			
$z_j =$	70,875	-	
$k_{wt} = \pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)}$			-parametr kroucení
$k_{wt} =$	0,20	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr působišťe zatížení
$\zeta_g =$	0,00	-	
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	2,88	-	
$\mu_{CR} = C_1/k_z [ \sqrt{1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2} - (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j) ]$			
$\mu_{CR} =$	0,5153	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)})/L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	248,68	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_{y,f_y}/M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,3868	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	0,6066	-	
$\chi_{LT} = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2})$			
$\chi_{LT} =$	0,9313	-	

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{b,Rd,y} = 34,66 \text{ kNm} \quad \text{-návrhový moment únosnosti při klopení}$$

$$M_{Ed,y} = 11,87 \leq 34,7 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 34,25\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/\chi_{LT} W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,47 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 46,81\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

• Posuzovaný prvek:

• Nejnamáhanější část:

• Umístění na konstrukci:

• Tvar průřezu:

### Podélná výztuha ocelové mostovky

**B1868**

**Nad koncovým příčnickem u konzoly**

**Pásek 150x15**

Vnitřní síly:

6.10 R1 (Přejezd vozidla do 40t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-297,22	0,2	30,44	0,03	-19,13	0,13

Charakteristiky průřezu:

Ocel	S355		-materiál
f <sub>y</sub> =	355	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	510	MPa	-mez pevnosti
E=	210 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	0,814	-	
$\beta =$	0,554		-součinitel spolupůsobící šířky desky
$b_{\text{eff}} = 2 \cdot \beta b_0$			-spolupůsobící šířka desky
$b_{\text{eff}} =$	166,16	mm	
h=	165	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	150	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	15	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =b <sub>eff,1</sub> =	83,08	mm	-délka přečnávající části pásnice
t <sub>f</sub> =	15	mm	-šířka pásnice (desky mostovky)
A=	4742,4	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>pl,y</sub> =	187350	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
W <sub>pl,z</sub> =	111970	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
W <sub>el,y</sub> =	104040	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	69531	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	51	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	35	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	12314000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	5776600	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
I <sub>t</sub> =	341600	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
I <sub>w</sub> =	72594000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Stojina v tlaku:

$$c_f / t_f = 10,00 \leq 26,849345 = 33\epsilon$$

→ **Třída 1**

Průřez bude posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed} =$	-297,22 kN		-osová síla
$N_{Rd} = A_f \gamma_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	1683,55 kN		
$IN_{Ed} =$	297,22	$\leq$	1683,6 = $N_{pl,Rd}$ <b>VYHOVUJE</b>
Využití:	17,65%	$\leq$	100,00%

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi A_f \gamma_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačného prutu
křivka:	<b>c</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	<b>0,49</b>	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\epsilon$			
$\lambda_1 =$	76,39859061	-	
$\beta =$	<b>2</b>	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	<b>1600</b> mm		-vzpěrná délka k ose y
$L_{cr,z} =$	<b>1600</b> mm		-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,000201296	-	-poměrná štíhlost v k ose y
$\lambda_z =$	0,000301201	-	-poměrná štíhlost v rovině z
Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.			
$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$			
$\phi_y =$	0,451049338	-	
$\phi_z =$	0,45107384	-	
$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			-součinitel vzpěrnosti
$\chi_y =$	1,108526237	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y
$\chi_z =$	1,108466091	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z
Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.			

Posouzení smykové únosnosti stojiny:

$V_{ed,y} =$	0,20 kN		-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	30,44 kN		-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	225,00 mm <sup>2</sup>		-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	2250 mm <sup>2</sup>		-smyková plocha ve směru osy y
$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y} =$	46,12 kN		-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	461,16 kN		-smyková únosnost ve směru osy z
$V_{Ed,y} =$	0,20	$\leq$	46,1 = $V_{Rd,y}$ <b>VYHOVUJE</b>

$$\text{Využití:} \quad 0,43\% \leq 100,00\%$$

$$V_{Ed,z} = 30,44 \leq 461,2 = V_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití:} \quad 6,60\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

Smyková únosnost podélné výztuhy při boulení ve smyku:

$$h_w/t_w = 10 > 48,8 = (72/\eta)\epsilon \quad \text{NEPLATÍ}$$

Stojina podélné výztuhy nemusí být posuzována na únosnost při boulení ve smyku.

Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = -19,13 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = 0,13 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{c,Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{c,Rd,y} = 36,93 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{c,Rd,z} = 24,68 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$M_{ed,y} = 19,13 \leq 36,9 = M_{c,Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití:} \quad 51,79\% \leq 100,00\%$$

$$M_{ed,z} = 0,13 \leq 24,7 = M_{c,Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití:} \quad 0,53\% \leq 100,00\%$$

Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$$

křivka: **b** - *-návrhová vzpěrná únosnost tlačeneho prutu*

$\alpha_{LT} = 0,34$  - *-křivka vzpěrné pevnosti*

$L = 1600$  mm - *-součinitel imperfekce*  
*-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny*

$k_y = 0,5$  - *-součinitel vzpěrné délky*

$k_z = 0,5$  - *-součinitel vzpěrné délky*

$k_w = 0,5$  - *-součinitel vzpěrné délky*

$C_{1,0} = 1,49$  - *-součinitel pro určení  $C_1$*

$C_{1,1} = 1,75$  - *-součinitel pro určení  $C_1$*

$C_1 = 1,75$  - *-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení*

$C_2 = 0,08$  - *-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení*

$C_3 = -1,20$  - *-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení*

$z_g = z_a - z_s = 0,00$  mm - *-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku*

$z_a = 28,6644$  mm - *-souřadnice působíště zatížení vzhledem k těžišti průřezu*

$z_s = 28,6644$  mm - *-souřadnicek středu smyku vzhledem k těžišti*

$h_f = 157,5$  mm - *-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)*

$\psi_f = 1$  -

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 70,875 \quad -$$

$$k_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$k_{wt} = 0,09 \quad -$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad \text{-parametr působišťe zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00 \quad -$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 1,84 \quad -$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$$

$$\mu_{CR} = 0,7607 \quad - \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 273,64 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f} / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,3674 \quad -$$

$$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,5959 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 0,9388 \quad -$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{b,Rd,y} = 34,67 \quad \text{kNm} \quad \text{-návrhový moment únosnosti při klopení}$$

$$M_{Ed,y} = 19,13 \leq 34,7 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 55,17\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / \chi_{LT} W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,73 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 73,35\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 6.1.4 Příčník

Posuzována je celá konstrukce příčníku, tj. stávající repasovaný příčník a nový příčník ortotropní mostovky. Posouzen je nejnamáhanější příčník v poli a nejnamáhanější příčník nad podporou.

Ve výpočetním modelu je příčník modelován jako deskostěnový prvek s prutovými výztuhami (podélná výztuha, dolní úhelníky). Posouzení bylo provedeno ve výpočetním modelu. Preferovaným byl ruční výpočet, jelikož se jedná o konzervativnější řešení. Na rozdíl od výpočetního modelu nezahrnuje ruční výpočet příznivý vliv podélných výztuh desky mostovky na únosnost příčníku.

Vnitřní síly na příčníku byly zjišťovány pomocí funkce "řez na ploše". Hodnoty ohybového momentu  $M_y$  jsou vykreslovány obráceně (s opačným znaménkem), tato skutečnost byla ověřena pomocí jednotkového zatěžovacího stavu, a to tak, že koncový příčník byl v polovině zatížen jednotkovou svislou silou. Proto bylo přistoupeno k posouzení pomocí hodnot napětí z výpočetního modelu.

Příčník je snýtován s koncovými svislicemi a jeho vrchní pásnici tvoří deska mostovky. V zjednodušeném modelu se příčník chová jako oboustranně vetknutý nosník. Nicméně svislice nejsou dokonale tuhé a jako dokonalé vetknutí nefungují.

Předpokládané hodnoty a průběhy napětí a deformace se budou proto pohybovat na intervalu mezi hodnotami plně vetknutého a prostého nosníku.



6.1.4.1 Průběh deformace od jednotkového zatížení

**3D přemístění**

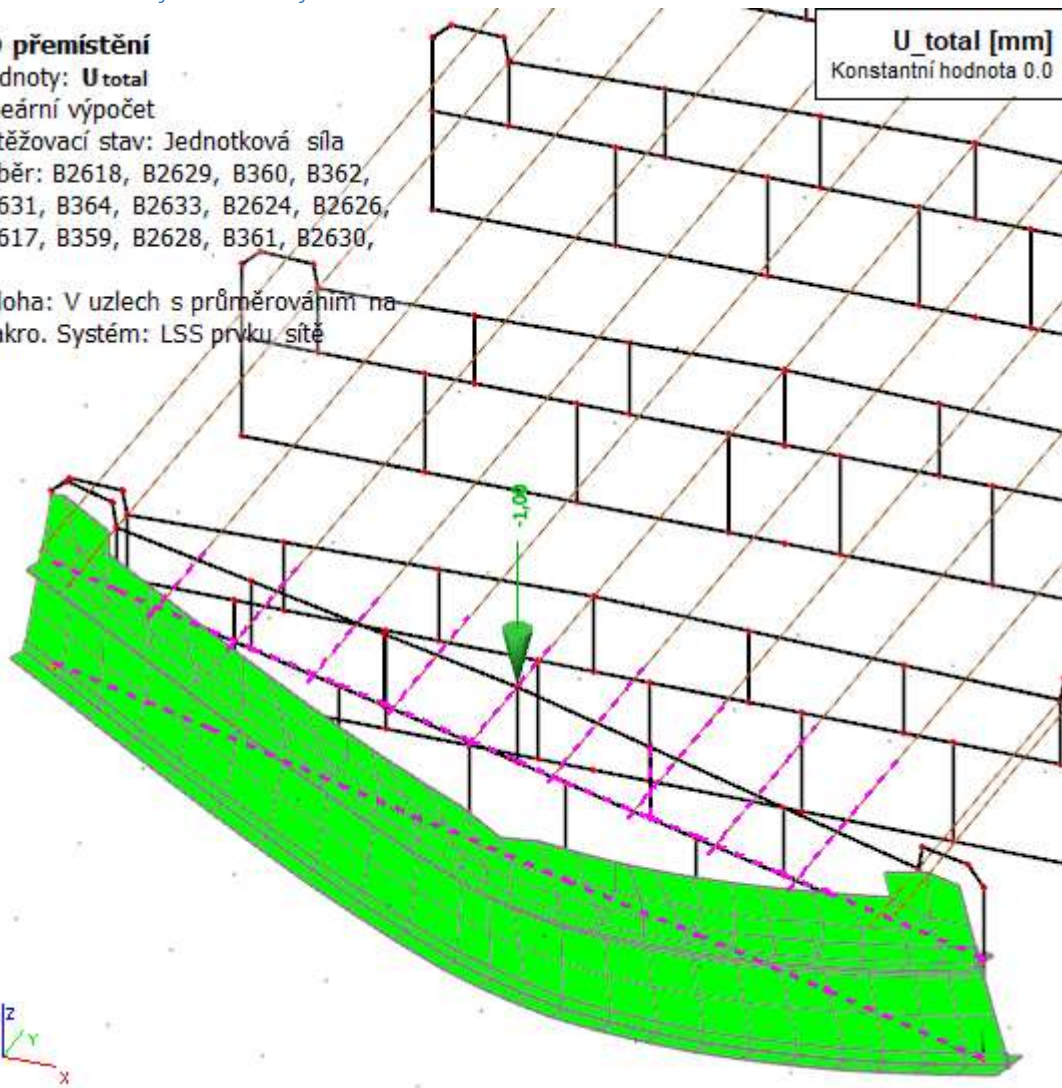
Hodnoty:  $U_{total}$

Lineární výpočet

Zatěžovací stav: Jednotková síla

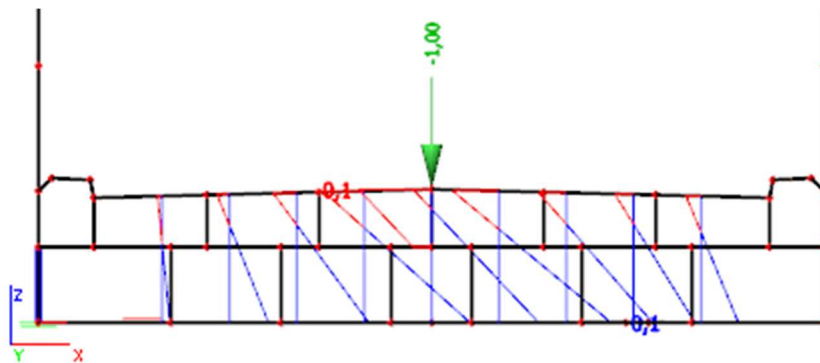
Výběr: B2618, B2629, B360, B362,  
B2631, B364, B2633, B2624, B2626,  
B2617, B359, B2628, B361, B2630,

Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku, síť

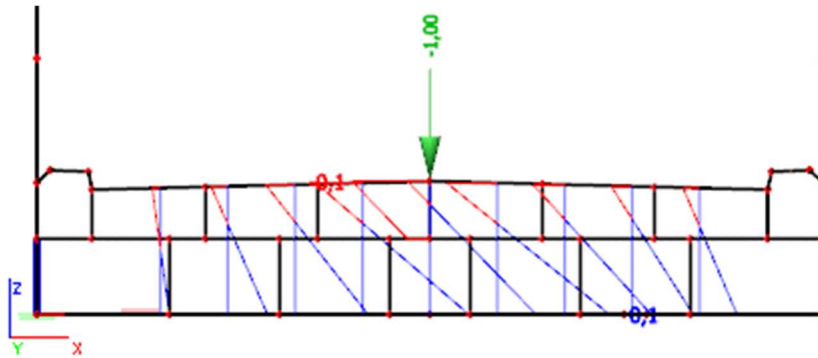


Obrázek 50 Průběh deformace příčniku od jednotkového zatížení

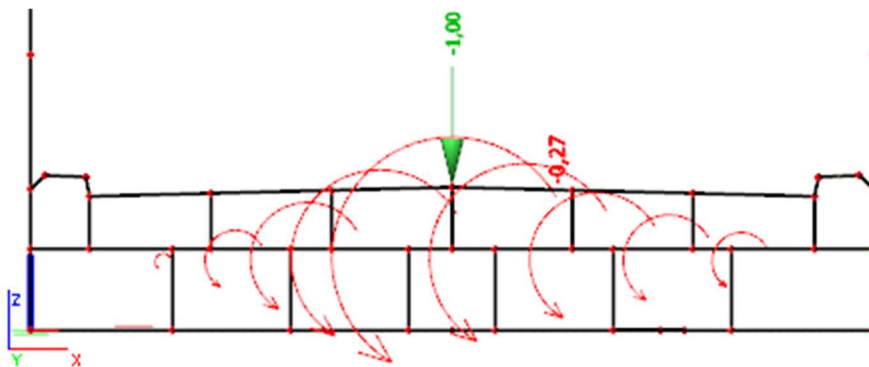
6.1.4.2 Průběh napětí na řezech příčником



Obrázek 51 Průběh napětí  $\sigma_{max+}$

Obrázek 52 Průběh napětí  $\sigma_{max}$ 

Hodnoty ohybového momentu  $M_y$ :

Obrázek 53 Průběh ohybového momentu  $M_y$  (výslednice na řezech příčnickem)

Deformace i průběhy napětí korespondují s očekávaným chováním příčnicku, jako nedokonale vetknutého nosníku. Nejvyšší průhyb je uprostřed rozpětí. Část průřezu horních vláken v tlaku, spodní vlákna průřezu v tahu. Výslednice ohybového momentu neodpovídají průběhu napětí, deformace ani zatížení.

- Posuzovaný prvek: **Příčník v poli**
- Nejnamáhanější část: 0,6m od středu vozovky na návodní stranu
- Umístění na konstrukci: 3. příčník od břehové podpory
- Tvar průřezu: I průřez s podélnou výztuhou

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková + S355	-materiál
$f_{y,p}$	178,2 MPa	-mez kluzu plátkové oceli
$f_{y,s}$	355 MPa	-mez kluzu oceli S355
$f_{u,p}$	220 MPa	-mez pevnosti plátkové oceli
$f_{u,s}$	510 MPa	-mez pevnosti oceli S355
$E_p$	200 000 MPa	-Younguv modul pružnosti plátkové oceli
$E_s$	210 000 MPa	-Younguv modul pružnosti oceli S355
G	81 000 MPa	-modul pružnosti ve smyku

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - kombinace vyvolující největší účinek

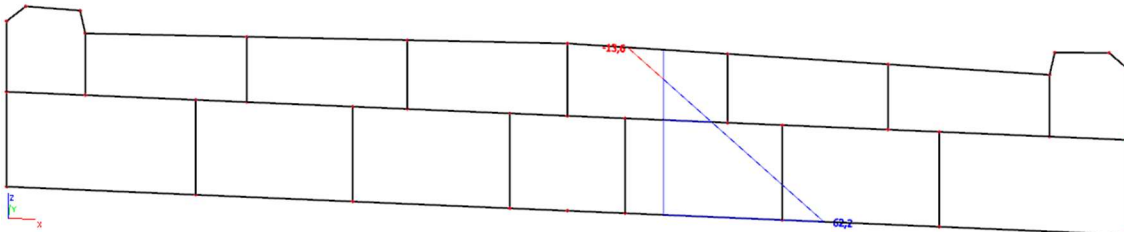
**Napětí:**

horní vlákna  $\sigma_{x,Ed}^+ = -13,6 \leq 355,0$  MPa **VYHOVUJE**

Využití:  $3,83\% \leq 100,00\%$

spodní vlákna  $\sigma_{x,Ed}^- = 62,2 \leq 178,2$  MPa **VYHOVUJE**

Využití:  $34,90\% \leq 100,00\%$



Obrázek 54 Nejnamáhanější průřez příčnicku v poli

- Posuzovaný prvek: **Příčník nad podporou**
- Nejnamáhanější část: 1,2m od středu vozovky na povodní stranu
- Umístění na konstrukci: Příčník na břehové podpoře
- Tvar průřezu: I průřez s podélnou výztuhou

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková + S355	-materiál
$f_{y,p} =$	178,2 MPa	-mez kluzu plávkové oceli
$f_{y,s} =$	355 MPa	-mez kluzu oceli S355
$f_{u,p} =$	220 MPa	-mez pevnosti plávkové oceli
$f_{u,s} =$	510 MPa	-mez pevnosti oceli S355
$E_p =$	200 000 MPa	-Younguv modul pružnosti plávkové oceli
$E_s =$	210 000 MPa	-Younguv modul pružnosti oceli S355
$G =$	81 000 MPa	-modul pružnosti ve smyku

6.10 R1 (Přejezd vozidla do 40t) - kombinace vyvolující největší účinek

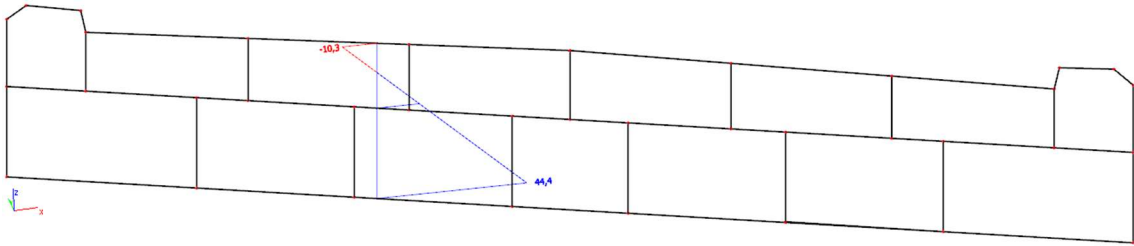
**Napětí:**

horní vlákna  $\sigma_{x,Ed}^+ = -10,3 \leq 355,0$  MPa **VYHOVUJE**

Využití:  $2,90\% \leq 100,00\%$

spodní vlákna  $\sigma_{x,Ed}^- = 44,4 \leq 178,2$  MPa **VYHOVUJE**

Využití:  $24,92\% \leq 100,00\%$

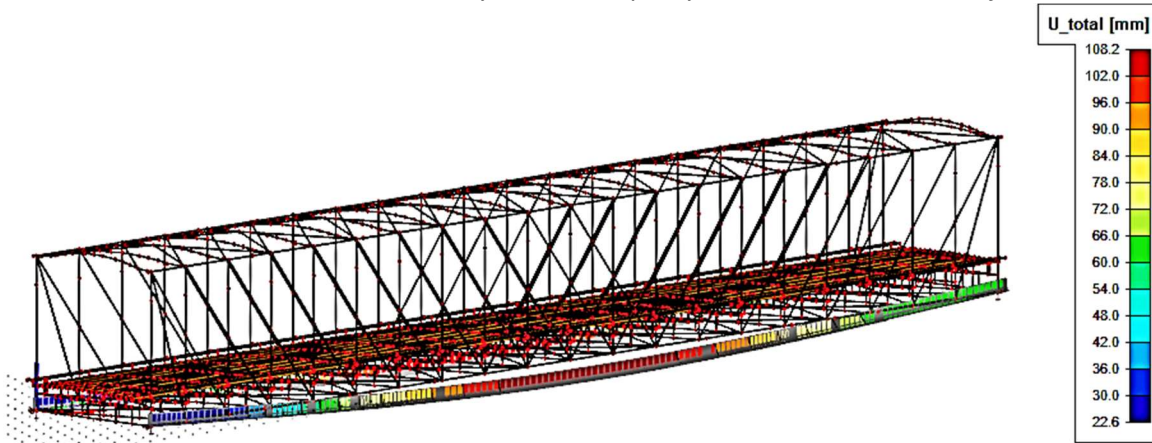


Obrázek 55 Nejnamáhanější průřez příčniku nad podporou

## 6.2 MSP

V posouzení mezního stavu použitelnosti je provedeno posouzení svislého průhybu konstrukce. Kombinací vyvolující největší průhyb je Charakteristická kombinace s hlavním proměnným zatížením přejezdem vozidel do 22tun.

L=	59,60 m	-délka nejdelšího pole (střední pole)
$w_{REZ} =$	200,00 mm	-rezerva nad plavebním prostorem pro průhyb nosné konstrukce
$w_{MAX} =$	108,20 mm	-celkový maximální průhyb konstrukce od rozhodující kombinace zatížení



Obrázek 56 Maximální průhyb nosné konstrukce

$$w_{MAX} = 108,20 < 200,00 = w_{LIM}$$

**VYHOVUJE**

### 6.3 Shrnutí posouzení ideální konstrukce

Bylo provedeno posouzení ideální nosné konstrukce. Nově navržená deska mostovky vyhovuje na daná zatížení. U některých průřezů svislic a diagonál stávající nosné konstrukce bude muset dojít k zesílení či výměně. Nosná konstrukce mostu vyhovuje i z hlediska posouzení maximální svislé deformace.

Tabulka 3

#### Nejnamáhanější a nevyhovující průřezy

Prvek nosné konstrukce	Nejnamáhanější část	Dominantní zatížení	Využití [%]
Dolní pás	U10	Interakce M+N	79,77%
Horní pás	O12	Interakce M+N	97,90%
Svislice	S1	Interakce M+N	117,87%
	S2	Interakce M+N	119,41%
	S3	Interakce M+N	107,44%
	S4	Interakce M+N	115,70%
Diagonála	D20	Interakce M+N	108,28%
	D21	Interakce M+N	105,11%
Spodní ztužení	Střed rozpětí	Interakce M+N	48,13%
Horní ztužení	Střed rozpětí	Interakce M+N	69,94%
Deska mostovky	Kraj vozovky	(Napětí z modelu)	21,52%
Podélná výztuha	Mezi příčníky 18,19	Interakce M+N	46,81%
Příčník	3. od opěry O3	(Napětí z modelu)	34,90%

## 7 Zavedení korozního oslabení

Zohlednění skutečného stavu nosné konstrukce je do výpočetního modelu zavedeno na základě materiálového a korozního průzkumu provedeného v rámci stavebně technického průzkumu mostu v Týně nad Vltavou v listopadu 2016 firmou VPÚ DECO PRAHA a.s. .

Oslabení konstrukčních prvků je udáno v procentech plochy průřezu. Ve výpočtu je toto oslabení započítáno pomocí průřezových charakteristik odpovídajících oslabenému průřezu.

Uvedeny jsou hodnoty oslabení nosné konstrukce zdvižného pole, tj. pole č.2 .

### 7.1 Horní ztužení

Úhelníky jsou rozevírány tlakem usazenin a korozních zplodin. Výraznější korozní oslabení se nacházejí na křížení diagonál horního ztužení s příčnickem horního ztužení.

Tabulka 4

Korozní oslabení v % plochy průřezu v místě křížení:			
pole	poloha - příčník č.	prvek	
		příčník	diagonála
2	11	15%	0%
	12	15%	0%
	14	15%	0%
	20	20%	0%

### 7.2 Spodní ztužení

Spodní ztužení není oslabeno korozí.

### 7.3 Hlavní příhradové nosníky

Schéma oslabení jednotlivých prvků je součástí výkresové dokumentace jako příloha 1.6.4.

#### 7.3.1 Horní a dolní pás

Horní pás korozi oslaben není. Dolní pás je korozi značně oslaben. Diagonály a Svislice příhradového nosníku jsou lokálně oslabeny korozi.

Tabulka 5

<b>Korozní oslabení dolních pásů hlavního příhradového nosníku</b>			
<b>Dolní pás</b>	<b>oslabení plochy prutu</b>	<b>Dolní pás</b>	<b>oslabení plochy prutu</b>
<b>NÁVODNÍ STRANA</b>		<b>POVODNÍ STRANA</b>	
1	<b>5%</b>	1	<b>7%</b>
2	<b>16%</b>	2	<b>11%</b>
3	<b>9%</b>	3	<b>9%</b>
4	<b>11%</b>	4	<b>6%</b>
5	<b>4%</b>	5	<b>1%</b>
6	<b>6%</b>	6	<b>2%</b>
7	<b>5%</b>	7	<b>3%</b>
8	<b>6%</b>	8	<b>2%</b>
9	<b>4%</b>	9	<b>2%</b>
10	<b>2%</b>	10	<b>1%</b>
11	<b>12%</b>	11	<b>1%</b>
12	<b>4%</b>	12	<b>1%</b>
13	<b>16%</b>	13	<b>3%</b>
14	<b>17%</b>	14	<b>3%</b>
15	<b>6%</b>	15	<b>3%</b>
16	<b>9%</b>	16	<b>2%</b>
17	<b>16%</b>	17	<b>6%</b>
18	<b>16%</b>	18	<b>1%</b>
19	<b>13%</b>	19	<b>1%</b>
20	<b>9%</b>	20	<b>1%</b>



## 7.3.2 Svislice

Ke koroznímu oslabení dochází v místě připojení k dolnímu pásu. Oslabení bylo pozorováno pouze na návodní straně. Tabulka 6

Zdvížené pole, korozní oslabení svislic												
NÁVODNÍ STRANA												
Svislice	změřené tloušťky - poloha ramene v řezu [mm]								rozměry úhelníků z podkladu 4x			oslabení plochy prutu v %
	1	2	3	4	5	6	7	8				
1	12	7	7,0	10,5	10,5	7	7	10,5	110	110	10	18%
4	9,3	10,3	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	100	80	10	2%
10	10,5	10,7	10,5	10,5	9,3	9,3	10,5	10,5	100	80	10	3%
11	10,5	10,5	10,5	10,5	8,8	8,8	10,5	10,5	100	80	10	4%
14	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5	9,4	9,4	100	80	10	3%

## 7.3.3 Diagonály

Ke koroznímu oslabení dochází v místě připojení k dolnímu pásu. Tabulka 7

Zdvížené pole, korozní oslabení diagonál							
NÁVODNÍ STRANA							
Diagonála	změřené tloušťky - max 6 poloh měřících míst [mm]						oslabení plochy prutu v %
	1	2	3	4	5	6	
1							0%
2							0%
3	6,8	9,5		10,9			7%
4	3,5	2,8	8,3				31%
5	6,8			3,3			22%
6	5,3	6,3		8,0	7,2		20%
7	3,3	10,7	5,9	5,0			22%
8	3,3	6,8	3,0	3,3			37%
9	11,2		7,0				4%
10							0%
11							0%
12							0%
10'							0%
11'							0%
12'							0%
13							0%
14	6		10,0				6%
15			8,0			6	9%
16	6		4,0	6,6		4	27%
17	8	10	8,9				6%
18	3,9		9,2				10%
19	3,7	10,3	7,6				13%
20	7	12	12,0				4%
21	7	9	7,0				13%

POVODNÍ STRANA							
1			7,5				4%
2	10	12	8,7				3%
3	7,3	12	7,3				8%
4	6,4	10,3	5,9				11%
5	8,8		7,6				8%
6	7,8	13	5,0				10%
7	8,2	10	8,0				7%
8	6,3	10,9	6,2				11%
9	13						0%
10							0%
11							0%
12							0%
10'							0%
11'							0%
12'							0%
13	12,8						0%
14	5,2	10,2	8,3				10%
15	8	12	7,0				8%
16	5,9	10,6	3,7				14%
17	7,5	8	2,8		7,5		27%
18	8,4	9,5	6,2				11%
19	8		8,8				5%
20	12,8	9	2,5				14%
21	9,7	12,2	9,4				2%

#### 7.3.4 Příčník

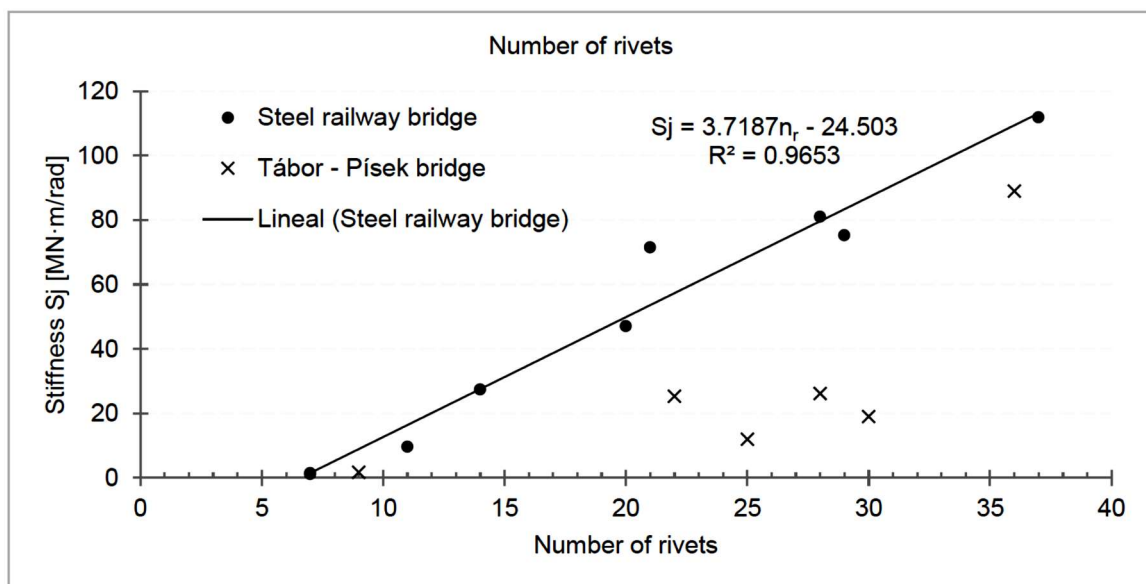
V polovinách rozpětí nejsou příčníky oslabeny korozí. 3. příčník od opěry O3 je v návodní třetině oslaben výřezem zkorodované části pásnice.



Obrázek 57 Oslabení výřezem 20. příčníku pole č.2

## 8 Úprava styčnicků

Pro další zpřesnění výpočetního modelu jsou jednotlivým styčnickům přiřazeny tuhosti. Tuhost styčnicků je určena za pomoci grafu znázorňujícího vztah mezi počtem nýtů ve styčnicku a jeho tuhostí, tento graf byl vypracován v rámci diplomové práce "The Impact of the Connection on the Behaviour of a Historical Steel Railway Bridge" jejíž autorem je Oscar Minor García. Reference [20]



Obrázek 58 Graf závislosti počtu nýtů na tuhosti styčnicku

Do výpočetního modelu byly zavedeny následující tuhosti styčnicků.

### 8.1 Napojení svislic na horní pásy

#### S0

n= 22 - počet nýtů  
 $S_j = 57$  MNm/rad - pevnost styčnicku odečtená z grafu

#### Pro svislice v poli

n= 10 - počet nýtů  
 $S_j = 13$  MNm/rad - pevnost styčnicku odečtená z grafu

## 8.2 Napojení svislíc na dolní pásy

### S0

$n=$  24 - -počet nýtů

$S_j=$  64 MNm/rad -pevnost styčnicku odečtená z grafu

### Pro svislíce v poli

$n=$  10 - -počet nýtů

$S_j=$  13 MNm/rad -pevnost styčnicku odečtená z grafu



Obrázek 59 Spojení svislíce s dolním pásem

### 8.3 Propojení svislic a diagonál

#### V poli

n=	4	-	-počet nýtů
S <sub>j</sub> =	1	MNm/rad	-pevnost styčnicku odečtená z grafu

#### Uprostřed rozpětí

D10;

D12

n=	10	-	-počet nýtů
S <sub>j</sub> =	13	MNm/rad	-pevnost styčnicku odečtená z grafu

D11

n=	8	-	-počet nýtů
S <sub>j</sub> =	7	MNm/rad	-pevnost styčnicku odečtená z grafu

### 8.4 Napojení diagonál na horní pásy

#### D1;D21

n=	12	-	-počet nýtů (D1)
S <sub>j</sub> =	20	MNm/rad	-pevnost styčnicku odečtená z grafu

#### D2;20

n=	17	-	-počet nýtů (D2)
S <sub>j</sub> =	39	MNm/rad	-pevnost styčnicku odečtená z grafu

#### Pro diagonály v poli - dle D3

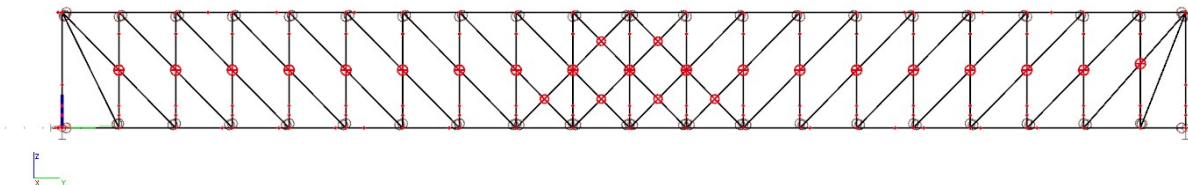
n=	13	-	-počet nýtů (dle D3)
S <sub>j</sub> =	23	MNm/rad	-pevnost styčnicku odečtená z grafu

### 8.5 Napojení diagonál na dolní pásy

#### Pro všechny diagonály - dle

#### D1

n=	12	-	-počet nýtů (D1)
S <sub>j</sub> =	20	MNm/rad	-pevnost styčnicku odečtená z grafu



Obrázek 60 Zavedení tuhosti styčnicků hlavního příhradového nosníku

Po zavedení oslabení průřezů a nové tuhosti styčnicků byl výpočetní model přepočítán.

## 9 Finální posouzení nosné konstrukce

### 9.1 MSÚ

Posuzovány jsou hlavní příhradové nosníky, tj.: dolní a horní pásy, svislice a diagonály; dále je posouzeno horní a spodní ztužení, žebra desky mostovky a příčník. Vzhledem ke stáří konstrukce jsou i průřezy I. a II. třídy posouzeny pružně, tedy jako průřezy III. třídy.

#### 9.1.1 Horní pás

Horní pás vyhověl v předběžném posouzení, není oslaben korozí. Posouzena bude nejnamáhanější část horního pásu.

- Posuzovaný prvek: **Horní pás**
- Nejnamáhanější část: O12; B834
- Umístění na konstrukci: Povodní strana
- Tvar průřezu: O7-O14

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-3776,19	6,44	-14,56	0,82	73,92	-15,05

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková		-materiál
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	542	mm	-šířka
h=	450	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	390	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	16	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	195	mm	-délka přečnívající části pásnice
t <sub>f</sub> =	54	mm	-šířka pásnice
A=	34892	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	1331200	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y

$W_{el,z} =$	2027200	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	131	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	114	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	595660000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	456120000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	21287000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	3,2643E+11	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Stojina v tlaku

$$c_w / t_w = 24,38 \leq 38,8 = 33\epsilon$$

→ **Třída 1**

Pásnice v tlaku

$$c_f / t_f = 3,61 \leq 10,59052 = 9\epsilon$$

**Třída 1**

Průřez bude posouzen Elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed} =$	-3776,19	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd} =$	6217,75	kN	

$$|N_{Ed}| = 3776,19 \leq 6217,8 = N_{c,Rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 60,73\% \leq 100,00\%$$

Oslabený průřez není uvažován, dle (3) 6.2.4 ČSN EN 1993-1-1

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>c</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\epsilon$			
$\lambda_1 =$	110,494414	-	
$\beta =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	1505	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	1505	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,10397403	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z =$	0,11947893	-	-poměrná štíhlost v rovině z



Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\phi_y = 0,48187894 \quad -$$

$$\phi_z = 0,48740995 \quad -$$

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \quad \text{-součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y = 1,04997122 \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z = 1,04172191 \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, proto nejsou součinitele vzpěrnosti brány do výpočtu.

### Posouzení smyku:

$$V_{ed,y} = 6,44 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = -14,56 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 23394 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$A_{v,z} = 10267 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 2406,86 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 1056,31 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$V_{ed,y} = 6,44 \leq 2406,9 = V_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 0,27\% \leq 100,00\%$$

$$V_{ed,z} = 14,56 \leq 1056,3 = V_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,38\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = 73,92 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = -15,05 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 237,22 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 361,25 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$M_{ed,y} = 73,92 \leq 237,2 = M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 31,16\% \leq 100,00\%$$

$$M_{ed,z} = 15,05 \leq 361,2 = M_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 4,17\% \leq 100,00\%$$

### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$



křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT}$ =	0,76	-	-součinitel imperfekce
L=	3010	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y$ =	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z$ =	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w$ =	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}$ =	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}$ =	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1$ =	1,75	-	-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení
$C_2$ =	0,08	-	-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení
$C_3$ =	-1,20	-	-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s$ =	130,4547	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a$ =	198	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s$ =	67,5453	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f$ =	423	mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f$ =	1	-	
$z_j = 0,45\psi_f h_f$			
$z_j$ =	190,35	-	
$\kappa_{wt} = \pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)}$			-parametr kroucení
$\kappa_{wt}$ =	0,41	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g$ =	1,98		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j$ =	2,89	-	
$\mu_{CR} = C_1/k_2 [\sqrt{(1+\kappa_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2)} - (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)]$			
$\mu_{CR}$ =	0,5502	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)})/L$			-kritický moment
$M_{CR}$ =	7202,43	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_{y_f} f_y / M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}$ =	0,1815	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT}$ =	0,5094	-	
$\chi_{LT} = 1/(\phi + \sqrt{(\phi^2 - \lambda_{LT}^2)})$			
$\chi_{LT}$ =	1,0148	-	

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,96 \leq 1,0 \quad (a) \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 96,06\% \leq 100,00\%$$

## 9.1.2 Dolní pás

Posouzeny jsou vždy nejnamáhanější části dolního pásu, z každé skupiny stejných průřezů (tj. U1-3, U17-20; U4,17; U5,16; U6,15; U7,14; U8-13). Nakonec jsou posouzeny části dolního pásu lokálně oslabené výřezem.

## 9.1.2.1 Průřezy U1-3;U18-20

Posouzena je část U3 návodní strany. Jedná se o nejnamáhanější část dolního pásu z průřezů této skupiny.

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**
- Nejnamáhanější část: **U3, B45**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**
- Tvar průřezu: **U1-3, U18-20**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
744,76	-1,98	17,39	-0,05	-16,67	1,19

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-
			<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
ε=√((235*210 000)/(f <sub>y</sub> *E))			-materiálový součinitel
ε=	1,177	-	
b=	214,76	mm	-šířka
h=	455	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	354,9	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	14,56	mm	-tloušťka stojiny

$c_f =$	88,2	mm	-délka přečnívající části pásnice
$t_f =$	10,8	mm	-šířka pásnice
$A =$	10759	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	719130	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	88130	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	142	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	30	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	218440000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	9463400	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	1666600	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	6493000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$N_{Ed} =$	744,76	kN	-osová síla
$N_{Rd} = Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	1917,25	kN	

$N_{Ed} =$	744,76	$\leq$	1917,3	$= N_{pl,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	38,85%	$\leq$	100,00%		

Posouzení smyku:

$V_{ed,y} =$	-1,98	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	17,39	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	3006,9	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	6589,2	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y} =$	309,36	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	677,92	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	1,98	$\leq$	309,4	$= V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,64%	$\leq$	100,00%		

$V_{ed,z} =$	17,39	$\leq$	677,9	$= V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,57%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	-16,67	kNm	-ohybový moment okolo osy y
--------------	--------	-----	-----------------------------

$M_{ed,z} =$	1,19 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{el,Rd,y} =$	128,15 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	15,70 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	-16,67	$\leq$	128,1	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-13,01%	$\leq$	100,00%		

$M_{ed,y} =$	1,19	$\leq$	15,7	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	7,58%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L =	3010 mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0,61	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	128,4252 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	199,5 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	71,0748 mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	449,6 mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	-1	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$		
$z_j =$	-202,32	
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$		-parametr kroucení
$K_{wt} =$	0,20	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L V (EI_z / GI_t)$		-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	1,00	
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L V (EI_z / GI_t)$		-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	-1,58	
$\mu_{CR} = C_1 / k_2 [V(1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2) - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)]$		
$\mu_{CR} =$	1,0843	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi V (EI_z GI_t)) / L$		-kritický moment

$$M_{CR} = 572,02 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{yf}/M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,4733 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,7159 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 0,7981 \quad -$$

$$M_{ed,y} = 16,67 \leq 102,3 = \chi_{LT} M_{Rd,y}$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 16,30\% \leq 100,00\%$$

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT} W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,63 \leq 1,0$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 62,72\% \leq 100,00\%$$

#### 9.1.2.2 Průřezy U4;U17

Posouzen bude průřez U17 návodní strany, jedná se o nejnamáhanější část dolního pasu ze skupiny průřezů U4;U17.

• Posuzovaný prvek:

• Nejnamáhanější část:

• Umístění na konstrukci:

• Tvar průřezu:

### Dolní pás

**Prvek 17, B64**

**Břehový pilíř, Návodní strana**

**U4,U17**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1220,02	2,11	-9,29	0,08	19,58	2,62

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-	<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu	
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti	
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti	
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku	
$\varepsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000)/(f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel	
$\varepsilon =$	1,177	-		

b=	352,8	mm	-šířka
h=	420	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	327,6	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	13,44	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	169,68	mm	-délka přečnávající části pásnice
t <sub>f</sub> =	17,64	mm	-šířka pásnice
A=	11834	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	643050	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	195780	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	130	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	54	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	201090000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	34535000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
I <sub>t</sub> =	1629600	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
I <sub>w</sub> =	5523300000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

N <sub>Ed</sub> =	1220,02	kN	-osová síla
N <sub>Rd</sub> =A <sub>f</sub> /γ <sub>M0</sub>			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
N <sub>Rd</sub> =	2108,82	kN	

N <sub>Ed</sub> =	1220,02	≤	2108,8	=N <sub>pl,Rd</sub>	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	57,85%	≤	100,00%		

Posouzení smyku:

V <sub>ed,y</sub> =	2,11	kN	-smyková síla ve směru osy y
V <sub>ed,z</sub> =	-9,29	kN	-smyková síla ve směru osy z
A <sub>v,y</sub> =	5298,9	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
A <sub>v,z</sub> =	6027	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
V <sub>Rd</sub> =A <sub>v</sub> (f <sub>y</sub> /√3)/γ <sub>M0</sub>			
V <sub>Rd,y</sub> =	545,17	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
V <sub>Rd,z</sub> =	620,08	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

V <sub>Ed,y</sub> =	2,11	≤	545,2	=V <sub>Rd,y</sub>	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,39%	≤	100,00%		

V <sub>Ed,z</sub> =	9,29	≤	620,1	=V <sub>Rd,z</sub>	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,50%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	19,58 kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	2,62 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{el,Rd,y} =$	114,59 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	34,89 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	19,58	≤	114,6	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	17,09%	≤	100,00%		

$M_{ed,y} =$	2,62	≤	34,9	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	7,51%	≤	100,00%		

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L =	3010 mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0,61	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	110,9252 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	182 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	71,0748 mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	411,18 mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	-1	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$		
$z_j =$	-185,031	
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)}$		-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	0,19	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$		-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	1,67	
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$		-parametr nesymetrie průřezu

$$\zeta_j = -2,79$$

$$\mu_{CR} = C_1/k_z[\sqrt{1+\kappa^2 w_{t1}+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2}-(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)]$$

$$\mu_{CR} = 0,6627 \quad \text{- bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi^2 EI_z G I_t) / L \quad \text{- kritický moment}$$

$$M_{CR} = 660,44 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y f_y / M_{CR}} \quad \text{- poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,4165$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,6690$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 0,8385$$

$$M_{ed,y} = 19,58 \leq 96,1 = \chi_{LT} M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 20,38\% \leq 100,00\%$$

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT} W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z} (f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,86 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 85,74\% \leq 100,00\%$$

9.1.2.3 Průřezy U5;U16

Posouzen bude průřez U16 návodní strany, jedná se o nejnamáhanější část dolního pasu ze skupiny průřezů U5;U16.

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**
- Nejnamáhanější část: **Prvek 16, B72**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**
- Tvar průřezu: **U5,U16**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1679,69	-4,74	10,90	-0,12	22,56	-5,94

Charakteristiky průřezu:

Ocel Plávková materiál  
 $f_y = 178,2 \text{ MPa}$  -mez kluzu



$f_u=$	330	MPa	-mez pevnosti
$E=$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G=$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon=\sqrt{((235*210\ 000)/(f_y*E))}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon=$	1,177	-	
$b=$	382,2	mm	-šířka
$h=$	455	mm	-výška
$c_w=$	354,9	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w=$	14,56	mm	-tloušťka stojiny
$c_f=$	183,82	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f=$	27,3	mm	-šířka pásnice
$A=$	17019	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	880730	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	448310	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	137	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	71	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	319180000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	85672000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	3490400	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	11371000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$N_{Ed}=$	1679,69	kN	-osová síla
$N_{Rd}=A_f/\gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	3032,79	kN	

$N_{Ed}=$	1679,69	≤	3032,8	$=N_{pl,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	55,38%	≤	100,00%		

Posouzení smyku:

$V_{ed,y}=$	-4,74	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	10,90	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	9256,1	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z}=$	7414,2	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y}=$	952,30	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z}=$	762,80	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y}=$	4,74	≤	952,3	$=V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
-------------	------	---	-------	-------------	-----------------

Využití: 0,50% ≤ 100,00%

$V_{ed,z} = 10,90 \leq 762,8 = V_{Rd,z}$

**VYHOVUJE**

Využití: 1,43% ≤ 100,00%

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} = 22,56 \text{ kNm}$  -ohybový moment okolo osy y

$M_{ed,z} = -5,94 \text{ kNm}$  -ohybový moment okolo osy z

$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$

$M_{el,Rd,y} = 156,95 \text{ kNm}$  -moment únosnosti okolo osy y

$M_{Rd,z} = 79,89 \text{ kNm}$  -moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} = 22,56 \leq 156,9 = M_{Rd,y}$

**VYHOVUJE**

Využití: 14,37% ≤ 100,00%

$M_{ed,y} = 5,94 \leq 79,9 = M_{Rd,y}$

**VYHOVUJE**

Využití: 7,44% ≤ 100,00%

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$

křivka: **d** -návrhový moment únosnosti nosníku při klopení

-křivka klopení

$\alpha_{LT} = 0,76$  -součinitel imperfekce

$L = 3010 \text{ mm}$  -délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny

$k_y = 0,5$  -součinitel vzpěrné délky

$k_z = 0,5$  -součinitel vzpěrné délky

$k_w = 0,5$  -součinitel vzpěrné délky

$C_{1,0} = 1,49$  -součinitel pro určení  $C_1$

$C_{1,1} = 1,75$  -součinitel pro určení  $C_1$

$C_1 = 1,75$  -součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$C_2 = 0,56$  -součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$C_3 = 0,61$  -součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$z_g = z_a - z_s = 128,4252 \text{ mm}$  -souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku

$z_a = 199,5 \text{ mm}$  -souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku

$z_s = 71,0748 \text{ mm}$  -souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku

$h_f = 441,35 \text{ mm}$  -vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)

$\psi_f = -1$  -

$z_j = 0,45 \psi_f h_f$

$z_j = -198,6075$  -

$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$  -parametr kroucení

$K_{wt} = 0,19$  -

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L V (E I_z / G I_t) \quad \text{-parametr působivosti zatížení}$$

$$\zeta_g = 2,09$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L V (E I_z / G I_t) \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = -3,23 \quad -$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z [V(1 + k^2 w_t + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2) - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)]$$

$$\mu_{CR} = 0,5629 \quad - \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi V (E I_z G I_t)) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 1293,09 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = V (W_{yV} / M_{CR}) \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,3484 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,6171 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + V(\phi^2 - \lambda^2))$$

$$\chi_{LT} = 0,8878 \quad -$$

$$M_{ed,y} = 22,56 \leq 139,3 = \chi_{LT} M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 16,19\% \leq 100,00\%$$

VYHOVUJE

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / (\chi_{LT} W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,79 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 79,01\% \leq 100,00\%$$

VYHOVUJE

## 9.1.2.4 Průřezy U6;U15

Posouzen bude průřez U6 návodní strany, jedná se o nejnamáhanější část dolního pasu ze skupiny průřezů U6;U15.

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**
- Nejnamáhanější část: **Prvek 6, B76**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**
- Tvar průřezu: **U6,U15**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
2084,76	8,94	-17,83	0,36	52,57	-8,81

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-
			<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177	-	
$b =$	394,8	mm	-šířka
$h =$	470	mm	-výška
$c_w =$	366,6	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w =$	15,04	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	189,88	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	36,66	mm	-šířka pásnice
$A =$	21500	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	1024000	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	713900	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	137	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	81	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	401900000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	140920000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	6342900	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	1742000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$N_{Ed} =$	2084,76	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	3831,30	kN	

$N_{Ed} =$	2084,76	≤	3831,3	= $N_{pl,Rd}$
Využití:	54,41%	≤	100,00%	

**VYHOVUJE**

Posouzení smyku:

$V_{ed,y} =$	8,94	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-17,83	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	13326	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	8275,3	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 1371,03 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 851,39 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$V_{Ed,y} = 8,94 \leq 1371,0 = V_{Rd,y}$$

VYHOVUJE

$$\text{Využití: } 0,65\% \leq 100,00\%$$

$$V_{Ed,z} = 17,83 \leq 851,4 = V_{Rd,z}$$

VYHOVUJE

$$\text{Využití: } 2,09\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = 52,57 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = -8,81 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{el,Rd,y} = 182,48 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 127,22 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$M_{ed,y} = 52,57 \leq 182,5 = M_{Rd,y}$$

VYHOVUJE

$$\text{Využití: } 28,81\% \leq 100,00\%$$

$$M_{ed,y} = 8,81 \leq 127,2 = M_{Rd,y}$$

VYHOVUJE

$$\text{Využití: } 6,93\% \leq 100,00\%$$

### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{d} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$

$$\alpha_{LT} = 0,76 \quad \text{-křivka klopení}$$

$$L = 3010 \text{ mm} \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$k_y = 0,5 \quad \text{-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny}$$

$$k_z = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_w = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,0} = 1,49 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,1} = 1,75 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_1 = 1,75 \quad \text{-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_2 = 0,56 \quad \text{-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_3 = 0,61 \quad \text{-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$z_g = z_a - z_s = 135,9252 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_a = 207 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_s = 71,0748 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku}$$

$$h_f = 451,67 \text{ mm} \quad \text{-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)}$$

$$\psi_f = -1$$

$$z_j = 0,45\psi_f h_f$$

$$z_j = -203,2515$$

$$k_{wt} = \pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$k_{wt} = 0,17$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)} \quad \text{-parametr působišťe zatížení}$$

$$\zeta_g = 2,10$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = -3,14$$

$$\mu_{CR} = C_1/k_z [ \sqrt{1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2} - (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j) ]$$

$$\mu_{CR} = 0,5675 \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 2253,94 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_{y,f_y} / M_{CR})} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,2845$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,5726$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2})$$

$$\chi_{LT} = 0,9350$$

$$M_{ed,y} = 52,57 \leq 170,6 = \chi_{LT} M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 30,81\% \leq 100,00\%$$

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT} W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,92 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 92,15\% \leq 100,00\%$$

#### 9.1.2.5 Průřezy U7;U14

P posouzena je část U14 návodní strany. Průřez U14 návodní strany je nejnamáhanejší částí dolního pásu skupiny průřezů U7;U14.

##### 9.1.2.5.1 Posouzení průřezu U14 návodní strany

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**
- Nejnamáhanejší část: **U14, B84**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**
- Tvar průřezu: **U7,U4**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
2422,23	-7,78	-18,67	-0,24	36,52	7,06

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-
			<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	348,6	mm	-šířka
h=	444,88	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	323,7	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	13,28	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	167,66	mm	-délka přechýlující části pásnice
t <sub>f</sub> =	39,84	mm	-šířka pásnice
A=	19366	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	736120	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	642750	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	117	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	76	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	264470000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	112030000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
I <sub>t</sub> =	6295100	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
I <sub>w</sub> =	9210500000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

N <sub>Ed</sub> =	2422,23	kN	-osová síla
N <sub>Rd</sub> =A <sub>f<sub>y</sub></sub> /γ <sub>M0</sub>			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
N <sub>Rd</sub> =	3451,02	kN	
N <sub>Ed</sub> =	2422,23	≤	3451,0 = N <sub>pl,Rd</sub>
Využití:	70,19%	≤	100,00%

VYHOVUJE

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-7,78 kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-18,67 kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	12598 mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	6704,7 mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$		
$V_{Rd,y} =$	1296,13 kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	689,81 kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	7,78	$\leq$	1296,1	$= V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,60%	$\leq$	100,00%		

$V_{ed,z} =$	18,67	$\leq$	689,8	$= V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,71%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	36,52 kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	7,06 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{el,Rd,y} =$	131,18 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	114,54 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	36,52	$\leq$	131,2	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	27,84%	$\leq$	100,00%		

$M_{ed,y} =$	7,06	$\leq$	114,5	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	6,16%	$\leq$	100,00%		

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L=	3010	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení



$C_3=$	0,61	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g=z_a-z_s=$	123,3652	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a=$	194,44	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s=$	71,0748	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f=$	424,96	mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f=$	-1	-	
$z_j=0,45\psi_f h_f$			
$z_j=$	-191,232	-	
$k_{wt}=\pi/k_w L \sqrt{EI_w/GI_t}$			-parametr kroucení
$k_{wt}=$	0,13	-	
$\zeta_g=\pi z_g /k_z L \sqrt{EI_z/GI_t}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g=$	1,71		
$\zeta_j=\pi z_j /k_z L \sqrt{EI_z/GI_t}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j=$	-2,65	-	
$\mu_{CR}=C_1/k_z [\sqrt{1+k_{wt}^2+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2}-(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)]$			
$\mu_{CR}=$	0,6669	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR}=\mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t})/L$			-kritický moment
$M_{CR}=$	2352,75	kNm	
$\lambda_{LT}=\sqrt{W_{y,f_y}/M_{CR}}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}=$	0,2361	-	
$\phi=0,5(1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-0,2))+\lambda_{LT}^2$			
$\phi_{LT}=$	0,5416	-	
$\chi_{LT}=1/(\phi+\sqrt{\phi^2-\lambda^2})$			
$\chi_{LT}=$	0,9718	-	
$M_{ed,y}=$	36,52	≤	127,5 = $\chi_{LT} M_{Rd,y}$
Využití:	28,65%	≤	100,00%

**VYHOVUJE**

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT} W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z} (f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed}=$	1,05	≤	1,0
Využití:	105,00%	≤	100,00%

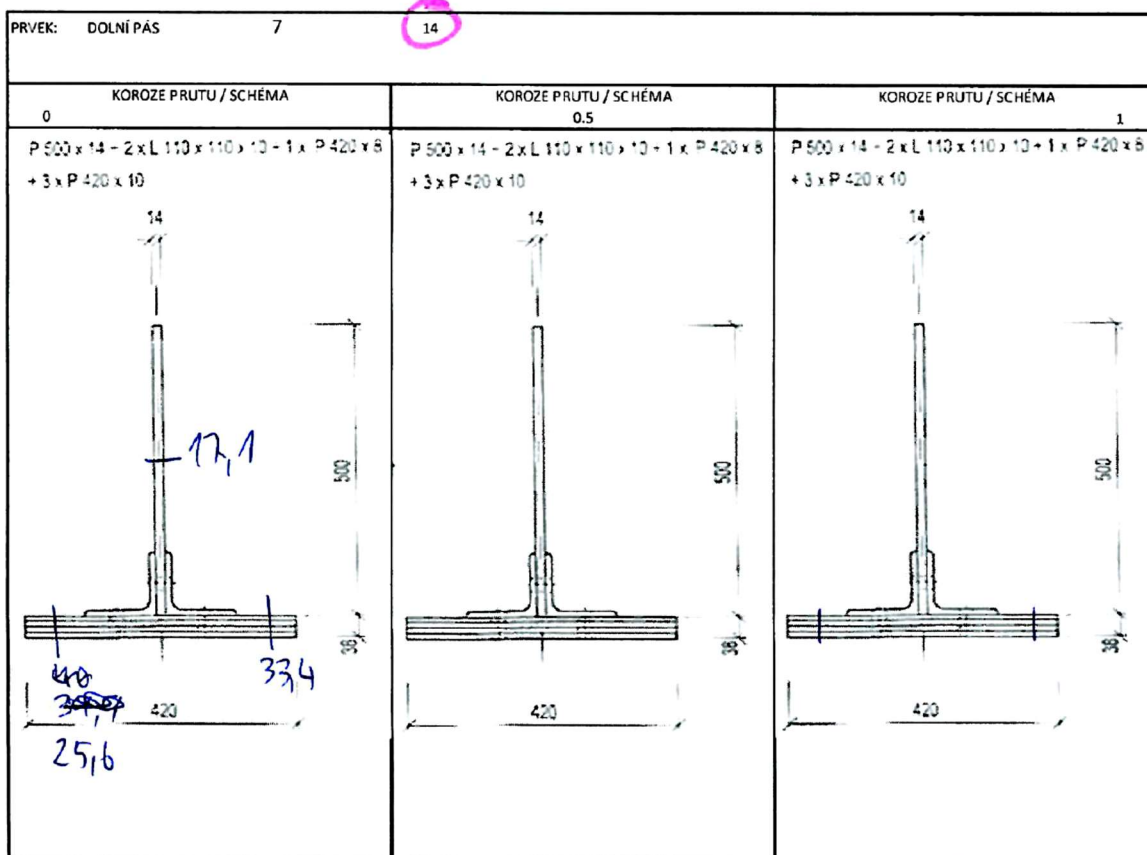
**NEVYHOVUJE**

Průřez U14 návodní strany nevyhoví při posouzení vlivu interakce normálové síly a ohybových momentů. Dominantním zatížením je tahová síla. Tento průřez je procentuálně nejoslabenějším průřezem ze všech částí dolních pásů. (oslabení 17%)

Během materiálového a korozního průzkumu byla kromě korozního oslabení zjištěna větší tloušťka stojiny dolního pásu než je uvedena v podkladech. Možností zpřesnění výsledků je zadání přesných rozměrů jednotlivých dílů tohoto průřezu tak, jak jsou uvedeny v materiálovém průzkumu.

Původní rozměry dolní pásnice U14 z podkladu								
U14	tl. vnitřní pásnice	šířka	tl. vnější pásnice	šířka	tl. vnitřní úhelník	šířka	tl. vnější úhelník	šířka
[mm]	36	210	36	210	12	110	12	110

Rozměry dolní pásnice U14 změřené v rámci korozního průzkumu								
U14	tl. vnitřní pásnice	šířka	tl. vnější pásnice	šířka	tl. vnitřní úhelník	šířka	tl. vnější úhelník	tl. Stojny
[mm]	25,6	210	33,4	210	10,5	110	10,5	17,1
[mm <sup>2</sup> ]	Kontrola oslabení svislých částí průřezu				Oslabení výřezem			
	1100				není			



Obrázek 61 Snímek materiálového a korozního průzkumu reference [17]

Oslabení svislých částí je zavedeno snížením výšky stojny a svislých částí úhelníků.

A=	1100 mm <sup>2</sup>	-oslabení svislých částí průřezu
b=	38,10 mm	-šířka svislých částí průřezu (2stěny úhelníku a stojna)
h <sub>oslab</sub> =	28,87 mm	-výška o kterou jsou oslabeny svislé části průřezu
h <sub>úhel</sub> =110-28,87		
h <sub>úhel</sub> =	81,13 mm	-výška oslabené svislice obou úhelníků
h <sub>stojina</sub> =500-28,87		
h <sub>stojina</sub> =	471,13 mm	-výška oslabené stojny průřezu

#### 9.1.2.5.2 Posouzení průřezu U14 návodní strany s rozměry dle korozního průzkumu

##### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		- materiál
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
ε=	1,177	-	
b=	420	mm	-šířka
h=	471,13	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	390	mm	-výška stojny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	17,1	mm	-tloušťka stojny
c <sub>f</sub> =	201,45	mm	-délka přečnávající části pásnice
t <sub>f</sub> =	25,6	mm	-šířka pásnice
A=	24060	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	1185500	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	872220	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	140	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	89	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	470410000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	190880000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
I <sub>t</sub> =	8114800	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
I <sub>w</sub> =	2662500000	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

##### Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed} =$	2422,23	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A_f \gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	4287,49	kN	
$N_{Ed} =$	2422,23	$\leq$	4287,5 = $N_{pl,Rd}$
Využití:	56,50%	$\leq$	100,00%

**VYHOVUJE****Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-7,78	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-18,67	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	15506	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	8920,9	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y} =$	1595,32	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	917,82	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	7,78	$\leq$	1595,3 = $V_{Rd,y}$
Využití:	0,49%	$\leq$	100,00%

**VYHOVUJE**

$V_{ed,z} =$	18,67	$\leq$	917,8 = $V_{Rd,z}$
Využití:	2,03%	$\leq$	100,00%

**VYHOVUJE**

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	36,52	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	7,06	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{el,Rd,y} =$	211,26	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	155,43	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	36,52	$\leq$	211,3 = $M_{Rd,y}$
Využití:	17,29%	$\leq$	100,00%

**VYHOVUJE**

$M_{ed,y} =$	7,06	$\leq$	155,4 = $M_{Rd,y}$
Využití:	4,54%	$\leq$	100,00%

**VYHOVUJE****Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	<b>0,76</b>	-	-součinitel imperfekce

$L=$	3010	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y=$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z=$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w=$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}=$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}=$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1=$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2=$	0,56	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3=$	0,61	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g=z_a-z_s=$	136,4902	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a=$	207,565	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s=$	71,0748	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f=$	458,33	mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f=$	-1	-	
$z_j=0,45\psi_f h_f$			
$z_j=$	-206,2485	-	
$k_{wt}=\pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)}$			-parametr kroucení
$k_{wt}=$	0,19	-	
$\zeta_g=\pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g=$	2,17		
$\zeta_j=\pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j=$	-3,28	-	
$\mu_{CR}=C_1/k_z [ \sqrt{1+k_{wt}^2+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2} - (C_2\zeta_g-C_3\zeta_j) ]$			
$\mu_{CR}=$	0,5497	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR}=\mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)})/L$			-kritický moment
$M_{CR}=$	2873,99	kNm	
$\lambda_{LT}=\sqrt{(W_{y,f_y}/M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}=$	0,2711	-	
$\phi=0,5(1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-0,2))+\lambda_{LT}^2$			
$\phi_{LT}=$	0,5638	-	
$\chi_{LT}=1/(\phi+\sqrt{\phi^2-\lambda_{LT}^2})$			
$\chi_{LT}=$	0,9451	-	
$M_{ed,y}=$	36,52	≤	199,7 = $\chi_{LT} M_{Rd,y}$
Využití:	18,29%	≤	100,00%

**VYHOVUJE**

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT} W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z} (f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} = 0,79 \leq 1,0$   
 Využití: 79,33%  $\leq 100,00\%$   
 Skutečný průřez vyhoví na dané zatížení.

**VYHOVUJE**

### 9.1.2.6 Průřezy U8-U13

Posouzen bude průřez U13 návodní strany. Průřez U13 návodní strany je nejnamáhanější částí ze skupiny průřezů U8-13.

#### 9.1.2.6.1 Posouzení průřezu U13 návodní strany

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**
- Nejnamáhanější část: **U13, B97**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**
- Tvar průřezu: **U8-U13**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
2756,62	8,61	-25,25	0,57	55,70	10,48

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-	<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa		<i>-mez kluzu</i>
$f_u =$	330	MPa		<i>-mez pevnosti</i>
$E =$	200 000	MPa		<i>-Younguv modul pružnosti</i>
$G =$	81 000	MPa		<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\ 000) / (f_y \cdot E))}$				<i>-materiálový součinitel</i>
$\epsilon =$	1,177	-		
$b =$	352,8	mm		<i>-šířka</i>
$h =$	420	mm		<i>-výška</i>
$c_w =$	327,6	mm		<i>-výška stojiny bez části úhelníků</i>
$t_w =$	13,44	mm		<i>-tloušťka stojiny</i>
$c_f =$	159,6	mm		<i>-délka přečnívající části pásnice</i>
$t_f =$	38,64	mm		<i>-šířka pásnice</i>
$A =$	22799	mm <sup>2</sup>		<i>-plocha</i>
$W_{el,y} =$	795750	mm <sup>3</sup>		<i>-elastický průřezový modul k ose y</i>
$W_{el,z} =$	840520	mm <sup>3</sup>		<i>-elastický průřezový modul k ose z</i>
$i_y =$	114	mm		<i>-poloměr setrvačnosti k ose y</i>
$i_z =$	81	mm		<i>-poloměr setrvačnosti k ose z</i>
$I_y =$	298740000	mm <sup>4</sup>		<i>-moment setrvačnosti k ose y</i>

$I_z =$	148270000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	11077000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	19110000000	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$N_{Ed} =$	2756,62	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A_f \cdot f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	4062,78	kN	

$N_{Ed} =$	2756,62	≤	4062,8	= $N_{pl,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	67,85%	≤	100,00%		

Posouzení smyku:

$V_{ed,y} =$	8,61	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-25,25	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	5644,8	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	13632,192	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y} =$	580,76	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	1402,53	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	8,61	≤	580,8	= $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,48%	≤	100,00%		

$V_{ed,z} =$	25,25	≤	1402,5	= $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,80%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	55,70	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	10,48	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{el,Rd,y} =$	141,80	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	149,78	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	55,70	≤	141,8	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	39,28%	≤	100,00%		

$M_{ed,y} =$	10,48	$\leq$	149,8	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	7,00%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{MO}$				-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-		-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-		-součinitel imperfekce
L =	3010	mm		-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0,61	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	110,9252	mm		-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	182	mm		-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	71,0748	mm		-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	400,68	mm		-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	-1	-		
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$				
$z_j =$	-180,306	-		
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$				-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	0,14	-		
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$				-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	1,33			
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$				-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	-2,16	-		
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$				
$\mu_{CR} =$	0,8169	-		-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$				-kritický moment
$M_{CR} =$	4397,84	kNm		
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f} / M_{CR}}$				-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,1796	-		
$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$				
$\phi_{LT} =$	0,5084	-		
$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2})$				
$\chi_{LT} =$	1,0163	-		



$M_{ed,y} =$	55,70	$\leq$	144,1	$= \chi_{LT} M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	38,65%	$\leq$	100,00%		

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT}W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} =$	1,13	$\leq$	1,0	<b>NEVYHOVUJE</b>
Využití:	113,50%	$\leq$	100,00%	

Průřez U13 návodní strany nevyhoví při posouzení vlivu interakce normálové síly a ohybových momentů. Dominantním zatížením je tahová síla. Tato část dolního pasu patří mezi nejoslabenější části mostu. (oslabení 16%)

Stejně jako průřez U14 návodní strany bude i průřez U13 návodní strany posouzen při započítání skutečných rozměrů změřených v rámci korozního průzkumu.

Původní rozměry dolní pásnice U13 z podkladu								
<b>U13</b>	tl. vnitřní pásnice	šířka	tl. vnější pásnice	šířka	tl. vnitřní úhelník	šířka	tl. vnější úhelník	šířka
<b>[mm]</b>	46	210	46	210	12	110	12	110

Rozměry dolní pásnice U13 změřené v rámci korozního průzkumu								
<b>U13</b>	tl. vnitřní pásnice	šířka	tl. vnější pásnice	šířka	tl. vnitřní úhelník	šířka	tl. vnější úhelník	tl. Stojny
<b>[mm]</b>	35	210	43	210	10,5	110	10,5	17,5
<b>[mm<sup>2</sup>]</b>	Kontrola oslabení svislých částí průřezu				Oslabení výřezem			
	1300				není			

PRVEK: DOLNÍ PÁS	8	9	10	11	12	13
KOROZE PRUTU / SCHÉMA 0		KOROZE PRUTU / SCHÉMA 0.5			KOROZE PRUTU / SCHÉMA 1	
P 500 x 14 + 2 x L 110 x 110 x 10 + 1 x P 420 x 6 + 4 x P 420 x 10		P 500 x 14 + 2 x L 110 x 110 x 10 + 1 x P 420 x 6 + 4 x P 420 x 10			P 500 x 14 + 2 x L 110 x 110 x 10 + 1 x P 420 x 6 + 4 x P 420 x 10	

Obrázek 62 Snímek materiálového a korozního průřezu reference [17]

Oslabení svislých částí je zavedeno snížením výšky stojny a svislých částí úhelníků.

A=	1300 mm <sup>2</sup>	-oslabení svislých částí průřezu
b=	38,50 mm	-šířka svislých částí průřezu (2stěny úhelníku a stojina)
$h_{oslab} =$	33,77 mm	-výška o kterou jsou oslabeny svislé části průřezu
$h_{úhel.} = 110 - 33,77$		
$h_{úhel.} =$	76,23 mm	-výška oslabené svislice obou úhelníků
$h_{stojina} = 500 - 33,77$		
$h_{stojina} =$	466,23 mm	-výška oslabené stojny průřezu

## 9.1.2.6.2 Posouzení průřezu U13 návodní strany s rozměry dle korozního průřezu

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková		- materiál
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{((235 * 210\,000) / (f_y * E))}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177	-	
$b =$	420	mm	-šířka
$h =$	466,23	mm	-výška
$c_w =$	390,00	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w =$	17,5	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	190,75	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	35	mm	-šířka pásnice
$A =$	28046	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	1241500	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	1143800	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	134	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	94	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	505890000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	249580000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	14239000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	44884000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$N_{Ed} =$	2756,62	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	4997,80	kN	

$N_{Ed} =$	2756,62	≤	4997,8	= $N_{pl,Rd}$
Využití:	55,16%	≤	100,00%	

**VYHOVUJE**

Posouzení smyku:

$V_{ed,y} =$	8,61	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-25,25	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	19318	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z

$A_{v,z} =$	9296,7	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y} =$	1987,51	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	956,48	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	8,61	≤	1987,5	= $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,43%	≤	100,00%		

$V_{Ed,z} =$	25,25	≤	956,5	= $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,64%	≤	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

### Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	55,70	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	10,48	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{el,Rd,y} =$	221,24	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	203,83	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	55,70	≤	221,2	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	25,18%	≤	100,00%		

$M_{ed,y} =$	10,48	≤	203,8	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	5,14%	≤	100,00%		

### Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L=	3010	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0,61	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	134,0420831	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	205,1168831	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	71,0748	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku

$$h_f = 448,7337662 \text{ mm} \quad \text{- vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)}$$

$$\psi_f = -1 \quad \text{-}$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 201,9301948 \quad \text{-}$$

$$k_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)} \quad \text{- parametr kroucení}$$

$$k_{wt} = 0,18 \quad \text{-}$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{- parametr působíště zatížení}$$

$$\zeta_g = 1,84$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{- parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = -2,77 \quad \text{-}$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z \sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)$$

$$\mu_{CR} = 0,6429 \quad \text{- bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L \quad \text{- kritický moment}$$

$$M_{CR} = 5091,59 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y f_y / M_{CR})} \quad \text{- poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,2084 \quad \text{-}$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,5249 \quad \text{-}$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2})$$

$$\chi_{LT} = 0,9933 \quad \text{-}$$
  

$$M_{ed,y} = 55,70 \leq 219,8 = \chi_{LT} M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 25,35\% \leq 100,00\%$$

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / (\chi_{LT} W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,86 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 85,64\% \leq 100,00\%$$

Skutečný průřez vyhoví na dané zatížení.

### 9.1.2.7 Průřezy oslabené výřezem

Části dolního pásu oslabené výřezem jsou U2, U18, U19 návodní strany a U1 a U2 povodní strany.

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**  
**U2, B44, střed prvku**
- Místo výřezu: **Návodní strana**
- Umístění na konstrukci: **U1-3,U18-20**
- Tvar průřezu: **450 x 90 (dl. x šířka)**
- Velikost výřezu:



Obrázek 63 Výřez pásnice dolního pásu

Výřez se nachází v polovině pole mezi 2. a 3. příčným. Na obrázku lze vidět vodní dopravní značení přichycené ke stojině dolního pásu.

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
121,11	-0,49	-14,02	0,04	12,19	-0,33

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková	-	<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	<i>-mez kluzu</i>
f <sub>u</sub> =	330	MPa	<i>-mez pevnosti</i>
E=	200 000	MPa	<i>-Younguv modul pružnosti</i>
G=	81 000	MPa	<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\ 000) / (f_y \cdot E))}$			<i>-materiálový součinitel</i>
$\epsilon =$	1,177	-	

b=	115,92	mm	-šířka
h=	420	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	327,6	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
t <sub>w</sub> =	13,44	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	82,32	mm	-délka přečnávající části pásnice
t <sub>f</sub> =	10,08	mm	-šířka pásnice
A=	8337,4	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	532870	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	34599	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	131	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	19	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	142430000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	2973000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
I <sub>t</sub> =	1192700	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
I <sub>w</sub> =	3894500000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

N <sub>Ed</sub> =	121,11	kN	-osová síla
N <sub>Rd</sub> =A <sub>f</sub> ·γ <sub>M0</sub>			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
N <sub>Rd</sub> =	1485,72	kN	

N <sub>Ed</sub> =	121,11	≤	1485,7	=N <sub>pl,Rd</sub>	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	8,15%	≤	100,00%		

Posouzení smyku:

V <sub>ed,y</sub> =	-0,49	kN	-smyková síla ve směru osy y
V <sub>ed,z</sub> =	-14,02	kN	-smyková síla ve směru osy z
A <sub>v,y</sub> =	1928,4	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
A <sub>v,z</sub> =	5462	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
V <sub>Rd</sub> =A <sub>v</sub> (f <sub>y</sub> /√3)/γ <sub>M0</sub>			
V <sub>Rd,y</sub> =	198,40	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
V <sub>Rd,z</sub> =	561,95	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

V <sub>Ed,y</sub> =	0,49	≤	198,4	=V <sub>Rd,y</sub>	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,25%	≤	100,00%		

V <sub>ed,z</sub> =	14,02	≤	562,0	=V <sub>Rd,z</sub>	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,49%	≤	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	12,19	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-0,33	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{el,Rd,y} =$	94,96	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	6,17	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	12,19	≤	95,0	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	12,84%	≤	100,00%		

$M_{ed,y} =$	0,33	≤	6,2	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	5,35%	≤	100,00%		

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L=	3010	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0,61	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	110,9252	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	182	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	71,0748	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	414,96	mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	-1	-	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$			
$z_j =$	-186,732	-	
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$			-parametr kroucení
$K_{wt} =$	0,19	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L V (EI_z / GI_t)$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,57		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L V (EI_z / GI_t)$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	-0,97	-	



$$\mu_{CR} = C_1/k_2[\nu(1+k^2_{wt}+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2)-(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)]$$

$$\mu_{CR} = 1,5907 \quad - \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi\nu(EI_zGI_t))/L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 397,91 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \nu(W_y f_y / M_{CR}) \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,4885 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,7290 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1/(\phi + \nu(\phi^2 - \lambda^2))$$

$$\chi_{LT} = 0,7874 \quad -$$

$$M_{ed,y} = 12,19 \leq 74,8 = \chi_{LT} M_{Rd,y}$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 16,30\% \leq 100,00\%$$

Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT} W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z} (f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,30 \leq 1,0$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 29,81\% \leq 100,00\%$$

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**
- Místo výřezu: **U18, B54, střed prvku**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**
- Tvar průřezu: **U1-3,U18-20**
- Velikost výřezu: **200 x 60 (dl. x šířka)**



Obrázek 64 Výřez pásnice dolního pásu

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
648,88	-1,39	10,45	-0,03	16,90	-1,05

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková		-
			<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	198,24	mm	-šířka
h=	420	mm	-výška

$c_w=$	327,6	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w=$	13,44	mm	-tloušťka stojiny
$c_f=$	82,32	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f=$	10,8	mm	-šířka pásnice
$A=$	8562,4	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	542590	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	37847	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	131	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	20	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	147110000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	3342900	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	1200500	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	3902900000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$N_{Ed}=$	648,88	kN	-osová síla
$N_{Rd}=A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	1525,82	kN	

$N_{Ed}=$	648,88	≤	1525,8	= $N_{pl,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	42,53%	≤	100,00%		

Posouzení smyku:

$V_{ed,y}=$	-1,39	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	10,45	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	2941,2	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z}=$	6445,5	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y}=$	302,60	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z}=$	663,14	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y}=$	1,39	≤	302,6	= $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,46%	≤	100,00%		

$V_{ed,z}=$	10,45	≤	663,1	= $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,58%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	16,90 kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-1,05 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{el,Rd,y} =$	96,69 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	6,74 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	16,90	$\leq$	96,7	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	17,48%	$\leq$	100,00%		

$M_{ed,y} =$	1,05	$\leq$	6,7	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	15,57%	$\leq$	100,00%		

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L =	3010 mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0,61	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	110,9252 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	182 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	71,0748 mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	414,6 mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	-1	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$		
$z_j =$	-186,57	
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$		-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	0,19	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,61	
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	-1,02	
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$		

$$\begin{aligned} \mu_{CR} &= 1,5325 & - & \text{-bezrozměrný kritický moment} \\ M_{CR} &= \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z G I_t}) / L & & \text{-kritický moment} \\ M_{CR} &= 407,84 & \text{kNm} & \\ \lambda_{LT} &= \sqrt{W_y f_y / M_{CR}} & & \text{-poměrná štíhlost} \\ \lambda_{LT} &= 0,4869 & - & \\ \phi &= 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2) \\ \phi_{LT} &= 0,7276 & - & \\ \chi_{LT} &= 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \\ \chi_{LT} &= 0,7885 & - & \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} M_{ed,y} &= 16,90 & \leq & 76,2 = \chi_{LT} M_{Rd,y} & \text{VYHOVUJE} \\ \text{Využití:} & 22,17\% & \leq & 100,00\% \end{aligned}$$

Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / (\chi_{LT} W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\begin{aligned} \sigma_{x,ed} &= 0,80 & \leq & 1,0 & \text{VYHOVUJE} \\ \text{Využití:} & 80,26\% & \leq & 100,00\% \end{aligned}$$

- Posuzovaný prvek:
- Místo výřezu:
- Umístění na konstrukci:
- Tvar průřezu:
- Velikost výřezu:

### Dolní pás

U19, B53, střed a čtvrtina prvku blíže ke 4-tému příčniku

Návodní strana

U1-3, U18-20

240 x 80 (dl. x šířka)



Obrázek 65 Výřez pásnice dolního pásu

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-69,18	-0,47	-8,47	0,05	10,08	0,63

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-
			<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	125,32	mm	-šířka

$h=$	435	mm	-výška
$c_w=$	339,3	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w=$	13,92	mm	-tloušťka stojiny
$c_f=$	98,84	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f=$	10,44	mm	-šířka pásnice
$A=$	8998,4	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	594570	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	38932	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	135	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	20	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	165150000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	34832000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	1375300	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	4808100000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed}=$	-69,18	kN	-osová síla
$N_{Rd}=Af_y/\gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	1603,51	kN	
$N_{Ed}=$	69,18	≤	1603,5 = $N_{pl,Rd}$
Využití:	4,31%	≤	100,00%

**VYHOVUJE**

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd}=\chi Af_y/\gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha=$	<b>0,34</b>	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1=93,9\epsilon$			
$\lambda_1=$	110,494414	-	
$\beta=$	<b>0,5</b>	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr}=\beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y}=$	<b>1205</b>	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z}=$	<b>1205</b>	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda=(L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y=$	0,080781694	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z=$	0,545276433	-	-poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\phi_y = 0,482995729 \quad -$$

$$\phi_z = 0,707360188 \quad -$$

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \quad \text{-součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y = 1,04254836 \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z = 0,863594428 \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y je vyšší než 1.

Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

$$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{b,Rd,z} = 1384,79 \text{ kN} \quad \text{-vzpěrná únosnost tlačného prutu pro vybočení v rovině nosníku}$$

$$I_{Ed,y} = 69,18 \leq 1384,8 = N_{b,Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 5,00\% \leq 100,00\%$$

#### Posouzení smyku:

$$V_{ed,y} = -0,47 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = -8,47 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 3324,3 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$A_{v,z} = 7955,1 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy y}$$

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 342,02 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 818,45 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$V_{Ed,y} = 0,47 \leq 342,0 = V_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 0,14\% \leq 100,00\%$$

$$V_{ed,z} = 8,47 \leq 818,5 = V_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,03\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = 10,08 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = 0,63 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{el,Rd,y} = 105,95 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 6,94 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$M_{ed,y} = 10,08 \leq 106,0 = M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 9,51\% \leq 100,00\%$$



$$M_{Ed,z} = 0,63 \leq 6,9 = M_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 9,08\% \leq 100,00\%$$

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT}$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L	3010	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1$	1,75	-	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_2$	0,56	-	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_3$	0,61	-	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s$	118,4252	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a$	189,5	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s$	71,0748	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f$	429,78	mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f$	-1	-	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$			
$z_j$	-193,401	-	
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$			-parametr kroucení
$\kappa_{wt}$	0,19	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g$	1,95		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j$	-3,19	-	
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} ] - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)$			
$\mu_{CR}$	0,5810	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$			-kritický moment
$M_{CR}$	534,23	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f} / M_{CR}}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}$	0,4453	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT}$	0,6924	-	
$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2})$			
$\chi_{LT}$	0,8180	-	

$M_{ed,y} =$	10,08	$\leq$	86,7	$= \chi_{LT} M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	11,63%	$\leq$	100,00%		

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT}W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} =$	0,25	$\leq$	1,0	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	25,03%	$\leq$	100,00%	

- Posuzovaný prvek: **Dolní pás**
- Místo výřezu: **U1, B46, střed prvku**
- Umístění na konstrukci: **Povodní strana**
- Tvar průřezu: **U1-3,U18-20**
- Velikost výřezu: **100 x 15 (dl. x šířka)**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-47,85	-1,29	46,14	-0,06	-23,94	1,10

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-
			<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
$b =$	204,48	mm	-šířka
$h =$	465	mm	-výška
$c_w =$	362,7	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w =$	14,88	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	98,84	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	11,16	mm	-šířka pásnice
$A =$	11069	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	760860	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	79930	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	146	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	28	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	234540000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	8514100	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	1811500	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	7336800000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tlaku:**

$N_{Ed} =$	-47,85	kN	-osová síla
$N_{Rd} = Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	1972,50	kN	
$N_{Ed} =$	47,85	≤	1972,5 = $N_{pl,Rd}$
Využití:	2,43%	≤	100,00%

**VYHOVUJE****Vzpěrná únosnost:**

$N_{b,Rd} = \chi Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačného prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	<b>0,34</b>	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\epsilon$			
$\lambda_1 =$	110,494414	-	
$\beta =$	<b>0,5</b>	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	<b>1205</b>	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	<b>1205</b>	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,074695402	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z =$	0,389483167	-	-poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$\phi_y =$	0,48148792	-
$\phi_z =$	0,608060707	-

$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			-součinitel vzpěrnosti
$\chi_y =$	1,044771995	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y
$\chi_z =$	0,930224791	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z

Hodnota součinitele vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

$N_{b,Rd} = \chi Af_y / \gamma_{M0}$			
$N_{b,Rd,z} =$	1834,86	kN	-vzpěrná únosnost tlačného prutu pro vybočení v rovině nosníku
$IN_{Ed} =$	47,85	≤	1834,9 = $N_{b,Rd,z}$
Využití:	2,61%	≤	100,00%

**VYHOVUJE****Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-1,29	kN	-smyková síla ve směru osy y
--------------	-------	----	------------------------------

$V_{ed,z} =$	46,14	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	3126,9	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	6852,5	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y} =$	321,71	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	705,01	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	1,29	≤	321,7	= $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,40%	≤	100,00%		

$V_{Ed,z} =$	46,14	≤	705,0	= $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	6,54%	≤	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	-23,94	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	1,10	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{el,Rd,y} =$	135,59	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	14,24	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{Ed,y} =$	23,94	≤	135,6	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	17,66%	≤	100,00%		

$M_{Ed,z} =$	1,10	≤	14,2	= $M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	7,72%	≤	100,00%		

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L=	3010	mm - délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0,61	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	133,4252	mm - souřadnice působistiže zatížení vzhledem ke středu smyku

$z_a =$	204,5	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	71,0748	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	459,42	mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	-1	-	
$z_j = 0,45\psi_f h_f$			
$z_j =$	-206,739	-	
$k_{wt} = \pi/k_w L \sqrt{EI_w/GI_t}$			-parametr kroucení
$k_{wt} =$	0,21	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z/GI_t}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,95		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z/GI_t}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	-1,47	-	
$\mu_{CR} = C_1/k_z [ \sqrt{1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2} - (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j) ]$			
$\mu_{CR} =$	1,1472	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	598,48	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f_y} / M_{CR}}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,4760	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	0,7181	-	
$\chi_{LT} = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			
$\chi_{LT} =$	0,7962	-	

$M_{ed,y} =$	23,94	≤	108,0	$= \chi_{LT} M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	22,18%	≤	100,00%		

#### Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT} W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z} (f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} =$	0,32	≤	1,0	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	32,32%	≤	100,00%	

• Posuzovaný prvek:

### Dolní pás

U2, B47, střed

prvku

Povodní strana

U1-3, U18-20

800 x 80 (dl. x šířka)

• Místo výřezu:

• Umístění na konstrukci:

• Tvar průřezu:

• Velikost výřezu:



Obrázek 66 Výřez pásnice dolního pásu

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
141,25	0,31	-15,23	0,05	15,68	-0,32

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-
			<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	130,04	mm	-šířka
h=	445	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	347,1	mm	-výška stojiny bez části úhelníků

$t_w=$	14,24	mm	-tloušťka stojiny
$c_f=$	87,4	mm	-délka přečnívající části pásnice
$t_f=$	10,8	mm	-šířka pásnice
$A=$	9436,6	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	637450	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	41901	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	139	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	20	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	181330000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	3842300	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	1507800	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	5511500000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$N_{Ed}=$	141,25	kN	-osová síla
$N_{Rd}=A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová elastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	1681,60	kN	

$N_{Ed}=$	141,25	≤	1681,6	= $N_{pl,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	8,40%	≤	100,00%		

Posouzení smyku:

$V_{ed,y}=$	0,31	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	-15,23	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	2941,2	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z}=$	6445,5	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$V_{Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y}=$	302,60	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z}=$	663,14	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y}=$	0,31	≤	302,6	= $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,10%	≤	100,00%		

$V_{ed,z}=$	15,23	≤	663,1	= $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,30%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

Posouzení ohybového momentu:



$M_{ed,y} =$	15,68 kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-0,32 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{el,Rd,y} =$	113,59 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	7,47 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{ed,y} =$	15,68	$\leq$	113,6	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	13,80%	$\leq$	100,00%		

$M_{ed,y} =$	0,32	$\leq$	7,5	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	4,29%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L =	3010 mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,56	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0,61	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	123,4252 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	194,5 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	71,0748 mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	439,6 mm	-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)
$\psi_f =$	-1	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$		
$z_j =$	-197,82	
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$		-parametr kroucení
$K_{wt} =$	0,20	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,65	
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	-1,04	
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$		
$\mu_{CR} =$	1,5048	-bezrozměrný kritický moment

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z G I_t}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 481,14 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y f_y / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,4859 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,7267 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 0,7892 \quad -$$

$$M_{ed,y} = 15,68 \leq 89,7 = \chi_{LT} M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 17,49\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,30 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 30,18\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

### 9.1.3 Svislice

Posouzeny jsou vždy nejnamáhanější svislice, z každé skupiny svislic stejných průřezů (tj.S0,20; S1,19; S2,18; S3,5,8,12,15,17; S4,6,7,9,10,11,13,14,16).

### 9.1.4 Průřezy S0,20

Posouzen je průřez S20 návodní strany, jedná se o nejnamáhanější svislici ze skupiny svislic stejných průřezů S0,20.

- Posuzovaný prvek: **Svislice**
- Nejnamáhanější část: S20,B581
- Umístění na konstrukci: Návodní strana
- Tvar průřezu: S0,20

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-1540,72	73,21	-30,24	0,53	100,16	-195,88

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-materiál
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
$b =$	450	mm	-šířka
$h =$	460	mm	-výška
$c_w =$	200	mm	-výška stojiny úhelníků
$t_w =$	40	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	182	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	23	mm	-šířka pásnice
$A =$	40962	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	1354500	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	3257800	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	86	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	147	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	304770000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	890810000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z

$I_t =$	22138000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	2,9545E+12	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Průřez je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed} =$	-1540,72	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd} =$	7299,43	kN	

$IN_{Ed} =$	1540,72	≤	7299,4 = $N_{c,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	21,11%	≤	100,00%	

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\epsilon$			
$\lambda_1 =$	110,494414	-	
$\beta =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	939	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	939	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,098815897	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z =$	0,057810661	-	-poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\phi_y = 0,487680993 \quad -$$

$$\phi_z = 0,477498849 \quad -$$

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \quad \text{-součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y = 1,036005516 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z = 1,050988477 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

$$N_{b,Rd} = \chi Af_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{b,Rd,y} = 7562,248084 \quad \text{kN} \quad \text{-vzpěrná únosnost tlačенého prutu pro vybočení v rovině nosníku}$$

$IN_{EdI} =$	1540,72	$\leq$	7562,2	$=N_{b,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	20,37%	$\leq$	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	73,21	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-30,24	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	25298	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	15602	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$V_{Rd,y} =$	2602,75	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	1605,19	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	73,21	$\leq$	2602,8	$=V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,81%	$\leq$	100,00%		

$V_{Ed,z} =$	-30,24	$\leq$	1605,2	$=V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-1,88%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	100,16	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-195,88	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	241,37	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	580,54	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,yI} =$	100,16	$\leq$	241,4	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	41,50%	$\leq$	100,00%		

$IM_{Ed,zI} =$	195,88	$\leq$	580,5	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	33,74%	$\leq$	100,00%		

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L =	1878	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky

$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0	mm	-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0	mm	-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	40	mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f =$	1	-	
$z_j = 0,45\psi_f h_f$			
$z_j =$	0	-	
$k_{wt} = \pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)}$			-parametr kroucení
$k_{wt} =$	1,92	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr působišť zatížení
$\zeta_g =$	0,00		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-	
$\mu_{CR} = C_1/k_z [v(1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2) - (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)]$			
$\mu_{CR} =$	7,5786	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi v \sqrt{(EI_z GI_t)})/L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	226601,20	kNm	
$\lambda_{LT} = v(W_y f_y / M_{CR})$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,0326	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	0,4369	-	
$\chi_{LT} = 1/(\phi + v(\phi^2 - \lambda^2))$			
$\chi_{LT} =$	1,1459	-	

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + k_{yy}(M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + k_{yz}(M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0})) \leq 1 \quad (a)$$

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + k_{zy}(M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + k_{zz}(M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0})) \leq 1 \quad (b)$$

$$C_{my} = 0,8642 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$C_{mz} = 0,5170 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$k_{yy} = C_{my} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{-součinitel interakce}$$

$$k_{yy} = 0,66 \quad \text{-}$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 0,313 \quad \text{-součinitel interakce}$$

$$k_{zy} = 0,8 k_{yy} \quad \text{-součinitel interakce}$$

$$k_{zy} = 0,52888 \quad \text{-}$$

$$k_{zz} = C_{mz} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{-součinitel interakce}$$

$$k_{zz} = 0,313 \quad \text{-}$$

Hodnoty interakčních součinitelů jsou nižší než 1. Jejich započítání by snižovalo účinky vnitřních sil při interakci. Z důvodu stáří konstrukce proto nejsou použity.

$$\sigma_{x,ed} = 0,96 \leq 1,0 \quad \text{(a)} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 96,34\% \leq 100,00\%$$

První svislice mostu je téměř plně využita. V ostatních průřezech S0,20 působí vnitřní síly nižších hodnot. Svislice S0 budou prověřovány při návrhu pylonu a posouzení mostu při zdvihu pole.

### 9.1.5 Průřezy S1;S19

Posouzen je průřez S1 návodní strany, jedná se o nejnamáhanější svislici ze skupiny svislic stejných průřezů S1,19.

- Posuzovaný prvek: **Svislice**
- Nejnamáhanější část: S1,B858
- Umístění na konstrukci: Návodní strana
- Tvar průřezu: S1,19

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-491,19	7,81	-7,37	-0,11	12,05	-8,56

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková	-	<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa	<i>-mez kluzu</i>
$f_u =$	330	MPa	<i>-mez pevnosti</i>
$E =$	200 000	MPa	<i>-Younguv modul pružnosti</i>
$G =$	81 000	MPa	<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\varepsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			<i>-materiálový součinitel</i>
$\varepsilon =$	1,177	-	

b=	206,8	mm	-šířka
h=	236,8	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	90,2	mm	-výška stojiny úhelníků
t <sub>w</sub> =	8,2	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	90,2	mm	-délka přečnávající části pásnice
t <sub>f</sub> =	8,2	mm	-šířka pásnice
A=	6186,1	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	167180	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	119410	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	57	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	45	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	19795000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	12347000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
I <sub>t</sub> =	127790	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
I <sub>w</sub> =	7990800000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Průřez je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

N <sub>Ed</sub> =	-491,19	kN	-osová síla
N <sub>c,Rd</sub> =A <sub>f</sub> γ <sub>M0</sub>			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
N <sub>c,Rd</sub> =	1102,36	kN	
IN <sub>Ed</sub> =	491,19	≤	1102,4 =N <sub>c,Rd</sub>
Využití:	44,56%	≤	100,00%

VYHOVUJE

Vzpěrná únosnost:

N <sub>b,Rd</sub> =χA <sub>f</sub> γ <sub>M0</sub>			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
α=	0,34	-	-součinitel imperfekce
λ <sub>1</sub> =93,9ε			
λ <sub>1</sub> =	110,494414	-	
β=	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
L <sub>cr</sub> =β L			-vzpěrná délka
L <sub>cr,y</sub> =	1107,5	mm	-vzpěrná délka v rovině y
L <sub>cr,z</sub> =	1107,5	mm	-vzpěrná délka v rovině z
λ=(L <sub>cr</sub> /i) (1/λ <sub>1</sub> )			-poměrná štíhlost
λ <sub>y</sub> =	0,175844406	-	-poměrná štíhlost v rovině y
λ <sub>z</sub> =	0,222736247	-	-poměrná štíhlost v rovině z



Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 Lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\phi_y = 0,511354176 \quad -$$

$$\phi_z = 0,52867088 \quad -$$

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \quad \text{-součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y = 1,00854975 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z = 0,991935137 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

$$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{b,Rd,z} = 1111,787948 \text{ kN} \quad \text{-vzpěrná únosnost tlačенého prutu pro vybočení z roviny nosníku}$$

$$I_{N_{Ed}} = 491,19 \leq 1111,8 = N_{b,Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 44,18\% \leq 100,00\%$$

#### Posouzení smyku:

$$V_{ed,y} = 7,81 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = -7,37 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 5158,5 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy y}$$

$$A_{v,z} = 5050,3 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 530,73 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 519,59 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$V_{Ed,y} = 7,81 \leq 530,7 = V_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,47\% \leq 100,00\%$$

$$V_{Ed,z} = 7,37 \leq 519,6 = V_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,42\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = 12,05 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = -8,56 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 29,79 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 21,28 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$I_{M_{Ed,y}} = 12,05 \leq 29,8 = M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

Využití: 40,45% ≤ 100,00%

$IM_{Ed,z} = 8,56 \leq 21,3 = M_{Rd,z}$

**VYHOVUJE**

Využití: 40,23% ≤ 100,00%

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L=	2215	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	40	mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f =$	1	-	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$			
$z_j =$	0	-	
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)}$			-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	1,11	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,00	-	
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-	
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$			
$\mu_{CR} =$	5,2411	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	1188,46	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y f_y / M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,1583	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	0,4967	-	

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0336 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / \chi A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{yy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{yz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (a)$$

$$N_{Ed} / \chi A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{zy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{zz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (b)$$

$$C_{my} = 0,8642 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$C_{mz} = 0,5170 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$k_{yy} = C_{my} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{yy} = 0,66 \quad - \quad \text{interakce}$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 0,313 \quad - \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{zy} = 0,8 k_{yy} \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{zy} = 0,52888 \quad - \quad \text{interakce}$$

$$k_{zz} = C_{mz} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{zz} = 0,313 \quad - \quad \text{interakce}$$

Hodnoty interakčních součinitelů jsou nižší než 1. Jejich započítání by snižovalo účinky vnitřních sil při interakci. Z důvodu stáří konstrukce proto nejsou použity.

$$\sigma_{x,ed} = 1,26 \leq 1,0 \quad (a)$$

**NEVYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 125,60\% \leq 100,00\%$$

### Opatření:

#### **Zesílení průřezu:**

Průřezы svislic budou roznýtovány během montáže nové desky mostovky. Zesílení bude provedeno přidáním plechu příčně mezi úhelníky. Styčnickový plech z oceli S355 o tloušťce 10mm bude po montáži mostovky spojen s úhelníky pomocí HRC šroubů.

#### Charakteristiky zesíleného průřezu:

A=	8672,5	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	265310	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	119610	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	60	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	38	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	31413000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y

$I_z =$	12368000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	1053700	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	9475800000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

**Posouzení tlaku:**

$N_{Ed} =$	-491,19	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd} =$	1545,44	kN	

$IN_{Ed} =$	491,19	≤	1545,4 = $N_{c,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	31,78%	≤	100,00%	

**Vzpěrná únosnost:**

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\epsilon$			
$\lambda_1 =$	117,9343799	-	
$\beta =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	1107,5	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	1107,5	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,001082827	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z =$	3,53956E-05	-	-poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$\phi_y =$	0,466184667	-
$\phi_z =$	0,466006018	-

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$\chi_y =$	1,072537795	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y
$\chi_z =$	1,072947519	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	7,81	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-7,37	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	3758	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y

$A_{v,z} = 34829 \text{ mm}^2$  -smyková plocha ve směru osy z

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$V_{Rd,y} = 386,64 \text{ kN}$  -smyková únosnost ve směru osy y

$V_{Rd,z} = 3583,34 \text{ kN}$  -smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} = 7,81 \leq 386,6 = V_{Rd,y}$  **VYHOVUJE**

Využití:  $2,02\% \leq 100,00\%$

$V_{Ed,z} = 7,37 \leq 3583,3 = V_{Rd,z}$  **VYHOVUJE**

Využití:  $0,21\% \leq 100,00\%$

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} = 12,05 \text{ kNm}$  -ohybový moment okolo osy y

$M_{ed,z} = -8,56 \text{ kNm}$  -ohybový moment okolo osy z

$$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$M_{Rd,y} = 47,28 \text{ kNm}$  -moment únosnosti okolo osy y

$M_{Rd,z} = 21,31 \text{ kNm}$  -moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} = 12,05 \leq 47,3 = M_{Rd,y}$  **VYHOVUJE**

Využití:  $25,49\% \leq 100,00\%$

$IM_{Ed,z} = 8,56 \leq 21,3 = M_{Rd,z}$  **VYHOVUJE**

Využití:  $40,16\% \leq 100,00\%$

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$M_{b,Rd}$  -návrhový moment únosnosti nosníku při klopení

křivka: **d** -křivka klopení

$\alpha_{LT} = 0,76$  -součinitel imperfekce

$L = 2215 \text{ mm}$  -délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny

$k_y = 0,50$  -součinitel vzpěrné délky

$k_z = 0,50$  -součinitel vzpěrné délky

$k_w = 0,50$  -součinitel vzpěrné délky

$C_{1,0} = 1,49$  -součinitel pro určení  $C_1$

$C_{1,1} = 1,75$  -součinitel pro určení  $C_1$

$C_1 = 1,75$  -součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$C_2 = 0,08$  -součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$C_3 = -1,20$  -součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$z_g = z_a - z_s = 0 \text{ mm}$  -souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku

$z_a = 0 \text{ mm}$  -souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku

$z_s =$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	40	mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f =$	1	-	
$z_j = 0,45\psi_f h_f$			
$z_j =$	18	-	
$k_{wt} = \pi/k_w L \sqrt{EI_w/GI_t}$			-parametr kroucení
$k_{wt} =$	0,42	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z/GI_t}$			-parametr působišť zatížení
$\zeta_g =$	0,00		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z/GI_t}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,27	-	
$\mu_{CR} = C_1/k_z [ \sqrt{1+k_{wt}^2 + (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j)^2} - (C_2\zeta_g - C_3\zeta_j) ]$			
$\mu_{CR} =$	2,8169	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	1835,72	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f_y} / M_{CR}}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,1605	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	0,4979	-	
$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_{LT}^2})$			
$\chi_{LT} =$	1,0318	-	

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + (M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + (M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0})) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} =$	0,97	≤	1,0	(a)	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	97,43%	≤	100,00%		

Nejnamáhanější průřez nevyhověl a je třeba jej zesílit. Ostatní průřezy jsou posouzeny stejným způsobem. Níže je uvedena tabulka výsledků posouzení. Případné zesílení je provedeno stejným způsobem.

Tabulka 8

Průřez	VYUŽITÍ PRŮŘEZU [%]					
	Tlak	vzpěr	Ohyb v rovině	klopení	Ohyb z roviny	Interakce osově síly a ohybu
S19 návodní s.	34,24%	NENÍ	31,91%	NEKLOPÍ	28,83%	94,82%
S1 povodní s.	31,87%	NENÍ	39,31%	NEKLOPÍ	34,10%	105,12%
po zesílení	24,15%	NENÍ	26,40%	NEKLOPÍ	34,07%	84,62%
S19 povodní s.	37,78%	NENÍ	31,79%	NEKLOPÍ	28,33%	97,72%

Ze skupiny průřezů S1,19 nevyhoví a je třeba zesílit svislíce S1 návodní i povodní strany. Svislice S19 návodní a povodní strany vyhoví, jsou nicméně plně využity bez jakékoliv rezervy, proto je doporučeno zesílit tyto průřezy také.

#### 9.1.6 Průřezy S2;S18

Posouzen je průřez S2 povodní strany, jedná se o nejnamáhanější svislici ze skupiny svislíc stejných průřezů S2,18.

- Posuzovaný prvek: **Svislice**
- Nejnamáhanější část: S2,B868
- Umístění na konstrukci: Povodní strana
- Tvar průřezu: S2,18

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-586,87	-8,84	8,65	-0,21	-15,18	10,53

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-	<i>materiál</i>
$f_y$ =	178,2	MPa		<i>-mez kluzu</i>
$f_u$ =	330	MPa		<i>-mez pevnosti</i>
E=	200 000	MPa		<i>-Younguv modul pružnosti</i>
G=	81 000	MPa		<i>-modul pružnosti ve smyku</i>

$\varepsilon = \sqrt{((235 * 210\ 000) / (f_y * E))}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177	-	
$b =$	230	mm	-šířka
$h =$	260	mm	-výška
$c_w =$	100	mm	-výška stojiny úhelníků
$t_w =$	10	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	100	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	10	mm	-šířka pásnice
$A =$	8400	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	244000	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	180090	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	61	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	50	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	31720000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	20710000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	257560	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	15824000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Průřez je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed} =$	-586,87	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd} =$	1496,88	kN	

$ N_{Ed}  =$	586,87	≤	1496,9	$= N_{c,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	39,21%	≤	100,00%		

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\varepsilon$			
$\lambda_1 =$	110,494414	-	
$\beta =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	939	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	939	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost



$$\lambda_y = 0,139314216 \quad - \quad \text{-poměrná štíhlost v rovině y}$$

$$\lambda_z = 0,169963343 \quad - \quad \text{-poměrná štíhlost v rovině z}$$

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\phi_y = 0,499387642 \quad -$$

$$\phi_z = 0,509337537 \quad -$$

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \quad \text{-součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y = 1,021503162 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z = 1,010631417 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

### Posouzení smyku:

$$V_{ed,y} = -8,84 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = 8,65 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 7078,7 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy y}$$

$$A_{v,z} = 7076,1 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 728,28 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 728,02 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$|V_{Ed,y}| = 8,84 \leq 728,3 = V_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 1,21\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

$$|V_{Ed,z}| = 8,65 \leq 728,0 = V_{Rd,z}$$

$$\text{Využití: } 1,19\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = -15,18 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = 10,53 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 43,48 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 32,09 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$|M_{Ed,y}| = 15,18 \leq 43,5 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 34,91\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

$$|M_{Ed,z}| = 10,53 \leq 32,1 = M_{Rd,z}$$

$$\text{Využití: } 32,81\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	<b>0,76</b>	-	-součinitel imperfekce
$L =$	<b>1878</b>	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	<b>0,50</b>	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	<b>0,50</b>	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	<b>0,50</b>	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	<b>1,49</b>	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	<b>1,75</b>	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	<b>1,75</b>	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	<b>0,08</b>	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	<b>-1,20</b>	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	<b>0</b>	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	<b>0</b>	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	<b>0</b>	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	<b>40</b>	mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f =$	<b>1</b>	-	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$			
$z_j =$	<b>0</b>	-	
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$			-parametr kroucení
$K_{wt} =$	<b>1,30</b>	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	<b>0,00</b>		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	<b>0,00</b>	-	
$\mu_{CR} = C_1 / k_2 [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} ] - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)$			
$\mu_{CR} =$	<b>5,7490</b>	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	<b>2827,06</b>	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f} / M_{CR}}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	<b>0,1240</b>	-	
$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	<b>0,4788</b>	-	
$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			
$\chi_{LT} =$	<b>1,0624</b>	-	

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/\chi A(f_y/\gamma_{M0}) + k_{yy}(M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + k_{yz}(M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0})) \leq 1 \quad (a)$$

$$N_{Ed}/\chi A(f_y/\gamma_{M0}) + k_{zy}(M_{y,Ed}/W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + k_{zz}(M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0})) \leq 1 \quad (b)$$

$C_{my} =$	0,8642	-	-součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$C_{mz} =$	0,5170	-	-součinitel ekvivalentního konstantního momentu
$k_{yy} = C_{my}(1 + 0,6\lambda_y N_{Ed}/\chi N_{Rk}/\gamma_{M1})$			-součinitel interakce
$k_{yy} =$	0,66	-	-součinitel interakce
$k_{yz} = k_{zz} =$	0,313	-	-součinitel interakce
$k_{zy} = 0,8k_{yy}$			-součinitel interakce
$k_{zy} =$	0,52888	-	-součinitel interakce
$k_{zz} = C_{mz}(1 + 0,6\lambda_y N_{Ed}/\chi N_{Rk}/\gamma_{M1})$			-součinitel interakce
$k_{zz} =$	0,313	-	

Hodnoty interakčních součinitelů jsou nižší než 1. Jejich započítání by snižovalo účinky vnitřních sil při interakci. Z důvodu stáří konstrukce proto nejsou použity.

$\sigma_{x,ed} =$	1,07	$\leq$	1,0	(a)	<b>NEVYHOVUJE</b>
Využití:	106,52%	$\leq$	100,00%		

**Opatření:****Zesílení průřezu:**

Průřezy svislíc budou roznýtovány během montáže nové desky mostovky. Zesílení bude provedeno přidáním plechu příčně mezi úhelníky. Styčnickový plech z oceli S355 o tloušťce 10mm bude po montáži mostovky spojen s úhelníky pomocí HRC šroubů.

Charakteristiky zesíleného průřezu:

$A =$	11130	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	362300	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	180280	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	65	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	43	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	47099000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	20733000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	1777800	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	17809000000	mm <sup>6</sup>	-výšeřový moment setrvačnosti

**Posouzení tlaku:**

$N_{Ed} =$	-586,87	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd} =$	1983,37	kN	
$IN_{Ed} =$	586,87	≤	1983,4 = $N_{c,Rd}$
Využití:	29,59%	≤	100,00%

**VYHOVUJE****Vzpěrná únosnost:**

$N_{b,Rd} = \chi Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačeního prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	<b>0,34</b>	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\epsilon$			
$\lambda_1 =$	100,0200459	-	
$\beta =$	<b>0,5</b>	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	<b>1107,5</b>	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	<b>1107,5</b>	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,000994859	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z =$	3,05625E-05	-	-poměrná štíhlost v rovině z
Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.			
$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$			
$\phi_y =$	0,466169621	-	
$\phi_z =$	0,466005196	-	
$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			-součinitel vzpěrnosti
$\chi_y =$	1,072572186	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y
$\chi_z =$	1,072949411	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z
Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.			

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-8,84	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	8,65	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	<b>5153,7</b>	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	<b>4183,6</b>	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$V_{Rd,y} =$	530,23 kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	430,42 kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	8,84	$\leq$	530,2	$=V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,67%	$\leq$	100,00%		

$V_{Ed,z} =$	8,65	$\leq$	430,4	$=V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,01%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$  -15,18 kNm -ohybový moment okolo osy y

$M_{ed,z} =$  10,53 kNm -ohybový moment okolo osy z

$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{MO}$

$M_{Rd,y} =$  64,56 kNm -moment únosnosti okolo osy y

$M_{Rd,z} =$  32,13 kNm -moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} =$	15,18	$\leq$	64,6	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	23,51%	$\leq$	100,00%		

$IM_{Ed,z} =$	10,53	$\leq$	32,1	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	32,78%	$\leq$	100,00%		

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{MO}$

křivka:	<b>d</b>	-	-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-křivka klopení
L =	2215	mm	-součinitel imperfekce
$k_y =$	0,50	-	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_z =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-	-součinitel závisující na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	40	mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f =$	1	-	

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 18 \quad -$$

$$k_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$k_{wt} = 0,45 \quad -$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad \text{-parametr působišťe zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 0,27 \quad -$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_2 [ \sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$$

$$\mu_{CR} = 2,8508 \quad - \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 3124,41 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f} / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,1437 \quad -$$

$$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4890 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0457 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,86 \leq 1,0 \quad \text{(a)}$$

$$\text{Využití: } 85,88\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

Nejnámáhanější průřez nevyhověl a je třeba jej zesílit. Ostatní průřezy jsou posouzeny stejným způsobem. Níže je uvedena tabulka výsledků posouzení. Případné zesílení je provedeno stejným způsobem.

Tabulka 9

Průřez	VYUŽITÍ PRŮŘEZU [%]					
	Tlak	vzpěr	Ohyb v rovině	klopení	Ohyb z roviny	Interakce osové síly a ohybu
S18 návodní s.	41,33%	NENÍ	33,12%	NEKLOPÍ	28,82%	102,84%
po zesílení	31,19%	NENÍ	22,30%	NEKLOPÍ	28,79%	82,29%
S2 povodní s.	38,75%	NENÍ	34,25%	NEKLOPÍ	32,72%	105,31%
po zesílení	29,24%	NENÍ	23,06%	NEKLOPÍ	32,68%	84,99%
S18 povodní s.	40,66%	NENÍ	32,80%	NEKLOPÍ	28,76%	101,79%
po zesílení	30,69%	NENÍ	22,09%	NEKLOPÍ	28,73%	81,51%

Ze skupiny průřezů S2,18 nevyhoví a je třeba zesílit všechny průřezy.

#### 9.1.7 Průřezy S3,5,8,12,15,17

Posouzen je průřez S3 návodní strany, jedná se o nejnamáhanější svislci ze skupiny svislíc stejných průřezů S3,5,8,12,15,17.

- Posuzovaný prvek: **Svislice**
- Nejnamáhanější část: S3,B874
- Umístění na konstrukci: Návodní strana
- Tvar průřezu: S3,5,8,12,15,17

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-475,92	8,17	-5,74	-0,16	9,91	-9,17

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel Plávková materiál  
 $f_y = 178,2$  MPa -mez kluzu

$f_u$ =	330	MPa	-mez pevnosti
$E$ =	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G$ =	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon$ =	1,177	-	
$b$ =	210	mm	-šířka
$h$ =	240	mm	-výška
$c_w$ =	90	mm	-výška stojiny úhelníků
$t_w$ =	10	mm	-tloušťka stojiny
$c_f$ =	90	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f$ =	10	mm	-šířka pásnice
$A$ =	7600	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}$ =	210110	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}$ =	150700	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y$ =	58	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ =	46	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y$ =	25213000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ =	15823000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t$ =	232480	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w$ =	11899000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Průřez je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed}$ =	-475,92	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd}$ =	1354,32	kN	

$ N_{Ed} $ =	475,92	≤	1354,3	= $N_{c,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	35,14%	≤	100,00%		

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha$ =	<b>0,34</b>	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\varepsilon$			
$\lambda_1$ =	110,494414	-	
$\beta$ =	<b>0,5</b>	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka



$L_{cr,y} =$	939 mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	939 mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$		-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,146520123 -	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z =$	0,184742764 -	-poměrná štíhlost v rovině z
Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.		
$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$		
$\phi_y =$	0,501642494 -	
$\phi_z =$	0,514471214 -	
$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$		-součinitel vzpěrnosti
$\chi_y =$	1,018941933 -	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y
$\chi_z =$	1,005400801 -	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z
Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	8,17 kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-5,74 kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	6362,7 mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	6492,7 mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$		
$V_{Rd,y} =$	654,62 kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	667,99 kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{Ed,y} =$	8,17	≤	654,6	= $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,25%	≤	100,00%		

$IV_{Ed,z} =$	5,74	≤	668,0	= $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,86%	≤	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	9,91 kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-9,17 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{Rd,y} =$	37,44 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	26,85 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} =$	9,91	≤	37,4	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
---------------	------	---	------	--------------	-----------------

$$\text{Využití: } 26,47\% \leq 100,00\%$$

$$M_{Ed,z} = 9,17 \leq 26,9 = M_{Rd,z}$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 34,15\% \leq 100,00\%$$

### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$$

křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L =	1878	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	40	mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f =$	1	-	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$			
$z_j =$	0	-	
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)}$			-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	1,19	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,00		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-	
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$			
$\mu_{CR} =$	5,4387	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	2220,96	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_y f_y / M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,1298	-	
$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	0,4818	-	

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0574 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / \chi A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{yy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{yz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (a)$$

$$N_{Ed} / \chi A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{zy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{zz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (b)$$

$$C_{my} = 0,8642 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$C_{mz} = 0,5170 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

*-součinitel*

$$k_{yy} = C_{my} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{interakce}$$

$$k_{yy} = 0,66 \quad - \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{yz} = k_{zy} = 0,313 \quad - \quad \text{interakce}$$

*-součinitel*

$$k_{zy} = 0,8 k_{yy} \quad \text{interakce}$$

$$k_{zy} = 0,52888 \quad - \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{zz} = C_{mz} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{interakce}$$

$$k_{zz} = 0,313 \quad -$$

Hodnoty interakčních součinitelů jsou nižší než 1. Jejich započítání by snižovalo účinky vnitřních sil při interakci. Z důvodu stáří konstrukce proto nejsou použity.

$$\sigma_{x,ed} = 0,96 \leq 1,0 \quad (a) \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 95,57\% \leq 100,00\%$$

Svislice S3 návodní strany vyhoví, je nicméně plně využita bez jakékoliv rezervy, proto je doporučeno zesílit tento průřez také. Pro kontrolu jsou posouzeny svislice S3 povodní strany a svislice S5,8,12,15,17; u kterých je posouzen vždy více namáhaný průřez ze stejné dvojice svislic (svislice návodní nebo povodní strany). Níže je uvedena tabulka výsledků posouzení. Případné zesílení je provedeno stejným způsobem jako u předchozích případů zesílení svislic (S1,19; S2,18)

Tabulka 10

Průřez	VYUŽITÍ PRŮŘEZU [%]					
	Tlak	vzpěr	Ohyb v rovině	klopení	Ohyb z roviny	Interakce osové síly a ohybu
S3 povodní s.	35,66%	NENÍ	26,98%	NEKLOPÍ	32,96%	95,40%
S5 povodní s.	26,56%	NENÍ	21,45%	NEKLOPÍ	27,89%	75,75%
S8 návodní s.	8,75%	NENÍ	17,12%	NEKLOPÍ	16,94%	42,76%
S12 povodní s.	9,76%	NENÍ	19,50%	NEKLOPÍ	11,13%	40,34%
S15 povodní s.	29,19%	NENÍ	23,13%	NEKLOPÍ	22,27%	74,43%
S17 povodní s.	38,27%	NENÍ	26,31%	NEKLOPÍ	29,16%	93,53%

Každý ze skupiny průřezů S3,5,8,12,15,17 vyhoví. Nicméně svislíce S3 a S17 návodní i povodní strany (zatížení těchto svislíc je téměř identické) se doporučuje zesílit plechem vloženým příčně mezi úhelníky, vzhledem k plnému využití jejich průřezů.

#### 9.1.8 Průřezy S4,6,7,9,10,11,13,14,16

Posouzen je průřez S4 návodní strany, jedná se o nejnamáhanější svislici ze skupiny svislíc stejných průřezů S4,6,7,9,10,11,13,14,16.

- Posuzovaný prvek: **Svislíce**
- Nejnamáhanější část: S4,B894
- Umístění na konstrukci: Návodní strana
- Tvar průřezu: S4,6,7,9,10,11,13,14,16

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-408,79	6,73	-5,51	-0,10	8,76	-7,10

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková		-
$f_y$ =	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u$ =	330	MPa	-mez pevnosti
$E$ =	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G$ =	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon$ =	$\sqrt{((235 \cdot 210\,000)/(f_y \cdot E))}$		-materiálový součinitel
$\epsilon$ =	1,177	-	
$b$ =	206	mm	-šířka
$h$ =	236	mm	-výška
$c_w$ =	90	mm	-výška stojiny úhelníků
$t_w$ =	7,84	mm	-tloušťka stojiny
$c_f$ =	90	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f$ =	7,84	mm	-šířka pásnice
$A$ =	5864,6	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}$ =	156840	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}$ =	113150	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y$ =	56	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$ =	45	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y$ =	18508000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z$ =	11655000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t$ =	109310	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w$ =	7321100000	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Průřez je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed}$ =	-408,79	kN	-osová síla
$N_{c,Rd}$ =	$A f_y / \gamma_{M0}$		-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd}$ =	1045,07	kN	
$ N_{Ed} $ =	408,79	≤	1045,1 = $N_{c,Rd}$ <b>VYHOVUJE</b>
Využití:	39,12%	≤	100,00%

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd}$ =	$\chi A f_y / \gamma_{M0}$		-návrhová vzpěrná únosnost tlačeného prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha$ =	0,34	-	-součinitel imperfekce

$$\lambda_1 = 93,9\epsilon$$

$$\lambda_1 = 110,494414 \quad -$$

$$\beta = 0,5 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$L_{cr} = \beta L \quad \text{-vzpěrná délka}$$

$$L_{cr,y} = 939 \text{ mm} \quad \text{-vzpěrná délka v rovině y}$$

$$L_{cr,z} = 939 \text{ mm} \quad \text{-vzpěrná délka v rovině z}$$

$$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1) \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_y = 0,151752985 \quad - \quad \text{-poměrná štíhlost v rovině y}$$

$$\lambda_z = 0,188848159 \quad - \quad \text{-poměrná štíhlost v rovině z}$$

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\phi_y = 0,503312492 \quad -$$

$$\phi_z = 0,515936001 \quad -$$

$$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \quad \text{-součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y = 1,017084395 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z = 1,003947949 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

#### Posouzení smyku:

$$V_{ed,y} = 6,73 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = -5,51 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 4958,7 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy y}$$

$$A_{v,z} = 4958,7 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$V_{Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 510,17 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 510,17 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$|V_{Ed,y}| = 6,73 \leq 510,2 = V_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,32\% \leq 100,00\%$$

$$|V_{Ed,z}| = 5,51 \leq 510,2 = V_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,08\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = 8,76 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$M_{ed,z} =$	-7,10 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{Rd,y} =$	27,95 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	20,16 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} =$	8,76	≤	27,9	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	31,34%	≤	100,00%		

$IM_{Ed,z} =$	7,10	≤	20,2	= $M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	35,21%	≤	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L =	1878 mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0 mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0 mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	40 mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f =$	1	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$		
$z_j =$	0	
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$		-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	1,36	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,00	
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	
$\mu_{CR} = C_1 / k_2 [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} ] - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)$		
$\mu_{CR} =$	5,9098	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$		-kritický moment
$M_{CR} =$	1420,27 kNm	

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{yf} / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,1403 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4871 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0486 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / \chi A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{yy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{yz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (a)$$

$$N_{Ed} / \chi A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{zy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{zz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (b)$$

$$C_{my} = 0,8642 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$C_{mz} = 0,5170 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$k_{yy} = C_{my} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{yy} = 0,66 \quad - \quad \text{interakce}$$

$$k_{yz} = k_{zy} = 0,313 \quad - \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{zy} = 0,8 k_{yy} \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{zy} = 0,52888 \quad - \quad \text{interakce}$$

$$k_{zz} = C_{mz} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{zz} = 0,313 \quad - \quad \text{interakce}$$

Hodnoty interakčních součinitelů jsou nižší než 1. Jejich započítání by snižovalo účinky vnitřních sil při interakci. Z důvodu stáří konstrukce proto nejsou použity.

$$\sigma_{x,ed} = 1,06 \leq 1,0 \quad (a)$$

**NEVYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 105,52\% \leq 100,00\%$$

### **Opatření:**

#### **Zesílení průřezu:**

Průřezy svislíc budou roznýtovány během montáže nové desky mostovky. Zesílení bude provedeno přidáním plechu příčně mezi úhelníky. Styčnickový plech z oceli S355 o tloušťce 10mm bude po montáži mostovky spojen s úhelníky pomocí HRC šroubů.

#### Charakteristiky zesíleného průřezu:

$$A = 8664 \quad \text{mm}^2 \quad \text{-plocha}$$

$$W_{el,y} = 267950 \quad \text{mm}^3 \quad \text{-elastický průřezový modul k ose y}$$



$W_{el,z} =$	120210	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	61	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	38	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	32154000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	12622000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	1044900	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	9606400000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

**Posouzení tlaku:**

$N_{Ed} =$	-408,79	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd} =$	1543,92	kN	

$IN_{Ed} =$	408,79	≤	1543,9	= $N_{c,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	26,48%	≤	100,00%		

**Vzpěrná únosnost:**

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\epsilon$			
$\lambda_1 =$	99,08095248	-	
$\beta =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	1107,5	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	1107,5	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,001290135	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z =$	4,17157E-05	-	-poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$\phi_y =$	0,466220155	-	
$\phi_z =$	0,466007093	-	
$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			-součinitel vzpěrnosti
$\chi_y =$	1,07245676	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y
$\chi_z =$	1,072945045	-	-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	6,73 kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-5,51 kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	3546,2 mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	3390,1 mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z

$$V_{Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$$

$V_{Rd,y} =$	364,85 kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	348,79 kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} =$	6,73	≤	364,8	= $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,84%	≤	100,00%		

$V_{Ed,z} =$	5,51	≤	348,8	= $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,58%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	8,76 kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-7,10 kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		
$M_{Rd,y} =$	47,75 kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	21,42 kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} =$	8,76	≤	47,7	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	18,35%	≤	100,00%		

$IM_{Ed,z} =$	7,10	≤	21,4	= $M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	33,14%	≤	100,00%		

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L =	2215 mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,50	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$C_2=$	0,08	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3=$	-1,20	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g=z_a-z_s=$	0	mm	-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a=$	0	mm	-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s=$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f=$	40	mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f=$	1	-	
$z_j=0,45\psi_f h_f$			
$z_j=$	18	-	
$k_{wt}=\pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)}$			-parametr kroucení
$k_{wt}=$	0,43	-	
$\zeta_g=\pi z_g /k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr působišť zatížení
$\zeta_g=$	0,00		
$\zeta_j=\pi z_j /k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j=$	0,28	-	
$\mu_{CR}=C_1/k_z [ \sqrt{1+k_{wt}^2+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2}-(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j) ]$			
$\mu_{CR}=$	2,8112	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR}=\mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)})/L$			-kritický moment
$M_{CR}=$	1842,99	kNm	
$\lambda_{LT}=\sqrt{(W_y f_y / M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}=$	0,1610	-	
$\phi=0,5(1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-0,2))+\lambda_{LT}^2$			
$\phi_{LT}=$	0,4981	-	
$\chi_{LT}=1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\lambda^2)})$			
$\chi_{LT}=$	1,0314	-	

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + (M_{y,Ed}/W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0})) + (M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0})) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed}=$	0,78	≤	1,0	(a)	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	77,97%	≤	100,00%		

Zesílený průřez S4 návodní strany strany vyhoví na dané zatížení. Zesílení průřezu je potřeba i u svislice S4 povodní strany, jejíž zatížení je téměř identické. Dále jsou posouzeny svislice S6,7,9,10,11,13,14,16; u kterých je posouzen vždy více namáhaný průřez ze stejné dvojice

svislic (návodní nebo povodní strany). Níže je uvedena tabulka výsledků posouzení. Případné zesílení je provedeno stejným způsobem jako u svislic S4.

Tabulka 11

Průřez	VYUŽITÍ PRŮŘEZU [%]					
	Tlak	vzpěr	Ohyb v rovině	klopení	Ohyb z roviny	Interakce osově síly a ohybu
S6 návodní s.	25,65%	NENÍ	20,65%	NEKLOPÍ	23,19%	69,39%
S7 návodní s.	18,51%	NENÍ	17,02%	NEKLOPÍ	21,84%	57,29%
S9 návodní s.	8,32%	NENÍ	14,13%	NEKLOPÍ	10,75%	33,18%
S10 návodní s.	6,77%	NENÍ	15,03%	NEKLOPÍ	6,59%	28,37%
S11 povodní s.	8,60%	NENÍ	18,05%	NEKLOPÍ	4,63%	31,25%
S13 povodní s.	20,36%	NENÍ	20,68%	NEKLOPÍ	14,45%	55,41%
S14 návodní s.	26,49%	NENÍ	22,22%	NEKLOPÍ	19,66%	68,30%
S16 povodní s.	41,32%	NENÍ	29,07%	NEKLOPÍ	27,12%	97,35%

Zesílení je potřeba u průřezů S4 návodní a povodní strany. Dále se doporučuje pro svislíce S16 návodní i povodní strany (zatížení těchto svislic je téměř identické), vzhledem k plnému využití jejich průřezů. Ostatní svislíce ze skupiny průřezů S4,6,7,9,10,11,13,14,16 ; vyhoví na dané zatížení.

#### 9.1.9 Svislice – shrnutí

Montáž nové desky mostovky vyžaduje roznýtování svislic, během toho bude provedeno zesílení svislic S1, S2, S3, S4, S16, S17, S18 a S19 návodní i povodní strany. Zesílení bude provedeno vložením plechu tl. 10mm příčně mezi úhelníky svislic. Spojení úhelníků svislic i se zesilujícím plechem bude provedeno pomocí HRC šroubů. Ostatní svislíce zesílení nevyžadují.

### 9.1.10 Diagonály

Posouzeny jsou vždy nejnamáhanější diagonály z dvojice stejných průřezů (návodní nebo povodní strany). Diagonály D3,D6, D7, D9, D10, D11, D12, D13, D14, D15, D16, D18 návodní i povodní strany vyhověly v předchozích posouzení, proto je z této skupiny posouzena pouze jedna, ta nejnamáhanější, diagonála.

#### 9.1.10.1 Diagonály D1

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D1, B931**
- Umístění na konstrukci: **Povodní strana**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
664,91	-3,00	-1,51	0,00	-0,83	-6,86

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková		-
			<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	38	mm	-šířka
h=	312	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	312	mm	-výška stojiny
t <sub>w</sub> =	22	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	0	mm	-délka přečnívající části pásnice
t <sub>f</sub> =	0	mm	-šířka pásnice
A=	6864	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	69483	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	356930	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	90	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z

$I_y =$	1320200	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	55681000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	261170	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	1,0558E+10	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

**Zatřídění průřezu:**

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed} =$	664,91	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A f_y / \gamma_{MO}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	1223,16	kN	

$N_{Ed} =$	664,91	≤	1223,2	= $N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	54,36%	≤	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-3,00	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-1,51	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	5720	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	5720,9	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{MO}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	588,50	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	588,59	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$ V_{ed,y}  =$	3,00	≤	588,5	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,51%	≤	100,00%		

$ V_{ed,z}  =$	-1,51	≤	588,6	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-0,26%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	-0,83	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-6,86	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{MO}$			
$M_{Rd,y} =$	12,38	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	63,60	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$ M_{Ed,y}  =$	0,83	≤	12,4	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	6,70%	≤	100,00%		

$$M_{Ed,z} = 6,86 \leq 63,6 = M_{Rd,z}$$

$$\text{Využití: } 10,79\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} / \gamma_{M0}$$

křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT}$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L	3279	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1$	1,75	-	-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení
$C_2$	0,83	-	-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení
$C_3$	0	-	-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f$	312	mm	-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f$	0	-	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$			
$z_j$	0	-	
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$			-parametr kroucení
$K_{wt}$	0,61	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g$	0,00		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j$	0,00	-	
$\mu_{CR} = C_1 / k_2 [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$			
$\mu_{CR}$	4,0914	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$			-kritický moment
$M_{CR}$	1902,63	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f} / M_{CR}}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}$	0,0807	-	
$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT}$	0,4579	-	
$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			

$$\chi_{LT} = 1,1005 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z} (f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\begin{array}{lcl} \sigma_{x,ed} = & 0,72 & \leq 1,0 \\ \text{Využití:} & 71,85\% & \leq 100,00\% \end{array}$$

**VYHOVUJE**

### 9.1.10.2 Diagonály D2

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D2, B935**
- Umístění na konstrukci: **Povodní strana**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
993,48	-5,01	-1,22	0,01	-0,51	-7,56

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-	<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa		<i>-mez kluzu</i>
$f_u =$	330	MPa		<i>-mez pevnosti</i>
$E =$	200 000	MPa		<i>-Younguv modul pružnosti</i>
$G =$	81 000	MPa		<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$				<i>-materiálový součinitel</i>
$\varepsilon =$	1,177	-		
$b =$	38	mm		<i>-šířka</i>
$h =$	358,9	mm		<i>-výška</i>
$c_w =$	358,9	mm		<i>-výška stojiny</i>
$t_w =$	22	mm		<i>-tloušťka stojiny</i>
$c_f =$	0	mm		<i>-délka přechýlující části pásnice</i>
$t_f =$	0	mm		<i>-šířka pásnice</i>
$A =$	7895,8	mm <sup>2</sup>		<i>-plocha</i>
$W_{el,y} =$	79928	mm <sup>3</sup>		<i>-elastický průřezový modul k ose y</i>
$W_{el,z} =$	472300	mm <sup>3</sup>		<i>-elastický průřezový modul k ose z</i>
$i_y =$	14	mm		<i>-poloměr setrvačnosti k ose y</i>
$i_z =$	104	mm		<i>-poloměr setrvačnosti k ose z</i>
$I_y =$	1518600	mm <sup>4</sup>		<i>-moment setrvačnosti k ose y</i>
$I_z =$	84754000	mm <sup>4</sup>		<i>-moment setrvačnosti k ose z</i>



$I_t = 300250 \text{ mm}^4$  -moment setrvačnosti v kroucení  
 $I_w = 1,607E+10 \text{ mm}^6$  -výsečový moment setrvačnosti

**Zatřídění průřezu:**

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed} = 993,48 \text{ kN}$  -osová síla  
 $N_{Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$  -návrhová plastická únosnost plného průřezu  
 $N_{Rd} = 1407,03 \text{ kN}$

$N_{Ed} = 993,48 \leq 1407,0 = N_{Rd}$  **VYHOVUJE**  
 Využití:  $70,61\% \leq 100,00\%$

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} = -5,01 \text{ kN}$  -smyková síla ve směru osy y  
 $V_{ed,z} = -1,22 \text{ kN}$  -smyková síla ve směru osy z  
 $A_{v,y} = 6579,8 \text{ mm}^2$  -smyková plocha ve směru osy y  
 $A_{v,z} = 6581,4 \text{ mm}^2$  -smyková plocha ve směru osy z  
 $V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$   
 $V_{pl,Rd,y} = 676,95 \text{ kN}$  -smyková únosnost ve směru osy y  
 $V_{pl,Rd,z} = 677,12 \text{ kN}$  -smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,y} = 5,01 \leq 677,0 = V_{pl,Rd,y}$  **VYHOVUJE**  
 Využití:  $0,74\% \leq 100,00\%$

$IV_{ed,z} = -1,22 \leq 677,1 = V_{pl,Rd,z}$  **VYHOVUJE**  
 Využití:  $-0,18\% \leq 100,00\%$

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} = -0,51 \text{ kNm}$  -ohybový moment okolo osy y  
 $M_{ed,z} = -7,56 \text{ kNm}$  -ohybový moment okolo osy z  
 $M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$   
 $M_{Rd,y} = 14,24 \text{ kNm}$  -moment únosnosti okolo osy y  
 $M_{Rd,z} = 84,16 \text{ kNm}$  -moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} = 0,51 \leq 14,2 = M_{Rd,y}$  **VYHOVUJE**  
 Využití:  $3,58\% \leq 100,00\%$

$IM_{Ed,z} = 7,56 \leq 84,2 = M_{Rd,z}$  **VYHOVUJE**  
 Využití:  $8,98\% \leq 100,00\%$

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	<b>0,76</b>	-součinitel imperfekce
$L =$	<b>4080</b>	mm -délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	<b>0,5</b>	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	<b>0,5</b>	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	<b>0,5</b>	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	<b>1,49</b>	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	<b>1,75</b>	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	<b>1,75</b>	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	<b>0,83</b>	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	<b>0</b>	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	<b>0</b>	mm -souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	<b>0</b>	mm -souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	<b>0</b>	mm -souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	<b>358,9</b>	mm -vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f =$	<b>0</b>	-
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$		
$z_j =$	<b>0</b>	-
$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$		-parametr kroucení
$K_{wt} =$	<b>0,56</b>	-
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	<b>0,00</b>	
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$		-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	<b>0,00</b>	-
$\mu_{CR} = C_1 / k_2 [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$		
$\mu_{CR} =$	<b>4,0111</b>	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$		-kritický moment
$M_{CR} =$	<b>1983,07</b>	kNm
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f} / M_{CR}}$		-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	<b>0,0847</b>	-
$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$		
$\phi_{LT} =$	<b>0,4598</b>	-
$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$		
$\chi_{LT} =$	<b>1,0968</b>	-

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,83 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 83,17\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**9.1.10.3 Diagonály D3

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D3, B936**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
840,98	-1,29	-1,01	-0,01	-0,38	-4,61

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-	<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa		<i>-mez kluzu</i>
f <sub>u</sub> =	330	MPa		<i>-mez pevnosti</i>
E=	200 000	MPa		<i>-Younguv modul pružnosti</i>
G=	81 000	MPa		<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
ε=	v((235*210 000)/(f <sub>y</sub> *E))			<i>-materiálový součinitel</i>
ε=	1,177	-		
b=	38	mm		<i>-šířka</i>
h=	330,15	mm		<i>-výška</i>
c <sub>w</sub> =	330,15	mm		<i>-výška stojiny</i>
t <sub>w</sub> =	22	mm		<i>-tloušťka stojiny</i>
c <sub>f</sub> =	0	mm		<i>-délka přečnávající části pásnice</i>
t <sub>f</sub> =	0	mm		<i>-šířka pásnice</i>
A=	7263,3	mm <sup>2</sup>		<i>-plocha</i>
W <sub>el,y</sub> =	73525	mm <sup>3</sup>		<i>-elastický průřezový modul k ose y</i>
W <sub>el,z</sub> =	399660	mm <sup>3</sup>		<i>-elastický průřezový modul k ose z</i>
i <sub>y</sub> =	14	mm		<i>-poloměr setrvačnosti k ose y</i>
i <sub>z</sub> =	95	mm		<i>-poloměr setrvačnosti k ose z</i>
I <sub>y</sub> =	1397000	mm <sup>4</sup>		<i>-moment setrvačnosti k ose y</i>

$I_z =$	65974000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	275730	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	1,251E+10	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

**Zatřídění průřezu:**

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed} =$	840,98	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	1294,32	kN	

$N_{Ed} =$	840,98	$\leq$	1294,3	$= N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	64,97%	$\leq$	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-1,29	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-1,01	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	6052,8	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	6054,2	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	622,74	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	622,88	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,y} =$	1,29	$\leq$	622,7	$= V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,21%	$\leq$	100,00%		

$IV_{ed,z} =$	-1,01	$\leq$	622,9	$= V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-0,16%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	-0,38	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-4,61	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	13,10	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	71,22	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} =$	0,38	$\leq$	13,1	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,90%	$\leq$	100,00%		

$IM_{Ed,z}l=$	4,61	$\leq$	71,2	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	6,47%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd}=\chi_{LT}W_{el,y}f_y/\gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT}=\$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L=	4285	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y=\$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z=\$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w=\$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}=\$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}=\$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1=\$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2=\$	0,83	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3=\$	0	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g=z_a-z_s=\$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a=\$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s=\$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f=\$	330,15	mm	-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f=\$	0	-	
$z_j=0,45\psi_f h_f$			
$z_j=\$	0	-	
$k_{wt}=\pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)}$			-parametr kroucení
$k_{wt}=\$	0,49	-	
$\zeta_g=\pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g=\$	0,00		
$\zeta_j=\pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j=\$	0,00	-	
$\mu_{CR}=C_1/k_z[\sqrt{(1+k_{wt}^2+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2)}-(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)]$			
$\mu_{CR}=\$	3,8988	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR}=\mu_{CR}(\pi \sqrt{(EI_z GI_t)})/L$			-kritický moment
$M_{CR}=\$	1551,73	kNm	
$\lambda_{LT}=\sqrt{(W_{y,f_y}/M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}=\$	0,0919	-	
$\phi=0,5(1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-0,2))+\lambda_{LT}^2$			
$\phi_{LT}=\$	0,4631	-	
$\chi_{LT}=1/(\phi+\sqrt{(\phi^2-\lambda^2)})$			
$\chi_{LT}=\$	1,0904	-	

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/W_{el,y} (f_y/\gamma_{M0}) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} = 0,74 \leq 1,0$   
 Využití: 74,35%  $\leq$  100,00%

**VYHOVUJE**

9.1.10.4 *Diagonály D4*

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D4, B940**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
736,35	-1,04	-0,89	0,01	-0,29	-1,99

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková		-
			<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	38	mm	-šířka
h=	217,35	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	217,35	mm	-výška stojiny
t <sub>w</sub> =	22	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	0	mm	-délka přečnívající části pásnice
t <sub>f</sub> =	0	mm	-šířka pásnice
A=	4781,7	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	48404	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	173220	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y

$i_z =$	63	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	919680	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	18824000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	180820	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	3569000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

**Zatřídění průřezu:**

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed} =$	736,35	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	852,10	kN	

$N_{Ed} =$	736,35	$\leq$	852,1	$= N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	86,42%	$\leq$	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-1,04	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-0,89	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	3984,8	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	3985	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	409,97	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	409,99	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$I_{V_{ed,y}} =$	1,04	$\leq$	410,0	$= V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,25%	$\leq$	100,00%		

$I_{V_{ed,z}} =$	-0,89	$\leq$	410,0	$= V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-0,22%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	-0,29	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-1,99	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	8,63	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	30,87	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$I_{M_{ed,y}} =$	0,29	$\leq$	8,6	$= M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
------------------	------	--------	-----	--------------	-----------------

Využití: 3,36% ≤ 100,00%

$IM_{Ed,z} = 1,99 \leq 30,9 = M_{Rd,z}$

**VYHOVUJE**

Využití: 6,45% ≤ 100,00%

### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

křivka:	<b>d</b>	-	-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení -křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L =	4285	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,83	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0	mm	-souřadnice působistě zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0	mm	-souřadnice působistě zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	217,35	mm	-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f =$	0	-	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$			
$z_j =$	0	-	
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)}$			-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	0,32	-	
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$			-parametr působistě zatížení
$\zeta_g =$	0,00		
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-	
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$			
$\mu_{CR} =$	3,6788	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	633,35	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{(W_{yf} / M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,1167	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	0,4752	-	



$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0687 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,96 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 96,22\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.5 Diagonály D5

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D5, B946**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvolující největší účinek*

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
662,26	-0,69	-0,83	-0,01	-0,31	-1,14

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková	-	<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	<i>-mez kluzu</i>
f <sub>u</sub> =	330	MPa	<i>-mez pevnosti</i>
E=	200 000	MPa	<i>-Younguv modul pružnosti</i>
G=	81 000	MPa	<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			<i>-materiálový součinitel</i>
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	38	mm	<i>-šířka</i>
h=	191,1	mm	<i>-výška</i>
c <sub>w</sub> =	191,1	mm	<i>-výška stojiny</i>
t <sub>w</sub> =	22	mm	<i>-tloušťka stojiny</i>
c <sub>f</sub> =	0	mm	<i>-délka přečnávající části pásnice</i>
t <sub>f</sub> =	0	mm	<i>-šířka pásnice</i>
A=	4204,2	mm <sup>2</sup>	<i>-plocha</i>
W <sub>el,y</sub> =	42558	mm <sup>3</sup>	<i>-elastický průřezový modul k ose y</i>
W <sub>el,z</sub> =	133900	mm <sup>3</sup>	<i>-elastický průřezový modul k ose z</i>

$i_y =$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	55	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	808610	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	12795000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	160340	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	2443200000	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

Posouzení tahu:

$N_{Ed} =$	662,26	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	749,19	kN	

$N_{Ed} =$	662,26	$\leq$	749,2	$= N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	88,40%	$\leq$	100,00%		

Posouzení smyku:

$V_{ed,y} =$	-0,69	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-0,83	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	3503,5	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	3503,7	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	360,45	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	360,47	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$ V_{ed,y}  =$	0,69	$\leq$	360,5	$= V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,19%	$\leq$	100,00%		

$ V_{ed,z}  =$	-0,83	$\leq$	360,5	$= V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-0,23%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

Posouzení ohybového momentu:

$M_{ed,y} =$	-0,31	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-1,14	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	7,58	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	23,86	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y}l=$	0,31	$\leq$	7,6	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	4,09%	$\leq$	100,00%		

$IM_{Ed,z}l=$	1,14	$\leq$	23,9	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	4,78%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd}=\chi_{LT}W_{el,y}f_y/\gamma_{M0}$			-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT}=\$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L=	4285	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y=\$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z=\$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w=\$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}=\$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}=\$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1=\$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2=\$	0,83	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3=\$	0	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g=z_a-z_s=\$	0	mm	-souřadnice působistě zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a=\$	0	mm	-souřadnice působistě zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s=\$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f=\$	191,1	mm	-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f=\$	0	-	
$z_j=0,45\psi_f h_f$			
$z_j=\$	0	-	
$\kappa_{wt}=\pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)}$			-parametr kroucení
$\kappa_{wt}=\$	0,28	-	
$\zeta_g=\pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr působistě zatížení
$\zeta_g=\$	0,00		
$\zeta_j=\pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j=\$	0,00	-	
$\mu_{CR}=C_1/k_z[\sqrt{(1+\kappa_{wt}^2+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2)}-(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)]$			
$\mu_{CR}=\$	3,6388	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR}=\mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)})/L$			-kritický moment
$M_{CR}=\$	486,36	kNm	
$\lambda_{LT}=\sqrt{(W_y f_y / M_{CR})}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}=\$	0,1249	-	
$\phi=0,5(1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-0,2))+\lambda_{LT}^{-2}$			

$$\phi_{LT} = 0,4792 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0616 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,97 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 97,26\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.6 Diagonály D6

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D6, B948**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
580,59	-0,83	-0,69	0,00	-0,21	-1,35

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková	-	<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	<i>-mez kluzu</i>
f <sub>u</sub> =	330	MPa	<i>-mez pevnosti</i>
E=	200 000	MPa	<i>-Younguv modul pružnosti</i>
G=	81 000	MPa	<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			<i>-materiálový součinitel</i>
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	38	mm	<i>-šířka</i>
h=	196	mm	<i>-výška</i>
c <sub>w</sub> =	196	mm	<i>-výška stojiny</i>
t <sub>w</sub> =	22	mm	<i>-tloušťka stojiny</i>
c <sub>f</sub> =	0	mm	<i>-délka přečnívající části pásnice</i>
t <sub>f</sub> =	0	mm	<i>-šířka pásnice</i>
A=	4312	mm <sup>2</sup>	<i>-plocha</i>
W <sub>el,y</sub> =	43650	mm <sup>3</sup>	<i>-elastický průřezový modul k ose y</i>

$W_{el,z} =$	140860	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	57	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	829340	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	13804000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	164600	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	2636100000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

**Zatřídění průřezu:**

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed} =$	580,59	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A_f \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	768,40	kN	

$N_{Ed} =$	580,59	$\leq$	768,4	$= N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	75,56%	$\leq$	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-0,83	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-0,69	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	3593,3	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	3593,6	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	369,69	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	369,72	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$I_{V_{ed,y}} =$	0,83	$\leq$	369,7	$= V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,22%	$\leq$	100,00%		

$I_{V_{ed,z}} =$	-0,69	$\leq$	369,7	$= V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-0,19%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	-0,21	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-1,35	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	7,78	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	25,10	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y}l=$	0,21	$\leq$	7,8	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	2,70%	$\leq$	100,00%		

$IM_{Ed,z}l=$	1,35	$\leq$	25,1	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	5,38%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd}=\chi_{LT}W_{el,i}f_y/\gamma_{M0}$				-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-		-křivka klopení
$\alpha_{LT}=\$	0,76	-		-součinitel imperfekce
L=	4285	mm		-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y=\$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_z=\$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_w=\$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}=\$	1,49	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}=\$	1,75	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_1=\$	1,75	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2=\$	0,83	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3=\$	0	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g=z_a-z_s=\$	0	mm		-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a=\$	0	mm		-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s=\$	0	mm		-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f=\$	196	mm		-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f=\$	0	-		
$z_j=0,45\psi_f h_f$				
$z_j=\$	0	-		
$K_{wt}=\pi/k_w L \sqrt{(EI_w/GI_t)}$				-parametr kroucení
$K_{wt}=\$	0,29	-		
$\zeta_g=\pi z_g /k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$				-parametr působišť zatížení
$\zeta_g=\$	0,00			
$\zeta_j=\pi z_j /k_z L \sqrt{(EI_z/GI_t)}$				-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j=\$	0,00	-		
$\mu_{CR}=C_1/k_z [V(1+K_{wt}^2+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2)-(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)]$				
$\mu_{CR}=\$	3,6458	-		-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR}=\mu_{CR} (\pi V(EI_z GI_t))/L$				-kritický moment
$M_{CR}=\$	512,82	kNm		
$\lambda_{LT}=\sqrt{(W_{yf}/M_{CR})}$				-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}=\$	0,1232	-		
$\phi=0,5(1+\alpha_{LT}(\lambda_{LT}-0,2))+\lambda_{LT}^2$				

$$\phi_{LT} = 0,4784 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0631 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,84 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 83,64\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.7 Diagonály D7

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D7, B954**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
490,59	-0,47	-0,64	0,01	-0,24	-0,67

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-	<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa		<i>-mez kluzu</i>
f <sub>u</sub> =	330	MPa		<i>-mez pevnosti</i>
E=	200 000	MPa		<i>-Younguv modul pružnosti</i>
G=	81 000	MPa		<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$				<i>-materiálový součinitel</i>
$\epsilon =$	1,177	-		
b=	38	mm		<i>-šířka</i>
h=	163,8	mm		<i>-výška</i>
c <sub>w</sub> =	163,8	mm		<i>-výška stojiny</i>
t <sub>w</sub> =	22	mm		<i>-tloušťka stojiny</i>
c <sub>f</sub> =	0	mm		<i>-délka přečnívající části pásnice</i>
t <sub>f</sub> =	0	mm		<i>-šířka pásnice</i>
A=	3603,6	mm <sup>2</sup>		<i>-plocha</i>
W <sub>el,y</sub> =	36479	mm <sup>3</sup>		<i>-elastický průřezový modul k ose y</i>

$W_{el,z} =$	98378	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	47	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	693090	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	8057200	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	136550	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	1538000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

**Zatřídění průřezu:**

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed} =$	490,59	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A_f \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	642,16	kN	

$N_{Ed} =$	490,59	$\leq$	642,2	$= N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	76,40%	$\leq$	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-0,47	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-0,64	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	3003	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	3003,1	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	308,96	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	308,97	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,yI} =$	0,47	$\leq$	309,0	$= V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,15%	$\leq$	100,00%		

$IV_{ed,zI} =$	-0,64	$\leq$	309,0	$= V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-0,21%	$\leq$	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	-0,24	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-0,67	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	6,50	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	17,53	kNm	-moment únosnosti okolo osy z



IM <sub>Ed,y</sub> l=	0,24	≤	6,5	=M <sub>Rd,y</sub>	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	3,69%	≤	100,00%		

IM <sub>Ed,z</sub> l=	0,67	≤	17,5	=M <sub>Rd,z</sub>	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	3,82%	≤	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} / \gamma_{M0}$				-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-		-křivka klopení
$\alpha_{LT}$	0,76	-		-součinitel imperfekce
L	4285	mm		-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_z$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_w$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}$	1,49	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}$	1,75	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_1$	1,75	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2$	0,83	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3$	0	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s$	0	mm		-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a$	0	mm		-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s$	0	mm		-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f$	163,8	mm		-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f$	0	-		
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$				
$z_j$	0	-		
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$				-parametr kroucení
$\kappa_{wt}$	0,24	-		
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$				-parametr působišť zatížení
$\zeta_g$	0,00			
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$				-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j$	0,00	-		
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$				
$\mu_{CR}$	3,6031	-		-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$				-kritický moment
$M_{CR}$	352,67	kNm		
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{yf} / M_{CR}}$				-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT}$	0,1358	-		
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2)) + \lambda_{LT}^2$				

$$\phi_{LT} = 0,4848 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0524 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,84 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 83,91\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.8 Diagonály D8

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D8, B958**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
338,8	-0,28	-0,50	0,01	-0,15	-0,08

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		-
			<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
$b =$	38	mm	-šířka
$h =$	110,25	mm	-výška
$c_w =$	110,25	mm	-výška stojiny
$t_w =$	22	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	0	mm	-délka přečnivající části pásnice
$t_f =$	0	mm	-šířka pásnice
$A =$	2425,5	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	24553	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y

$W_{el,z} =$	44569	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	32	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	466500	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	2456800	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	90681	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	469590000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

**Zatřídění průřezu:**

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed} =$	338,80	kN	-osová síla
$N_{Rd} = A_f \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd} =$	432,22	kN	

$N_{Ed} =$	338,80	≤	432,2	= $N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	78,39%	≤	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} =$	-0,28	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-0,50	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	2021,3	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z} =$	2021,3	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	207,96	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	207,96	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,yI} =$	0,28	≤	208,0	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,13%	≤	100,00%		

$IV_{ed,zI} =$	-0,50	≤	208,0	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	-0,24%	≤	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	-0,15	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	-0,08	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	4,38	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	7,94	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y} =$	0,15	$\leq$	4,4	$=M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	3,43%	$\leq$	100,00%		

$IM_{Ed,z} =$	0,08	$\leq$	7,9	$=M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	1,01%	$\leq$	100,00%		

Posouzení únosnosti při klopení:

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$				-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-		-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-		-součinitel imperfekce
L=	4285	mm		-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-		-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-		-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,83	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	0	-		-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s =$	0	mm		-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	0	mm		-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	0	mm		-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	110,25	mm		-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f =$	0	-		
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$				
$z_j =$	0	-		
$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$				-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	0,17	-		
$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$				-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,00			
$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$				-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-		
$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$				
$\mu_{CR} =$	3,5478	-		-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$				-kritický moment
$M_{CR} =$	156,26	kNm		
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{yf} / M_{CR}}$				-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,1673	-		
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2)) + \lambda_{LT}^2$				

$$\phi_{LT} = 0,5016 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0262 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,83 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 82,82\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.9 Diagonály D9-D16

Diagonály D9 až D16 návodní i povodní strany vyhověli v předchozích posouzeních. Z těchto diagonál je posouzena ta nejvíce namáhaná, kterou je D14 návodní strany.

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D16, B1031**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - *Kombinace vyvozující největší účinek*

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
558,97	0,51	0,73	0,01	-0,25	-0,65

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková		-
			<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{((235 * 210 000) / (f_y * E))}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177	-	
$b =$	38	mm	-šířka
$h =$	175,2	mm	-výška
$c_w =$	175,2	mm	-výška stojiny
$t_w =$	22	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	0	mm	-délka přečnívající části pásnice

$t_f=$	0	mm	-šířka pásnice
$A=$	3854,4	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	39017	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	112550	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	51	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	741330	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	9859200	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	146900	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	1882300000	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed}=$	558,97	kN	-osová síla
$N_{Rd}=A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	686,85	kN	

$N_{Ed}=$	558,97	≤	686,9	= $N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	81,38%	≤	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y}=$	0,51	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	0,73	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	3212	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z}=$	3212,2	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y}=$	330,46	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z}=$	330,48	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$I_{V_{ed,y}}=$	0,51	≤	330,5	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,15%	≤	100,00%		

$I_{V_{ed,z}}=$	0,73	≤	330,5	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,22%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y}=$	-0,25	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z}=$	-0,65	kNm	-ohybový moment okolo osy z

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 6,95 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 20,06 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$IM_{Ed,y} = 0,25 \leq 7,0 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 3,60\% \leq 100,00\%$$

VYHOVUJE

$$IM_{Ed,z} = 0,65 \leq 20,1 = M_{Rd,z}$$

$$\text{Využití: } 3,24\% \leq 100,00\%$$

VYHOVUJE

### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{d} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$

$$\text{-křivka klopení}$$

$$\alpha_{LT} = 0,76 \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$L = 4285 \text{ mm} \quad \text{-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny}$$

$$k_y = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_z = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_w = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,0} = 1,49 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_{1,1} = 1,75 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_1 = 1,75 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_2 = 0,83 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_3 = 0 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$z_g = z_a - z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_a = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku}$$

$$h_f = 175,2 \text{ mm} \quad \text{-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)}$$

$$\psi_f = 0 \quad \text{-}$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 0 \quad \text{-}$$

$$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$K_{wt} = 0,26 \quad \text{-}$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{-parametr působíště zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z \left[ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$$

$$\mu_{CR} = 3,6171 \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 406,21 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y f_y / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,1308 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4823 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0566 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,88 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 88,22\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.10 Diagonály D17

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D17, B1037**
- Umístění na konstrukci: **Povodní strana**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
688,65	0,80	0,80	-0,01	-0,22	-1,35

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		- materiál
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177	-	
$b =$	38	mm	-šířka
$h =$	197,83	mm	-výška
$c_w =$	197,83	mm	-výška stojiny
$t_w =$	22	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	0	mm	-délka přečnávající části pásnice



$t_f=$	0	mm	-šířka pásnice
$A=$	4352,3	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	44057	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	143500	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	57	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	837080	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	14194000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	166170	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	2710600000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed}=$	688,65	kN	-osová síla
$N_{Rd}=A_f \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	775,58	kN	

$N_{Ed}=$	688,65	≤	775,6	= $N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	88,79%	≤	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y}=$	0,80	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	0,80	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	3626,9	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z}=$	3627,1	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y}=$	373,15	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z}=$	373,17	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$I_{V_{ed,y}}=$	0,80	≤	373,1	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,21%	≤	100,00%		

$I_{V_{ed,z}}=$	0,80	≤	373,2	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,21%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y}=$	-0,22	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z}=$	-1,35	kNm	-ohybový moment okolo osy z

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 7,85 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 25,57 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$IM_{Ed,y} = 0,22 \leq 7,9 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 2,80\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

$$IM_{Ed,z} = 1,35 \leq 25,6 = M_{Rd,z}$$

$$\text{Využití: } 5,28\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{d} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$

$$\alpha_{LT} = 0,76 \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$L = 4285 \text{ mm} \quad \text{-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny}$$

$$k_y = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_z = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_w = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,0} = 1,49 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_{1,1} = 1,75 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_1 = 1,75 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_2 = 0,83 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_3 = 0 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$z_g = z_a - z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_a = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice těžišť vzhledem k středu smyku}$$

$$h_f = 197,83 \text{ mm} \quad \text{-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)}$$

$$\psi_f = 0 \quad \text{-}$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 0 \quad \text{-}$$

$$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$K_{wt} = 0,29 \quad \text{-}$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{-parametr působišť zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z \left[ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$$

$$\mu_{CR} = 3,6484 \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 522,86 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y f_y / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,1225 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4781 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0636 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,97 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 96,87\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.11 Diagonály D18

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D18, B1041**
- Umístění na konstrukci: **Povodní strana**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
842,63	1,46	0,95	-0,01	-0,32	-3,38

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková	-	materiál
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177	-	
b=	38	mm	-šířka
h=	275,9	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	275,9	mm	-výška stojiny
t <sub>w</sub> =	22	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =	0	mm	-délka přečnávající části pásnice

$t_f=$	0	mm	-šířka pásnice
$A=$	6069,8	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	61443	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	279110	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	80	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	1167400	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	38503000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	230260	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	7300800000	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed}=$	842,63	kN	-osová síla
$N_{Rd}=Af_y/\gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	1081,64	kN	

$N_{Ed}=$	842,63	≤	1081,6	= $N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	77,90%	≤	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y}=$	1,46	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	0,95	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	5058,2	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z}=$	5058,9	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y}=$	520,41	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z}=$	520,48	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,yl}=$	1,46	≤	520,4	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,28%	≤	100,00%		

$IV_{ed,zl}=$	0,95	≤	520,5	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,18%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y}=$	-0,32	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z}=$	-3,38	kNm	-ohybový moment okolo osy z

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 10,95 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 49,74 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$IM_{Ed,y} = 0,32 \leq 10,9 = M_{Rd,y}$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 2,92\% \leq 100,00\%$$

$$IM_{Ed,z} = 3,38 \leq 49,7 = M_{Rd,z}$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 6,80\% \leq 100,00\%$$

Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení

$$\text{křivka: } \mathbf{d}$$

- křivka klopení

$$\alpha_{LT} = 0,76$$

- součinitel imperfekce

$$L = 4285 \text{ mm}$$

- délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny

$$k_y = 0,5$$

- součinitel vzpěrné délky

$$k_z = 0,5$$

- součinitel vzpěrné délky

$$k_w = 0,5$$

- součinitel vzpěrné délky

$$C_{1,0} = 1,49$$

- součinitel pro určení  $C_1$

$$C_{1,1} = 1,75$$

- součinitel pro určení  $C_1$

$$C_1 = 1,75$$

- součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$$C_2 = 0,83$$

- součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$$C_3 = 0$$

- součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$$z_g = z_a - z_s = 0 \text{ mm}$$

- souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku

$$z_a = 0 \text{ mm}$$

- souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku

$$z_s = 0 \text{ mm}$$

- souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku

$$h_f = 275,9 \text{ mm}$$

- vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)

$$\psi_f = 0$$

-

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 0$$

-

$$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)}$$

- parametr kroucení

$$K_{wt} = 0,41$$

-

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$$

- parametr působíště zatížení

$$\zeta_g = 0,00$$

-

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$$

- parametr nesymetrie průřezu

$$\zeta_j = 0,00$$

-

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$$

$$\mu_{CR} = 3,7831$$

- bezrozměrný kritický moment

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L$$

- kritický moment

$$M_{CR} = 1051,15 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y f_y / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,1021 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4680 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0814 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,88 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 87,62\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.12 Diagonály D19

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D19, B1043**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
875,96	1,82	1,00	-0,02	-0,27	-4,10

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková	-	<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	<i>-mez kluzu</i>
f <sub>u</sub> =	330	MPa	<i>-mez pevnosti</i>
E=	200 000	MPa	<i>-Younguv modul pružnosti</i>
G=	81 000	MPa	<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			<i>-materiálový součinitel</i>
$\varepsilon =$	1,177	-	
b=	38	mm	<i>-šířka</i>
h=	304,5	mm	<i>-výška</i>
c <sub>w</sub> =	304,5	mm	<i>-výška stojiny</i>
t <sub>w</sub> =	22	mm	<i>-tloušťka stojiny</i>
c <sub>f</sub> =	0	mm	<i>-délka přečnávající části pásnice</i>

$t_f=$	0	mm	-šířka pásnice
$A=$	6699	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	67813	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	339970	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	88	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	1288400	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	51761000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	254830	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	9815000000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed}=$	875,96	kN	-osová síla
$N_{Rd}=Af_y/\gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	1193,76	kN	

$N_{Ed}=$	875,96	≤	1193,8	= $N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	73,38%	≤	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y}=$	1,82	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	1,00	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	5582,5	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z}=$	5583,4	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y}=$	574,35	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z}=$	574,44	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$I_{V_{ed,y}}=$	1,82	≤	574,3	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,32%	≤	100,00%		

$I_{V_{ed,z}}=$	1,00	≤	574,4	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,17%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y}=$	-0,27	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z}=$	-4,10	kNm	-ohybový moment okolo osy z

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 12,08 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 60,58 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$IM_{Ed,y} = 0,27 \leq 12,1 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 2,23\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

$$IM_{Ed,z} = 4,10 \leq 60,6 = M_{Rd,z}$$

$$\text{Využití: } 6,77\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{d} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$

$$\alpha_{LT} = 0,76 \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$L = 4285 \text{ mm} \quad \text{-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny}$$

$$k_y = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_z = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_w = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,0} = 1,49 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_{1,1} = 1,75 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_1 = 1,75 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_2 = 0,83 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_3 = 0 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$z_g = z_a - z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_a = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku}$$

$$h_f = 304,5 \text{ mm} \quad \text{-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)}$$

$$\psi_f = 0 \quad \text{-}$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 0 \quad \text{-}$$

$$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$K_{wt} = 0,45 \quad \text{-}$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{-parametr působíště zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z \left[ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) \right]$$

$$\mu_{CR} = 3,8412 \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 1301,82 \text{ kNm}$$



$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y f_y / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,0963 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4653 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0865 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,82 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 82,38\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.13 Diagonály D20

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D20, B1049**
- Umístění na konstrukci: **Povodní strana**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
1043,42	3,63	1,08	-0,01	-0,32	-5,34

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková	-	<i>materiál</i>
$f_y =$	178,2	MPa	<i>-mez kluzu</i>
$f_u =$	330	MPa	<i>-mez pevnosti</i>
$E =$	200 000	MPa	<i>-Younguv modul pružnosti</i>
$G =$	81 000	MPa	<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			<i>-materiálový součinitel</i>
$\varepsilon =$	1,177	-	
$b =$	38	mm	<i>-šířka</i>
$h =$	313,9	mm	<i>-výška</i>
$c_w =$	313,9	mm	<i>-výška stojiny</i>
$t_w =$	22	mm	<i>-tloušťka stojiny</i>
$c_f =$	0	mm	<i>-délka přečnávající části pásnice</i>

$t_f=$	0	mm	-šířka pásnice
$A=$	6905,8	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	69906	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	361290	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	91	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	1328200	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	56704000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	261850	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	1,0752E+10	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed}=$	1043,42	kN	-osová síla
$N_{Rd}=A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	1230,61	kN	

$N_{Ed}=$	1043,42	≤	1230,6	= $N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	84,79%	≤	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y}=$	3,63	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	1,08	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	5754,8	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z}=$	5755,7	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y}=$	592,08	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z}=$	592,17	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$I_{V_{ed,y}}=$	3,63	≤	592,1	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,61%	≤	100,00%		

$I_{V_{ed,z}}=$	1,08	≤	592,2	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,18%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y}=$	-0,32	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z}=$	-5,34	kNm	-ohybový moment okolo osy z

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 12,46 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 64,38 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$IM_{Ed,y} = 0,32 \leq 12,5 = M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 2,57\% \leq 100,00\%$$

$$IM_{Ed,z} = 5,34 \leq 64,4 = M_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 8,29\% \leq 100,00\%$$

Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{d} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$

$$\alpha_{LT} = 0,76 \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$L = 4285 \text{ mm} \quad \text{-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny}$$

$$k_y = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_z = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_w = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,0} = 1,49 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_{1,1} = 1,75 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_1 = 1,75 \quad \text{-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_2 = 0,83 \quad \text{-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_3 = 0 \quad \text{-součinitel zavisející na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$z_g = z_a - z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_a = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku}$$

$$h_f = 313,9 \text{ mm} \quad \text{-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)}$$

$$\psi_f = 0 \quad \text{-}$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 0 \quad \text{-}$$

$$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$K_{wt} = 0,47 \quad \text{-}$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{-parametr působišť zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z \sqrt{[1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2] - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)}$$

$$\mu_{CR} = 3,8627 \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 1388,93 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_y f_y / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,0947 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4645 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0879 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,96 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 95,65\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.10.14 Diagonály D21

- Posuzovaný prvek: **Diagonála**
- Nejnamáhanější část: **D21, B1050**
- Umístění na konstrukci: **Návodní strana**

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
785,64	1,76	1,56	-0,01	-0,67	-4,56

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková	-	<i>materiál</i>
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	<i>-mez kluzu</i>
f <sub>u</sub> =	330	MPa	<i>-mez pevnosti</i>
E=	200 000	MPa	<i>-Younguv modul pružnosti</i>
G=	81 000	MPa	<i>-modul pružnosti ve smyku</i>
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			<i>-materiálový součinitel</i>
$\varepsilon =$	1,177	-	
b=	38	mm	<i>-šířka</i>
h=	291,45	mm	<i>-výška</i>
c <sub>w</sub> =	291,45	mm	<i>-výška stojiny</i>
t <sub>w</sub> =	22	mm	<i>-tloušťka stojiny</i>
c <sub>f</sub> =	0	mm	<i>-délka přečnívající části pásnice</i>

$t_f=$	0	mm	-šířka pásnice
$A=$	6411,9	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	64906	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	311460	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	14	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	84	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	1233200	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	45387000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	243580	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	8606300000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Prvek je posouzen elasticky.

**Posouzení tahu:**

$N_{Ed}=$	785,64	kN	-osová síla
$N_{Rd}=Af_y/\gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{Rd}=$	1142,60	kN	

$N_{Ed}=$	785,64	≤	1142,6	= $N_{Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	68,76%	≤	100,00%		

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y}=$	1,76	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z}=$	1,56	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y}=$	5343,3	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy y
$A_{v,z}=$	5344,1	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y}=$	549,74	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z}=$	549,82	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$I_{V_{ed,y}}=$	1,76	≤	549,7	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,32%	≤	100,00%		

$I_{V_{ed,z}}=$	1,56	≤	549,8	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,28%	≤	100,00%		

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y}=$	-0,67	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z}=$	-4,56	kNm	-ohybový moment okolo osy z

$$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 11,57 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 55,50 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$IM_{Ed,y} = 0,67 \leq 11,6 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 5,79\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

$$IM_{Ed,z} = 4,56 \leq 55,5 = M_{Rd,z}$$

$$\text{Využití: } 8,22\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{d} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$

$$\alpha_{LT} = 0,76 \quad \text{-křivka klopení}$$

$$L = 4285 \text{ mm} \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$k_y = 0,5 \quad \text{-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny}$$

$$k_z = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_w = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,0} = 1,49 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_{1,1} = 1,75 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_1 = 1,75 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_2 = 0,83 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_3 = 0 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$z_g = z_a - z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_a = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působišť zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_s = 0 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice těžišť vzhledem k středu smyku}$$

$$h_f = 291,45 \text{ mm} \quad \text{-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)}$$

$$\psi_f = 0 \quad \text{-}$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 0 \quad \text{-}$$

$$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{(EI_w / GI_t)}$$

$$K_{wt} = 0,43 \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$$

$$\zeta_g = 0,00 \quad \text{-parametr působišť zatížení}$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{(EI_z / GI_t)}$$

$$\zeta_j = 0,00 \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z [ \sqrt{1 + K_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$$

$$\mu_{CR} = 3,8142 \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{(EI_z GI_t)}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 1183,43 \text{ kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y,f_y} / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,0989 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4665 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,0842 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,83 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 82,77\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### 9.1.11 Ztužení

Posouzeny jsou nejnamáhanější prvky horního a spodního ztužení. V předchozích posouzení ztužení vyhovělo.

##### 9.1.11.1 Horní ztužení

Z horního ztužení je posouzena diagonála mezi svislicemi S11 povodní strany a S12 návodní strany. Jedná se o nejnamáhanější prvek horního ztužení.

- Posuzovaný prvek: **Horní ztužení**
- Nejnamáhanější část: B1083
- Umístění na konstrukci: mezi S11 pov. str. a S12 náv. str.
- Tvar průřezu: úhelník 80/80/8

#### Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t)

- Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-78,54	0,22	0,20	0	0,05	-0,05

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel Plávková materiál  
 $f_y = 178,2$  MPa -mez kluzu

$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177	-	
$b =$	80	mm	-šířka
$h =$	80	mm	-výška
$c_w =$	70	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w =$	10	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	70	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	10	mm	-šířka pásnice
$A =$	1216	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	20751	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	9267,4	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y} =$	32704	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z} =$	16488	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	31	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	16	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	1173800	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	300750	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	25026	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	11479000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Průřez je posouzen elasticky

Posouzení tlaku:

$N_{Ed} =$	-78,54	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu
$N_{c,Rd} =$	196,99	kN	

$IN_{Ed} =$	78,54	≤	197,0	$= N_{c,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	39,87%	≤	100,00%		

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačeného prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,34	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\varepsilon$			
$\lambda_1 =$	110,4944	-	
$\beta =$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky



$L_{cr}=\beta L$		-vzpěrná délka
$L_{cr,y}=\quad 1154,07$	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z}=\quad 1154,07$	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda=(L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$		-poměrná štíhlost
$\lambda_y=\quad 0,652788$	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z=\quad 8,9E-06$	-	-poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi=0,5(1+\alpha(\lambda-0,2)+\lambda^2)$$

$$\phi_y=\quad 0,79004 \quad -$$

$$\phi_z=\quad 0,466002 \quad -$$

$$\chi=1/(\phi+v(\phi^2-\lambda^2)) \quad \text{-součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y=\quad 0,809686 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z=\quad 1,072958 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti pro vybočení z roviny je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, proto není součinitel vzpěrnosti pro vzpěr z roviny brán do výpočtu.

$$N_{b,Rd}=\chi A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{b,Rd,y}=\quad 159,5016 \quad \text{kN} \quad \text{-vzpěrná únosnost tlačенého prutu pro vybočení v rovině nosníku}$$

$$I N_{Ed}=\quad 78,54 \quad \leq \quad 159,5 \quad =N_{b,Rd,min} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití:} \quad 49,24\% \quad \leq \quad 100,00\%$$

#### Posouzení smyku:

$$V_{ed,y}=\quad 0,22 \quad \text{kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z}=\quad 0,20 \quad \text{kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y}=\quad 1039,2 \quad \text{mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$A_{v,z}=\quad 1014,8 \quad \text{mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$V_{pl,Rd}=A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$$

$$V_{pl,Rd,y}=\quad 97,20 \quad \text{kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{pl,Rd,z}=\quad 94,91 \quad \text{kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$I V_{ed,y}=\quad 0,22 \quad \leq \quad 97,2 \quad =V_{pl,Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití:} \quad 0,23\% \quad \leq \quad 100,00\%$$

$$I V_{ed,z}=\quad 0,20 \quad \leq \quad 94,9 \quad =V_{pl,Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití:} \quad 0,21\% \quad \leq \quad 100,00\%$$

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y}=\quad 0,05 \quad \text{kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z}=\quad -0,05 \quad \text{kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 3,36 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 1,50 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$M_{Ed,y} = 0,05 \leq 3,4 = M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 1,49\% \leq 100,00\%$$

$$M_{Ed,z} = 0,05 \leq 1,5 = M_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 3,33\% \leq 100,00\%$$

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{d} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$

$$\alpha_{LT} = 0,76 \quad \text{-křivka klopení}$$

$$L = 2308 \text{ mm} \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$k_y = 0,5 \quad \text{-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny}$$

$$k_z = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_w = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,0} = 1,49 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_{1,1} = 1,75 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_1 = 1,75 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_2 = 0,08 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_3 = -1,20 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$z_g = z_a - z_s = 0,00 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_a = 26,80 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_s = 26,80 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku}$$

$$h_f = 0,00 \text{ mm} \quad \text{-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\psi_f = 0,00 \quad \text{-}$$

$$\mu_{CR} = C_1/k_2[\nu(1+k^2_{wt}+(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)^2)-(C_2\zeta_g-C_3\zeta_j)]$$

$$\mu_{CR} = 3,5147 \quad - \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi\nu(EI_zGI_t))/L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 52,83 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \nu(W_{y,f_y}/M_{CR}) \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,2646 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,5595 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1/(\phi + \nu(\phi^2 - \lambda^2))$$

$$\chi_{LT} = 0,9501 \quad -$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{b,Rd,y} = 3,19 \quad \text{kNm} \quad \text{-návrhový moment únosnosti při klopení}$$

$$M_{Ed,y} = 0,05 \leq 3,2 = M_{Rd,y}$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 1,57\% \leq 100,00\%$$

Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed}/\chi A(f_y/\gamma_{M0}) + M_{y,Ed}/(\chi_{LT}W_{el,y}(f_y/\gamma_{M0})) + M_{z,Ed}/W_{el,z}(f_y/\gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,54 \leq 1,0$$

**VYHOVUJE**

$$\text{Využití: } 54,14\% \leq 100,00\%$$

9.1.11.2 Spodní ztužení

Ze spodního ztužení je posouzena diagonála mezi svislicemi S12 povodní strany a S11 návodní strany. Jedná se o nejnamáhanější prvek spodního ztužení.

- Posuzovaný prvek: **Spodní ztužení**
- Nejnamáhanější část: B175
- Umístění na konstrukci: mezi S12 pov. str. a S11 náv str.
- Tvar průřezu: T průřez 80/120/10

Vnitřní síly:

6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t)

- Kombinace vyvozující největší účinek

N	Vy	Vz	Mx	My	Mz
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
199,22	-0,53	0,98	-0,01	-0,75	0,43

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková		- materiál
$f_y =$	178,2	MPa	-mez kluzu
$f_u =$	330	MPa	-mez pevnosti
$E =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	1,177	-	
$b =$	160	mm	-šířka
$h =$	120	mm	-výška
$c_w =$	110	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w =$	10	mm	-tloušťka stojiny
$c_f =$	70	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f =$	10	mm	-šířka pásnice
$A =$	3800	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y} =$	69352	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	43583	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$W_{pl,y} =$	124500	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z} =$	75000	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	38	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	30	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	5566400	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	3486700	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	332220	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	3,25E+08	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Celý průřez je tažený.

Průřez je posouzen elasticky

Posouzení tahu:

$N_{Ed} =$	199,22	kN	-osová síla
$N_{pl,Rd} = A f_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost neoslabeného průřezu
$N_{pl,Rd} =$	677,16	kN	

$N_{Ed} =$	199,22	$\leq$	677,2	$= N_{pl,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	29,42%	$\leq$	100,00%		

Posouzení smyku:

$V_{ed,y} =$	-0,53	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	0,98	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	1787,8	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	2141,4	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{pl,Rd} = A_v(f_y/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$			
$V_{pl,Rd,y} =$	183,94	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{pl,Rd,z} =$	220,32	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,y} =$	0,53	≤	183,9	= $V_{pl,Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,29%	≤	100,00%		

$IV_{ed,z} =$	0,98	≤	220,3	= $V_{pl,Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,44%	≤	100,00%		

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} =$	-0,75	kNm	-ohybový moment okolo osy y
$M_{ed,z} =$	0,43	kNm	-ohybový moment okolo osy z
$M_{pl,Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$			
$M_{Rd,y} =$	12,36	kNm	-moment únosnosti okolo osy y
$M_{Rd,z} =$	7,77	kNm	-moment únosnosti okolo osy z

$M_{Ed,y} =$	0,75	≤	12,4	= $M_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	6,07%	≤	100,00%		

$M_{Ed,z} =$	0,43	≤	7,8	= $M_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	5,54%	≤	100,00%		

**Posouzení únosnosti při klopení:**

$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el} f_y / \gamma_{M0}$		-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení
křivka:	<b>d</b>	-křivka klopení
$\alpha_{LT} =$	0,76	-součinitel imperfekce
L=	2308	mm - délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_z =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$k_w =$	0,5	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0} =$	1,49	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1} =$	1,75	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1 =$	1,75	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2 =$	0,08	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3 =$	-1,20	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení

$z_g = z_a - z_s =$	0,00	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a =$	34,74	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s =$	34,74	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f =$	0,00	mm	-vzd.středů pásnic (volné konce stojiny)
$\psi_f =$	0,00	-	
$z_j = 0,45 \psi_f h_f$			
$z_j =$	0	-	
$\kappa_{wt} = \pi / \kappa_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$			-parametr kroucení
$\kappa_{wt} =$	0,13	-	
$\zeta_g = \pi z_g / \kappa_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$			-parametr působíště zatížení
$\zeta_g =$	0,00		
$\zeta_j = \pi z_j / \kappa_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$			-parametr nesymetrie průřezu
$\zeta_j =$	0,00	-	
$\mu_{CR} = C_1 / \kappa_z [ \sqrt{1 + \kappa_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$			
$\mu_{CR} =$	3,5312	-	-bezrozměrný kritický moment
$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L$			-kritický moment
$M_{CR} =$	20587,91	kNm	
$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{yf} / M_{CR}}$			-poměrná štíhlost
$\lambda_{LT} =$	0,0245	-	
$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$			
$\phi_{LT} =$	0,4336	-	
$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$			
$\chi_{LT} =$	1,1540	-	

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} =$	0,41	$\leq$	1,0	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	41,03%	$\leq$	100,00%	

## 9.1.12 Ortotropní deska mostovky

Průběh napětí na desce (Kombinace MSÚ 6.10 N1 - přejezd vozidel do 22t)



Obrázek 67 Průběh napětí na desce mostovky

Ke špičkám napětí na desce dochází v poli mezi příčnický a na krajním přesahu desky mostovky. Napětí na desce nepřesahují mez kluzu. Níže je uvedeno podrobnější posouzení rozložení napětí ve výtuhách.

Pro posouzení je použita metoda účinného průřezu.

Boulení od normálového napětí:

**Část desky bez podélné výtuhy:**

$$k_{\sigma} = 4,00 \quad \text{- součinitel kritického napětí}$$

$$\lambda_p = \sqrt{(f_y / \sigma_{cr})} = (b/t) / (28,4 \sqrt{k_{\sigma}}) \quad \text{- poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_p = 0,4327747 \quad \text{- } < 0,673$$

$$\rho_{loc} = 1,00 \quad \text{- součinitel boulení tlačené zóny desky}$$

$$b_{eff} = \rho b = 300 \text{ mm} \quad \text{- účinná šířka subpanelu}$$

K lokálnímu boulení mezi výtuhami nedochází.

**Prutové chování:**

$$b_c / b_{sl,1} = 1 \quad \text{- Poměr tlačných částí dle obr.A.1}$$

$$\sigma_c = \sigma_{cr,sl} b_c / b_{sl,1} \quad \text{- kritické prutové napětí}$$

$$\sigma_{cr,c} = 492,15 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cr,sl} = \pi^2 E I_{sl,1} / A_{sl,1} a^2$$

$$\sigma_{cr,sl} = 492,15 \text{ MPa} \quad \text{- kritické napětí výtuhy u kraje}$$

$$I_{sl,1} = 14521652 \text{ mm}^4 \quad \text{- moment setrvačnosti výtuhy}$$

$$b_1 = 150 \text{ mm} \quad \text{- šířka pro plnou plochu}$$

$$b_{1,eff} = 150 \text{ mm} \quad \text{- šířka účinnou plochu (dle tab. 4.1)}$$

$A_{sl,1} = 6750,00 \text{ mm}^2$  -plocha plného průřezu výztuhy

$A_{sl,1,eff} = 6750,00 \text{ mm}^2$  -účinná plocha průřezu výztuhy

$\lambda_c = \sqrt{\beta_{A,c} f_y / \sigma_{cr,c}}$  -poměrná prutová štíhlost

$\lambda_c = 0,8493076$  -

$\beta_{A,c} = A_{sl,1,eff} / A_{sl,1}$

$\beta_{A,c} = 1$  -

křivka: **c** - pro výztuhy otevřeného průřezu

$\alpha = 0,49$  - součinitel imperfekce

$e = \max(e_1, e_2)$  -větší ze vzdálenosti těžišť

$e = 53,837 \text{ mm}$

$e_1 = 53,837 \text{ mm}$  -vzdálenost těžiště desky a výztuhy

$e_2 = 28,6644 \text{ mm}$  -vzdálenost těžiště desky a stojiny výztuhy

$i = \sqrt{I_{sl,1} / A_{sl,1}}$

$i = 46,38 \text{ mm}$

$\alpha_e = \alpha + 0,09 / (i/e)$

$\alpha_e = 0,59$

$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$

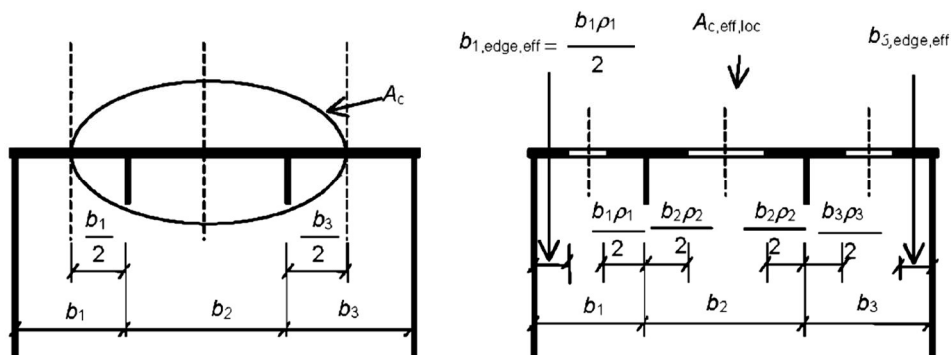
$\phi_c = 1,0537$  -

$\chi_c = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda_c^2})$

$\chi_c = 0,5962$  - součinitel vzpěrnosti

**Stěnové chování:**

$A_c = 128250 \text{ mm}^2$  -plná plocha tlačené zóny



Obrázek 68-viz obr.47

$\sigma_E = \pi^2 E t^2 / (12(1 - \nu^2) b^2) = 190000(t/b)^2$

$b = 6000 \text{ mm}$

$a = 3010 \text{ mm}$

$t = 15 \text{ mm}$

$\sigma_E = 1,1875 \text{ MPa}$

-šířka desky mostovky

-vzdálenost mezi příčníky

-tloušťka desky mostovky



$A_p = bt =$	90000 mm <sup>2</sup>	-plocha desky
$\Sigma A_{sI} =$	47250 mm <sup>2</sup>	-plocha všech podélných výztuh
$A_{sI,eff} =$	128250 mm <sup>2</sup>	-součet účinných průřezů výztuh
$I_p =$	1854395,6 mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti desky
$I_{sI} =$	412177878 mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti vyztužené desky
$\sigma_{1=2} =$	-139,8 MPa	-krajní napětí
$\psi = \sigma_1 / \sigma_2 =$	1,00 -	-poměr krajních napětí
$\alpha = a/b =$	0,50 -	
$\delta = \Sigma A_{sI} / A_p =$	0,53 -	
$\gamma = I_{sI} / I_p =$	222,27 -	
$\sqrt[4]{\gamma} =$	3,86 -	
$k_{\sigma,p} = 2((1+\alpha^2)^2 + \gamma - 1) / (\alpha^2(\psi+1)(1+\delta))$		-součinitel kritického napětí
$k_{\sigma,p} =$	580,61 -	
$\sigma_{cr,p} = k_{\sigma,p} \sigma_E$		-pružné kritické napětí
$\sigma_{cr,p} =$	689,48 MPa	
$n =$	19	-počet vnitřních výztuh
$A_{c,eff,loc} = n(h_w t_w + 2b_0 t_f)$		-účinná průřezová plocha všech výztuh a subpanelů v tlačení
$A_{c,eff,loc} =$	128250 mm <sup>2</sup>	(účinky smykového ochabnutí jsou zahrnuty v dalším výpočtu)
$\lambda_p = \sqrt{(\beta_{A,c} f_y / \sigma_{cr,p})}$		-poměrná štíhlost ekvivalentní stěny
$\lambda_p =$	0,7175522	
$\beta_{A,c} = A_{c,eff,loc} / A_c$		
$\beta_{A,c} =$	1 -	
$\rho = (\lambda_p - 0,055(3 + \psi)) / \lambda_p^2$		-součinitel boulení pro ekvivalentní ortotropní stěnu
$\rho =$	0,97 -	(určený dle 4.4 (2))

**Interakce mezi stěnovým a prutovým chováním:**

$$\xi = \sigma_{cr,p} / \sigma_{cr,c} - 1 ; 0 \leq \xi \leq 1$$

$$\xi = 0,401$$

$$\rho_c = (\rho - \chi_c) \xi (2 - \xi) + \chi_c$$

$$\rho_c = 0,8335 -$$

$$A_{c,eff} = \rho_c A_{c,eff,loc} + \Sigma b_{edge,eff} t$$

$$A_{c,eff} = 121298,85 \text{ mm}^2$$

Pro posouzení je účinek boulení započítán jako oslabení tloušťky desky v tlačené oblasti.

$$t_{f,eff} = (\rho_c A_{c,eff,loc} - (n c_w * t_w)) / b$$

$$t_{f,eff} = 11,25 \text{ mm}^2$$

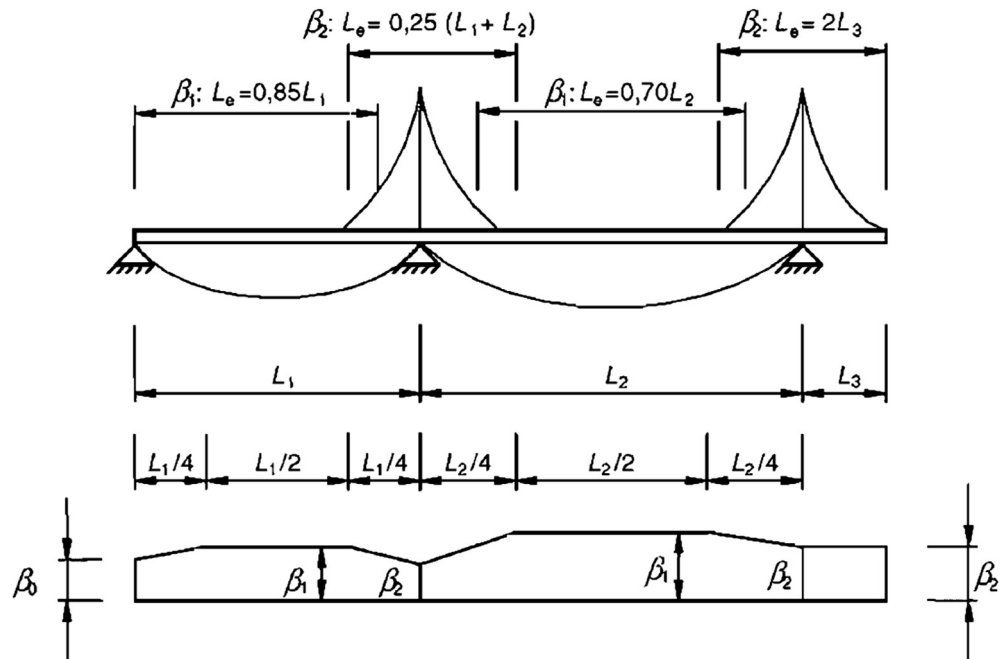
Spolupůsobící šířka desky pro posouzení podélných výztuh:

Při určení spolupůsobící šířky desky mostovky je brán v potaz vliv smykového ochabnutí.

Dle (1) 3.1 [13] ČSN EN 1993-1-5 lze vliv smykového ochabnutí v pásnicích zanedbat pokud  $b_0 < L_e/50$ .

$b_0 =$  150 mm -polovina vzdálenosti mezi výztuhami

Sousední rozpětí se neliší o více než 20%. Žádná konzola není delší než polovina sousedního rozpětí. Proto jsou účinné délky  $L_e$  určeny dle obr. 3.1 z [13] ČSN EN 1993-1-5



Obrázek 69-viz obr.48

kde:

- $L_1 =$  2410 mm -délka mezi krajním a následujícím příčnickem
- $L_2 =$  3010 mm -délka mezi středními příčnickami
- $L_3 =$  800 mm -délka konzoly na středovém pilíři

- $L_{e1} =$  2048,5 mm -vzdálenost mezi body s nulovým momentem v krajním poli  $\beta_{1kraj}$
- $L_{e2} =$  1355 mm -vzdálenost mezi body s nulovým momentem nad příčnickem  $\beta_2$
- $L_{e3} =$  2107 mm -vzdálenost mezi body s nulovým momentem ve středním poli  $\beta_{1stř.}$
- $L_{e4} =$  1600 mm -vzdálenost mezi body s nulovým momentem u krajní konzoli  $\beta_{2kon.}$

$L_{e, min}/50 =$  27,10  $>$  150,0  $= b_0$

→ NEPLATÍ

Působení smykového ochabnutí tedy musí být zohledněno ve všech místech desky mostovky.

Účinná šířka  $b_{eff}$  spolupůsobící pásnice pro smykové ochabnutí v pružném stavu je určena dle vzorce:  
 $b_{eff} = \beta b_0$

Součinitel účinné šířky  $\beta$  je uveden v tabulce 3.1. [13] ČSN EN 1993-1-5.

Tabulka 3.1 – Součinitel účinné šířky  $\beta$ 

$\kappa$	Místo posouzení	Hodnota $\beta$
$\kappa \leq 0,02$		$\beta = 1,0$
$0,02 < \kappa \leq 0,70$	kladné ohybové momenty	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{1 + 6,4\kappa^2}$
	záporné ohybové momenty	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{1 + 6,0\left(\kappa - \frac{1}{2500\kappa}\right) + 1,6\kappa^2}$
$\kappa > 0,70$	kladné ohybové momenty	$\beta = \beta_1 = \frac{1}{5,9\kappa}$
	záporné ohybové momenty	$\beta = \beta_2 = \frac{1}{8,6\kappa}$
jakékoliv $\kappa$	koncová podpora	$\beta_0 = (0,55 + 0,025 / \kappa) \beta_1$ , ale $\beta_0 < \beta_1$
jakékoliv $\kappa$	konzola	$\beta = \beta_2$ v podpoře a na konci
$\kappa = \alpha_0 b_0 / L_e$ kde $\alpha_0 = \sqrt{1 + \frac{A_{st}}{b_0 t}}$ přitom $A_{st}$ je plocha všech podélných výztuh v šířce $b_0$ a další označení odpovídají obrázkům 3.1 a 3.2.		

Obrázek 70-viz obr. 49

$h_w =$	150 mm	-výška stojiny podélné výztuhy
$t_w =$	15 mm	-šířka stojiny podélné výztuhy
$t =$	15 mm	-šířka desky mostovky
$A_{st} =$	2250 mm <sup>2</sup>	-plocha podélné výztuhy
$\alpha_0 =$	1,4142 -	
$\kappa_1 =$	0,1036 -	-pro kladný ohybový moment
$\kappa_2 =$	0,1566 -	-pro záporný ohybový moment
$\kappa_3 =$	0,1007 -	-pro kladný ohybový moment
$\kappa_4 =$	0,1326 -	-pro záporný ohybový moment

$\forall \kappa: \kappa \in (0,02; 0,70)$

$\beta_i = 1 / (1 + 6,4\kappa^2)$	-pro $\beta_{1kraj}$ a $\beta_{1střed}$
$\beta_i = 1 / (1 + 6,0(\kappa - 1/2500\kappa) + 1,6\kappa^2)$	-pro $\beta_2$ a $\beta_{2konzola}$
$\beta_{1kraj} =$ 0,936 -	-součinitel účinné šířky v krajním poli
$\beta_2 =$ 0,509 -	-součinitel účinné šířky nad příčnickem
$\beta_{1střed} =$ 0,939 -	-součinitel účinné šířky ve středním poli
$\beta_{2konzola} =$ 0,554 -	-součinitel účinné šířky na konzole

### 9.1.12.1 Podélná výztuha

Posouzena je nejnamáhanější část podélné výztuhy v poli, mezi příčníky a nejnamáhanější část podélné výztuhy na kraji mostu – přesah desky mostovky za krajní příčník.

- Posuzovaný prvek: **Podélná výztuha ocelové mostovky**
- Nejnamáhanější část: **B2066**
- Umístění na konstrukci: **Mezi 4. a 5. příčníkem od břehové podpory**
- Tvar průřezu: **Pásek 150x15**

#### Vnitřní síly:

6.10 R1 (Přejezd vozidla do 40t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
244,25	-0,17	-13,01	-0,03	11,77	0,02

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	S355		-materiál
f <sub>y</sub> =	355	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	510	MPa	-mez pevnosti
E=	210 000	MPa	-Youngův modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	0,814	-	
$\beta =$	0,939		-součinitel spolupůsobící šířky desky
$b_{\text{eff}} = 2 \cdot \beta b_0$			-celková spolupůsobící šířka desky
$b_{\text{eff}} =$	281,72	mm	
h=	165	mm	-výška
c <sub>w</sub> =	150	mm	-výška stojiny
t <sub>w</sub> =	15	mm	-tloušťka stojiny
c <sub>f</sub> =b <sub>eff,1</sub> =	140,86	mm	-délka přečnávající části desky
t <sub>f</sub> =	15	mm	-šířka pásnice (desky mostovky)
t <sub>f,eff</sub> =	11,25	mm	-účinná tloušťka desky mostovky při boulení
A=	5419,3	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>pl,y</sub> =	185830	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
W <sub>pl,z</sub> =	231650	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
W <sub>el,y</sub> =	104830	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	149110	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	49	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	62	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
I <sub>y</sub> =	12806000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
I <sub>z</sub> =	21004000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z

$I_t =$	293160	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	503690000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Pásnice v tlaku:

$c_f / t_f =$	12,52	$\leq$	7,322549 = 9 $\epsilon$	
	<b>NEPLATÍ</b>			0,08
$c_f / t_f =$	12,52	$\leq$	8,136165 = 10 $\epsilon$	
	<b>NEPLATÍ</b>			-75
$c_f / t_f =$	12,52	$\leq$	13,14711 = 14 $\epsilon$	
→	<b>Třída 3</b>			

Průřez je posouzen elasticky.

-937,5

Posouzení tahu:

$N_{Ed} =$	244,25	kN	-osová síla	
$N_{Rd} = A_f \gamma_{M0}$			-návrhová únosnost plného průřezu	
$N_{Rd} =$	1923,85	kN		
$N_{Ed} =$	244,25	$\leq$	1923,9 = $N_{pl,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	12,70%	$\leq$	100,00%	

Posouzení smykové únosnosti:

$V_{ed,y} =$	-0,17	kN	-smyková síla ve směru osy y
$V_{ed,z} =$	-13,01	kN	-smyková síla ve směru osy z
$A_{v,y} =$	2921,40	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$A_{v,z} =$	2114,70	mm <sup>2</sup>	-smyková plocha ve směru osy z
$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$			
$V_{Rd,y} =$	598,77	kN	-smyková únosnost ve směru osy y
$V_{Rd,z} =$	433,43	kN	-smyková únosnost ve směru osy z

$IV_{ed,y} =$	0,17	$\leq$	598,8 = $V_{Rd,y}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,03%	$\leq$	100,00%	

$IV_{ed,z} =$	13,01	$\leq$	433,4 = $V_{Rd,z}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	3,00%	$\leq$	100,00%	

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.Smyková únosnost podélné výztuhy při boulení ve smyku:

$$h_w/t_w = 10 > 48,8 = (72/\eta)\epsilon \quad \text{NEPLATÍ}$$

Stojina podélné výztuhy nemusí být posuzována na únosnost při boulení ve smyku.

#### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = 11,77 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = 0,02 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{c,Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{c,Rd,y} = 37,21 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{c,Rd,z} = 52,93 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$IM_{Ed,y} = 11,77 \leq 37,2 = M_{c,Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 31,63\% \leq 100,00\%$$

$$IM_{Ed,z} = 0,02 \leq 52,9 = M_{c,Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 0,04\% \leq 100,00\%$$

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0}$$

*-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu*

křivka: **b** - *-křivka vzpěrné pevnosti*

$\alpha_{LT} = 0,34$  - *-součinitel imperfekce*

$L = 2107$  mm - *-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny*

$k_y = 0,5$  - *-součinitel vzpěrné délky*

$k_z = 0,5$  - *-součinitel vzpěrné délky*

$k_w = 0,5$  - *-součinitel vzpěrné délky*

$C_{1,0} = 1,49$  - *-součinitel pro určení  $C_1$*

$C_{1,1} = 1,75$  - *-součinitel pro určení  $C_1$*

$C_1 = 1,75$  - *-součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení*

$C_2 = 0,08$  - *-součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení*

$C_3 = -1,20$  - *-součinitel závisející na zatížení a podmínkách uložení*

$$z_g = z_a -$$

$z_s = 0,00$  mm - *-souřadnice působistě zatížení vzhledem ke středu smyku*

$z_a = 28,6644$  mm - *-souřadnice působistě zatížení vzhledem k těžišti průřezu*

$z_s = 28,6644$  mm - *-souřadnicek středu smyku vzhledem k těžišti*

$h_f = 157,5$  mm - *-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)*

$$\psi_f = 1 \quad -$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 70,875 \quad -$$

$\kappa_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t}$  - *-parametr kroucení*

$$\kappa_{wt} = 0,20 \quad -$$

$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t}$  - *-parametr působistě zatížení*

$$\zeta_g = 0,00 \quad -$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad - \textit{parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 2,88 \quad -$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z [v(1 + k^2 w_t + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2) - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)]$$

$$\mu_{CR} = 0,5153 \quad - \quad \textit{bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi v (EI_z GI_t)) / L \quad \textit{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 248,68 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = v (W_{y,f_y} / M_{CR}) \quad \textit{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,3868 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,6066 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + v(\phi^2 - \lambda^2))$$

$$\chi_{LT} = 0,9313 \quad -$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{b,Rd,y} = 34,66 \quad \text{kNm} \quad \textit{-návrhový moment únosnosti při klopení}$$

$$M_{Ed,y} = 11,77 \leq 34,7 = M_{Rd,y}$$

$$\text{Využití: } 33,96\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

#### Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A(f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / \chi_{LT} W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,47 \leq 1,0$$

$$\text{Využití: } 46,70\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**

• Posuzovaný prvek:

• Nejnamáhanější část:

• Umístění na konstrukci:

• Tvar průřezu:

### **Podélná výtuka ocelové mostovky**

**B1868**

**koncový příčník nad středovým pilířem**

**Pásek 150x15**

#### Vnitřní síly:

6.10 R1 (Přejezd vozidla do 40t) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-296,91	1,25	-47,71	0,11	-19,16	0,13

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	S355		-materiál
$f_y$	355	MPa	-mez kluzu
$f_u$	510	MPa	-mez pevnosti
$E$	210 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
$G$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon$	0,814	-	
$\beta$	0,554		-součinitel spolupůsobící šířky desky
$b_{eff} = 2 \cdot \beta b_0$			-spolupůsobící šířka desky
$b_{eff}$	166,16	mm	
$h$	165	mm	-výška
$c_w$	150	mm	-výška stojiny bez části úhelníků
$t_w$	15	mm	-tloušťka stojiny
$c_f = b_{eff,1}$	83,08	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f$	15	mm	-šířka pásnice (desky mostovky)
$A$	4742,4	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{pl,y}$	187350	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z}$	111970	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$W_{el,y}$	104040	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}$	69531	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y$	51	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z$	35	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y$	12314000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z$	5776600	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t$	341600	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w$	40941000	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

**Zatřídění průřezu:**

Stojina v tlaku:

$$c_f / t_f = 10,00 \leq 26,84934 = 33\varepsilon$$

→ **Třída 1**

Průřez je posouzen elasticky.

**Posouzení tlaku:**

$$N_{Ed} = -296,91 \text{ kN} \quad \text{-osová síla}$$

$$N_{Rd} = A f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová plastická únosnost plného průřezu}$$

$$N_{Rd} = 1683,55 \text{ kN}$$

$$I N_{Ed} = 296,91 \leq 1683,6 = N_{pl,Rd}$$

$$\text{Využití: } 17,64\% \leq 100,00\%$$

**VYHOVUJE**



Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$  -návrhová vzpěrná únosnost tlačeného prutu

křivka: **c** - křivka vzpěrné pevnosti

$\alpha = 0,49$  - součinitel imperfekce

$\lambda_1 = 93,9\epsilon$

$\lambda_1 = 76,398591$  -

$\beta = 2$  - součinitel vzpěrné délky

$L_{cr} = \beta L$  -vzpěrná délka

$L_{cr,y} = 1600$  mm -vzpěrná délka k ose y

$L_{cr,z} = 1600$  mm -vzpěrná délka v rovině z

$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$  -poměrná štíhlost

$\lambda_y = 0,0002013$  - poměrná štíhlost v k ose y

$\lambda_z = 0,0003012$  - poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$

$\phi_y = 0,4510493$  -

$\phi_z = 0,4510738$  -

$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$  -součinitel vzpěrnosti

$\chi_y = 1,1085262$  - součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y

$\chi_z = 1,1084661$  - součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

Posouzení smykové únosnosti stojiny:

$V_{ed,y} = 1,25$  kN -smyková síla ve směru osy y

$V_{ed,z} = -47,71$  kN -smyková síla ve směru osy z

$A_{v,y} = 2473,80$  mm<sup>2</sup> -smyková plocha ve směru osy z

$A_{v,z} = 2184,8$  mm<sup>2</sup> -smyková plocha ve směru osy z

$V_{Rd} = A_v(f_v/\sqrt{3})/\gamma_{M0}$

$V_{Rd,y} = 507,03$  kN -smyková únosnost ve směru osy y

$V_{Rd,z} = 447,80$  kN -smyková únosnost ve směru osy z

$I_{Ed,y} = 1,25 \leq 507,0 = V_{Rd,y}$  **VYHOVUJE**

Využití: 0,25% ≤ 100,00%

$I_{Ed,z} = 47,71 \leq 447,8 = V_{Rd,z}$  **VYHOVUJE**

Využití: 10,65% ≤ 100,00%

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

Smyková únosnost podélné výztuhy při boulení ve smyku:

$$h_w/t_w = 10 > 48,8 = (72/\eta)\epsilon \quad \text{NEPLATÍ}$$

Stojina podélné výztuhy nemusí být posuzována na únosnost při boulení ve smyku.

#### Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = -19,16 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = 0,13 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{c,Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{c,Rd,y} = 36,93 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{c,Rd,z} = 24,68 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$I M_{ed,y} = 19,16 \leq 36,9 = M_{c,Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 51,88\% \leq 100,00\%$$

$$I M_{ed,z} = 0,13 \leq 24,7 = M_{c,Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 0,53\% \leq 100,00\%$$

#### Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhová vzpěrná únosnost tlačeneho prutu}$$

$$\text{křivka: } \mathbf{b} \quad \text{-křivka vzpěrné pevnosti}$$

$$\alpha_{LT} = 0,34 \quad \text{-součinitel imperfekce}$$

$$L = 1600 \text{ mm} \quad \text{-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny}$$

$$k_y = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_z = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$k_w = 0,5 \quad \text{-součinitel vzpěrné délky}$$

$$C_{1,0} = 1,49 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_{1,1} = 1,75 \quad \text{-součinitel pro určení } C_1$$

$$C_1 = 1,75 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_2 = 0,08 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$C_3 = -1,20 \quad \text{-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení}$$

$$z_g = z_a - z_s = 0,00 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku}$$

$$z_a = 28,6644 \text{ mm} \quad \text{-souřadnice působíště zatížení vzhledem k těžišti průřezu}$$

$$z_s = 28,6644 \text{ mm} \quad \text{-souřadnicek středu smyku vzhledem k těžišti}$$

$$h_f = 157,5 \text{ mm} \quad \text{-vzd.středů pásnic (T-průřez: střed pásnice až volný konec)}$$

$$\psi_f = 1 \quad \text{-}$$

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 70,875 \quad \text{-}$$

$$K_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$K_{wt} = 0,07 \quad \text{-}$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad \text{-parametr působíště zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00 \quad -$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 1,84 \quad -$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_z [v(1 + k^2 w_t + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2) - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)]$$

$$\mu_{CR} = 0,7580 \quad - \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi v (EI_z GI_t)) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 272,68 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = v (W_{y,f_y} / M_{CR}) \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,3680 \quad -$$

$$\phi = 0,5(1 + \alpha_{LT}(\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,5963 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + v(\phi^2 - \lambda^2))$$

$$\chi_{LT} = 0,9386 \quad -$$

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,y} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{b,Rd,y} = 34,67 \quad \text{kNm} \quad \text{-návrhový moment únosnosti při klopení}$$

$$M_{Ed,y} = 19,16 \leq 34,7 = M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 55,27\% \leq 100,00\%$$

Únosnost při působení ohybu a osové síly:

Podmínka (2) 6.2.9.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + M_{y,Ed} / \chi_{LT} W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0}) + M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0}) \leq 1$$

$$\sigma_{x,ed} = 0,73 \leq 1,0 \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 73,43\% \leq 100,00\%$$

**9.1.13 Příčník**

Posuzována je celá konstrukce příčníku, tj. stávající repasovaný příčník a nový příčník ortotropní mostovky. Posouzeny jsou nejnamáhanější příčník v poli a nejnamáhanější příčník nad podporou.

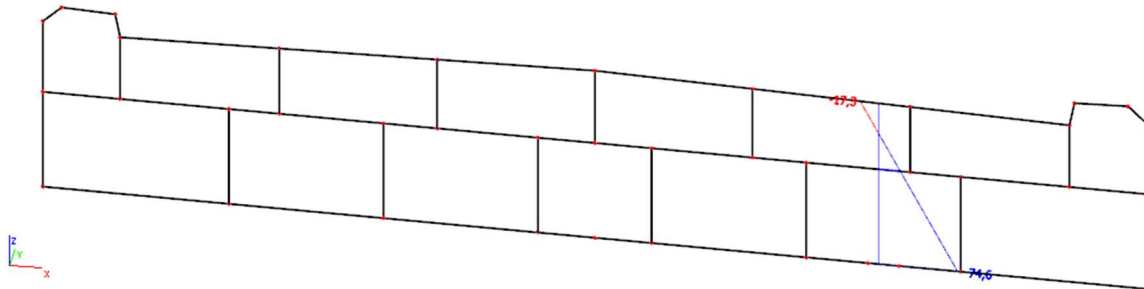
- |                           |  |
|---------------------------|--|
| • Posuzovaný prvek:       | <b>Příčník v poli</b>  |
| • Nejnamáhanější část:    | kraj jízdního pruhu, návodní strana, místo oslabené výřezem spodní pásnice |
| • Umístění na konstrukci: | 3. příčník od břehové podpory  |
| • Tvar průřezu:           | I průřez s podélnou výtuhou  |

Charakteristiky průřezu:Ocel Plávková + S355 *-materiál*

$f_{y,p} =$	178,2	MPa	-mez kluzu plávkové oceli
$f_{y,s} =$	355	MPa	-mez kluzu oceli S355
$f_{u,p} =$	220	MPa	-mez pevnosti plávkové oceli
$f_{u,s} =$	510	MPa	-mez pevnosti oceli S355
$E_p =$	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti plávkové oceli
$E_s =$	210 000	MPa	-Younguv modul pružnosti oceli S355
$G =$	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
6.10 N1 (Přejezd vozidel do 22t)			- kombinace vyvolující největší účinek

**Napětí:**

horní vlákna	$\sigma_{x,Ed}^+ =$	-17,3	$\leq$	355,0	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:		4,87%	$\leq$	100,00%		
spodní vlákna	$\sigma_{x,Ed}^- =$	74,6	$\leq$	178,2	MPa	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:		41,86%	$\leq$	100,00%		



Obrázek 71 Průběh napětí v nejnamáhanějším průřezu příčnicku

- Posuzovaný prvek: **Příčník nad podporou**
- Nejnamáhanější část: 1,2m od středu vozovky na povodní stranu
- Umístění na konstrukci: Příčník na břehové podpoře
- Tvar průřezu: I průřez s podélnou výtuhou

**Charakteristiky průřezu:**

Ocel	Plávková + S355	-materiál
$f_{y,p} =$	178,2 MPa	-mez kluzu plávkové oceli
$f_{y,s} =$	355 MPa	-mez kluzu oceli S355
$f_{u,p} =$	220 MPa	-mez pevnosti plávkové oceli
$f_{u,s} =$	510 MPa	-mez pevnosti oceli S355
$E_p =$	200 000 MPa	-Younguv modul pružnosti plávkové oceli
$E_s =$	210 000 MPa	-Younguv modul pružnosti oceli S355
$G =$	81 000 MPa	-modul pružnosti ve smyku

6.10 R1 (Přejezd vozidla do 40t) - kombinace vyvolující největší účinek

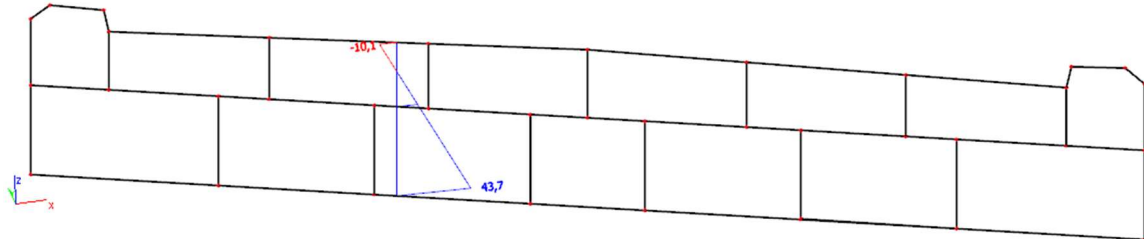
**Napětí:**

horní vlákna  $\sigma_{x,Ed}^+ = -10,1 \leq 355,0$  MPa **VYHOVUJE**

Využití: 2,85%  $\leq 100,00\%$

spodní vlákna  $\sigma_{x,Ed}^- = 43,7 \leq 178,2$  MPa **VYHOVUJE**

Využití: 24,52%  $\leq 100,00\%$

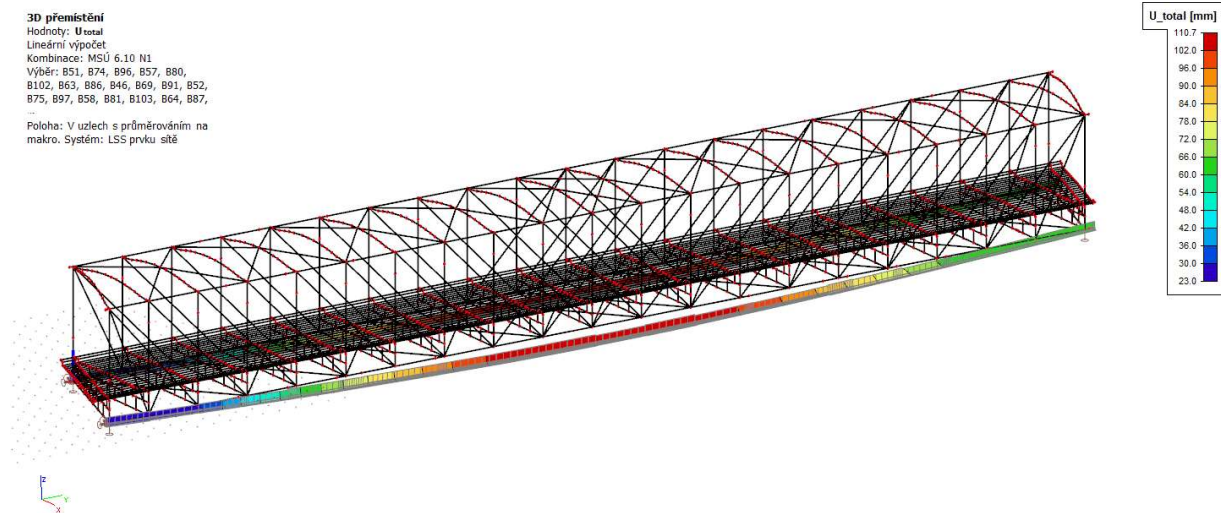


Obrázek 72 Průběh napětí v nejnámáhanějším průřezu příčnicku

## 9.2 MSP

V posouzení mezního stavu použitelnosti je provedeno posouzení svislého průhybu konstrukce. Kombinací vyvolující největší průhyb je Charakteristická kombinace s hlavním proměnným zatížením přejezdem vozidel do 22tun.

- L= 59,60 m - délka nejdelšího pole (střední pole)
- w<sub>REZ</sub>= 200,00 mm - rezerva nad plavebním prostorem pro průhyb nosné konstrukce
- w<sub>MAX</sub>= 110,70 mm - celkový maximální průhyb konstrukce od rozhodující kombinace zatížení



Obrázek 73 Maximální nosná konstrukce mostu

w<sub>MAX</sub>= 110,70 < 200,00 = w<sub>LIM</sub> **VYHOVUJE**

### 9.3 Shrnutí finálního posouzení nosné konstrukce

Bylo provedeno posouzení nosné konstrukce se zohledněním oslabení jednotlivých prvků. Nově navržená deska mostovky vyhovuje na daná zatížení. Svislice S1, S2, S3, S4, S16, S17, S18 a S19 návodní i povodní strany budou během montáže nové desky mostovky zesíleny přidáním plechu tl. 10mm příčně mezi úhelníky. Po zesílení výše zmíněných svislic vyhoví i stávající nosná konstrukce na daná zatížení.

Tabulka 12

#### Nejnamáhanější průřezy

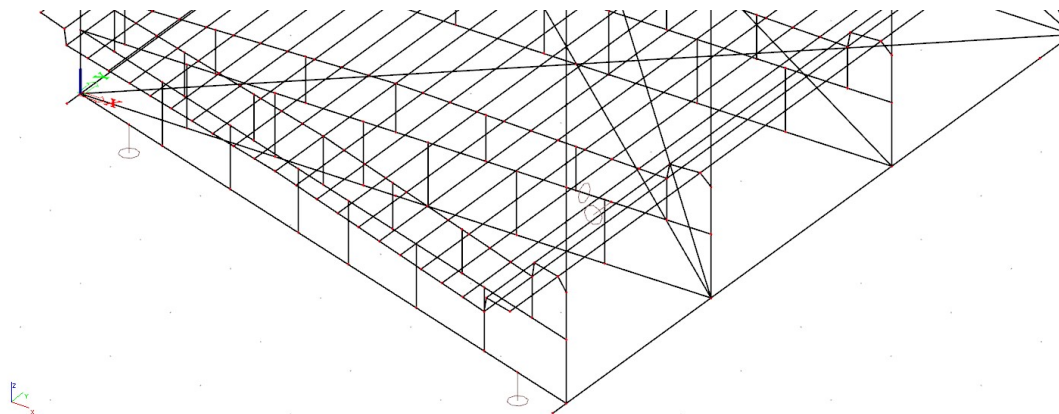
Prvek nosné konstrukce	Nejnamáhanější část	Dominantní zatížení	Využití [%]
Dolní pás	U13	Interakce M+N	85,64%
Horní pás	O12	Interakce M+N	96,06%
Svislice	S1 (po zesílení)	Interakce M+N	97,43%
Diagonála	D5	Interakce M+N	97,26%
Spodní ztužení	Střed rozpětí	Interakce M+N	41,03%
Horní ztužení	Střed rozpětí	Interakce M+N	54,14%
Deska mostovky	Kraj vozovky	(Napětí z modelu)	54,17%
Podélná výztuha	kraj, střední pilíř	Interakce M+N	73,43%
Příčník	3. od opěry O3	(Napětí z modelu)	41,86%

### 9.4 Most při zdvihu

#### 9.4.1 Úprava modelu

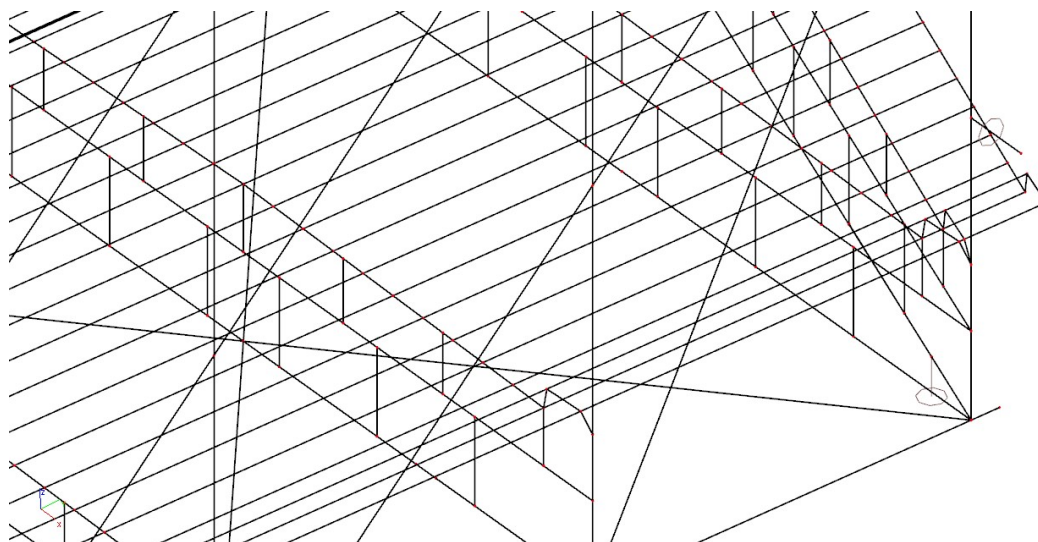
Pro posouzení mostu při zdvihu pole byl upraven výpočetní model. Kromě změny hodnot zatížení větrem, vlivem maximální přípustné rychlosti větru při zdvihu – 15m/s se změnilo i statické schéma konstrukce. Byly vymodelovány nové podpory.

Na krajních příčnicích byly 0,70m příčně od osy dolního pásu vymodelovány podpory neposuvné ve svislém směru, ve vodorovném příčném i podélném směru posuvné. Pootočení je umožněno okolo všech os. Tyto podpory představují hydraulické válce upevněné ke krajním příčnicím.



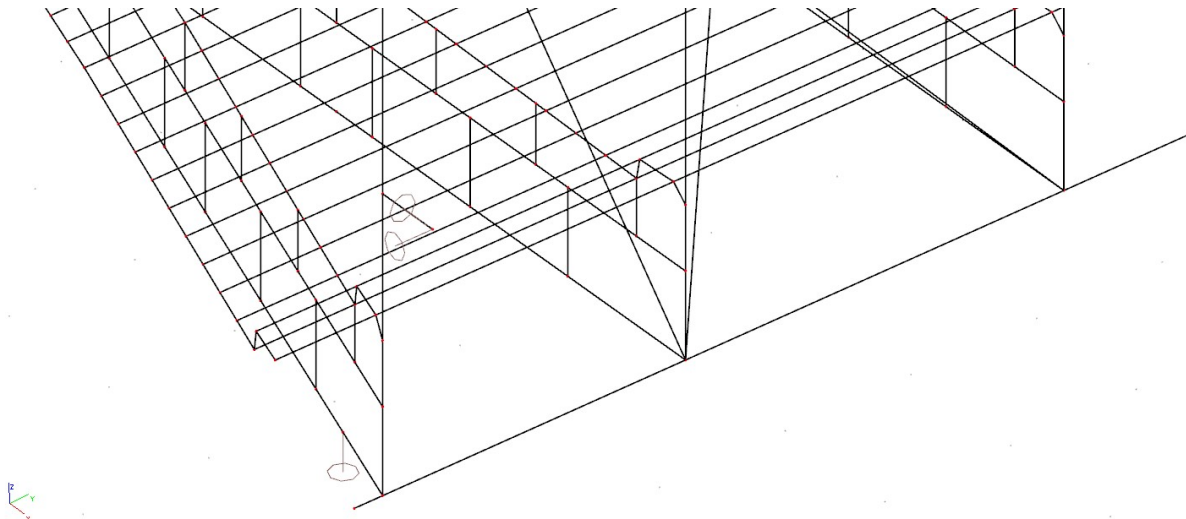
Obrázek 74 Svislé podpory na mostě při zdvihu

Dále byla modelována vodící konzola, na jejímž konci jsou umístěny podpory představující funkci vodícího pylonu. Vodící konzoly jsou ke krajním svislicím připojeny ve výšce 2,28m, délka konzoly je 0,50m. Pro průřez konzoly byl v modelu vytvořen fiktivní nekonečně tuhý průřez s nulovou hmotností. Toto řešení umožňuje přenos veškerého zatížení do koncových svislic. Tím není zahrnut příznivý účinek přenosu vnitřních sil vodící kladkou. Posouzení krajních svislic je tak konzervativní. Na břehové opěře je na konci vodící konzoly modelována podpora neposuvná v příčném směru, posuvná v podélném i svislém směru. Na středním pilíři byla modelována podpora neposuvná v příčném i podélném směru a posuvná ve směru svislém. Pootočení je umožněno okolo všech os.



Obrázek 75 Podpora představující vodící pylon na břehové opěře O3





Obrázek 76 Podpora představující vodící pylon na středním pilíři P2

#### 9.4.2 Posouzení zdvihu

Kombinace zatížení mostu při zdvihu byla stanovena v kapitole 5.Kombinace. Uvažovaná zatížení působící na mostní pole během zdvihu jsou stálé zatížení a proměnné zatížení větrem (omezená hodnota rychlosti větru – max 15m/s). Zatížení teplotou nebylo do výpočtu zahrnuto, při zdvihu se jedná o staticky určitou konstrukci.

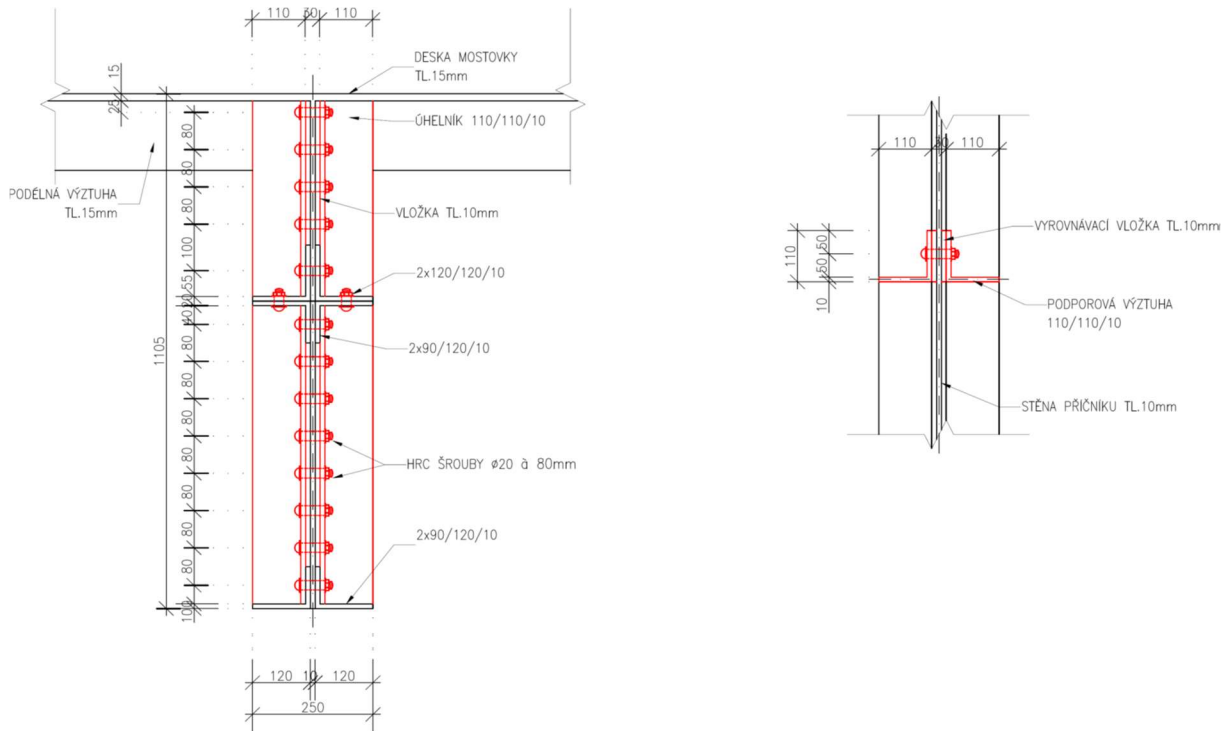
Posouzení bylo provedeno pro krajní příčníky, u kterých byl proveden návrh a následné posouzení podporové výztuhy. Dále byly posouzeny krajní svislice. Při zdvihu mostu za současného působení větru bude v krajních svislicích vznikat kroucení díky vodící konzole držené vodícím pylonem.

Navrženy byly dimenze vodícího pylonu, potom byl pylon posouzen jako prut a bylo provedeno zjednodušené ověření základové patky vodícího pylonu.

##### 9.4.2.1 Podporová výztuha

Na koncový příčník budou připojeny hydraulické zvedáky. V místech zdvihu je zapotřebí zesílit průřez příčníku podporovou výztuhou. Na část stojiny mezi úhelníky budou přidány vložky o tl.10mm, na tyto vložky pak budou přidány ocelové výztuhy a spojeny s příčníkem pomocí HRC šroubů.





Obrázek 77 Schéma podporové výztuhy

Lokální zatížení svislou silou od zdvihu:

6.10 Vítr (kombinace pro zdvih)

-kombinace zatížení při zdvihu mostu  
-svislá reakce v místě zdvižného zařízení

Rz=	789,67	[kN]
-----	--------	------

**Návrh podporové výztuhy:**

Úhelníky 110/110/10

Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plávková + S355	-	materiál
$f_{y,p}$ =	178,2	MPa	-mez kluzu plávkové oceli
$f_{y,s}$ =	355	MPa	-mez kluzu oceli S355
$f_{u,p}$ =	220	MPa	-mez pevnosti plávkové oceli
$f_{u,s}$ =	510	MPa	-mez pevnosti oceli S355
$E_p$ =	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti plávkové oceli
$E_s$ =	210 000	MPa	-Younguv modul pružnosti oceli S355
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon_p$ =	1,177	-	
$\epsilon_s$ =	0,814	-	
$t_{výzt.}$ =	10	mm	-tloušťka stěny výztuhy
$b_{výzt.}$ =	110	mm	-délka stěny výztuhy

$t_{vložka} =$	10	mm	-tloušťka vložky na stojně mezi úhelníky
$t_w =$	10	mm	-tloušťka stojny příčnicku
$15 \in t_w =$	177	mm	-délka spolupůsobící části příčnicku
$A =$	9940	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{pl,y} =$	224850	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose y
$W_{pl,z} =$	514290	mm <sup>3</sup>	-plastický průřezový modul k ose z
$W_{el,y} =$	112660	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z} =$	238800	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y =$	38	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z =$	69	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y =$	14083000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	47552000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	3400500	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	2,902E+09	mm <sup>5</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Průřez je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed} =$	789,67	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd} =$	1771,31	kN	
$IN_{Ed} =$	789,67	≤	1771,3 = $N_{c,Rd}$
Využití:	44,58%	≤	100,00%

**VYHOVUJE**

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačeného prutu
křivka:	c	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	0,49	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1 = 93,9\epsilon$			
$\lambda_1 =$	110,49441	-	
$\beta =$	1	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr} = \beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y} =$	640	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z} =$	640	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y =$	0,1524249	-	-poměrná štíhlost v rovině y

$$\lambda_z = 0,0839442 \quad - \text{poměrná štíhlost v rovině z}$$

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\phi_y = 0,4999608 \quad -$$

$$\phi_z = 0,4750896 \quad -$$

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \quad - \text{součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y = 1,0244644 \quad - \text{součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z = 1,0607779 \quad - \text{součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

Podporová výztuha vyhoví.

#### 9.4.2.2 Krajiní svislice při zdvihu

Posouzen je průřez S0 návodní strany. Jedná se o svislici připojenou k pylonu na středním pilíři.

• Posuzovaný prvek:	<b>Svislice</b>
• Nejnamáhanější část:	S0,B580
• Umístění na konstrukci:	Návodní strana
• Tvar průřezu:	S0,20

#### Vnitřní síly:

6.10 Vítr (kombinace pro zdvih) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
-596,26	112,28	-197,87	-51,88	127,32	111,52

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	Plátková		- materiál
f <sub>y</sub> =	178,2	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	330	MPa	-mez pevnosti
E=	200 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\epsilon = \sqrt{((235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E))}$			-materiálový součinitel
$\epsilon =$	1,177	-	
b=	450	mm	-šířka

$h=$	460	mm	-výška
$c_w=$	200	mm	-výška stojiny úhelníků
$t_w=$	40	mm	-tloušťka stojiny
$c_f=$	182	mm	-délka přečnávající části pásnice
$t_f=$	23	mm	-šířka pásnice
$A=$	40962	mm <sup>2</sup>	-plocha
$W_{el,y}=$	1354500	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
$W_{el,z}=$	3257800	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
$i_y=$	86	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
$i_z=$	147	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z
$I_y=$	304770000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z=$	890810000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t=$	22138000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w=$	2,955E+12	mm <sup>6</sup>	-výsečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Průřez je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed}=$	-596,26	kN	-osová síla
$N_{c,Rd}=Af_y/\gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd}=$	6635,84	kN	
$ N_{Ed} =$	596,26	≤	6635,8 = $N_{c,Rd}$
Využití:	8,99%	≤	100,00%

**VYHOVUJE**

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd}=\chi Af_y/\gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačného prutu
křivka:	<b>b</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha=$	0,34	-	-součinitel imperfekce
$\lambda_1=93,9\epsilon$			
$\lambda_1=$	110,49441	-	
$\beta=$	0,5	-	-součinitel vzpěrné délky
$L_{cr}=\beta L$			-vzpěrná délka
$L_{cr,y}=$	939	mm	-vzpěrná délka v rovině y
$L_{cr,z}=$	939	mm	-vzpěrná délka v rovině z
$\lambda=(L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$			-poměrná štíhlost
$\lambda_y=$	0,0988159	-	-poměrná štíhlost v rovině y
$\lambda_z=$	0,0578107	-	-poměrná štíhlost v rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 Lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$$

$$\phi_y = 0,487681 \quad -$$

$$\phi_z = 0,4774988 \quad -$$

$$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2}) \quad \text{-součinitel vzpěrnosti}$$

$$\chi_y = 1,0360055 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y}$$

$$\chi_z = 1,0509885 \quad - \quad \text{-součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z}$$

Hodnota součinitele vzpěrnosti je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné posuzovat vzpěr.

$$N_{b,Rd} = \chi A f_y / \gamma_{M0}$$

$$N_{b,Rd,y} = 6874,771 \text{ kN} \quad \text{-vzpěrná únosnost tlačěného prutu pro vybočení v rovině nosníku}$$

$$N_{Ed} = 596,26 \leq 6874,8 = N_{b,Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 8,67\% \leq 100,00\%$$

#### Posouzení smyku:

$$V_{ed,y} = 112,28 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy y}$$

$$V_{ed,z} = -197,87 \text{ kN} \quad \text{-smyková síla ve směru osy z}$$

$$A_{v,y} = 25298 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy y}$$

$$A_{v,z} = 15602 \text{ mm}^2 \quad \text{-smyková plocha ve směru osy z}$$

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$$V_{Rd,y} = 2366,14 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy y}$$

$$V_{Rd,z} = 1459,27 \text{ kN} \quad \text{-smyková únosnost ve směru osy z}$$

$$V_{Ed,y} = 112,28 \leq 2366,1 = V_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 4,75\% \leq 100,00\%$$

$$V_{Ed,z} = 197,87 \leq 1459,3 = V_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 13,56\% \leq 100,00\%$$

Jedná se o malý smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

#### Posouzení kroucení:

$$t = 10 \text{ mm} \quad \text{-šířka průřezu}$$

$$W_t = I_t / t = 2213800 \text{ mm}^3 \quad \text{-kroucí průřezový modul}$$

$$M_{x,Rd} = W_t f_y / (\gamma_{M0} \cdot \sqrt{3}) \quad \text{-návrhová únosnost v kroucení}$$

$$M_{x,Rd} = 227,76 \text{ MPa}$$

$$I M_{x,Ed} = 51,88 \leq 227,8 = M_{x,Rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 22,78\% \leq 100,00\%$$

Únosnost ve smyku při působení kroucení:

$$\tau_{t,Ed} = M_{T,Ed} / W_t$$

$$\tau_{t,Ed} = 23,43 \text{ MPa} \quad \text{-smykové napětí od kroucího momentu}$$

$$V_{el,T,Rd} = \sqrt{1 - (\tau_{t,Ed} / (1,25(f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}))} V_{b,Rd}$$

$$V_{el,T,Rd} = 1319,63 \text{ kN}$$

$$IV_{Ed,z} = 197,87 \leq 1319,6 = V_{el,T,Rd} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 14,99\% \leq 100,00\%$$

Posouzení ohybového momentu:

$$M_{ed,y} = 127,32 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy y}$$

$$M_{ed,z} = 111,52 \text{ kNm} \quad \text{-ohybový moment okolo osy z}$$

$$M_{Rd} = W_{pl} f_y / \gamma_{M0}$$

$$M_{Rd,y} = 219,43 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy y}$$

$$M_{Rd,z} = 527,76 \text{ kNm} \quad \text{-moment únosnosti okolo osy z}$$

$$IM_{Ed,y} = 127,32 \leq 219,4 = M_{Rd,y} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 58,02\% \leq 100,00\%$$

$$IM_{Ed,z} = 111,52 \leq 527,8 = M_{Rd,z} \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 21,13\% \leq 100,00\%$$

Posouzení únosnosti při klopení:

$$M_{b,Rd} = \chi_{LT} W_{el,i} f_y / \gamma_{M0} \quad \text{-návrhový moment únosnosti nosníku při klopení}$$

křivka:	<b>d</b>	-	-křivka klopení
$\alpha_{LT}$	0,76	-	-součinitel imperfekce
L	1878	mm	-délka nosníku mezi body zajištěnými proti posunu kolmo z roviny
$k_y$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_z$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$k_w$	0,50	-	-součinitel vzpěrné délky
$C_{1,0}$	1,49	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_{1,1}$	1,75	-	-součinitel pro určení $C_1$
$C_1$	1,75	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_2$	0,08	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$C_3$	-1,20	-	-součinitel závisící na zatížení a podmínkách uložení
$z_g = z_a - z_s$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_a$	0	mm	-souřadnice působíště zatížení vzhledem ke středu smyku
$z_s$	0	mm	-souřadnice těžiště vzhledem k středu smyku
$h_f$	40	mm	-vzd.středů pásnic
$\psi_f$	1	-	

$$z_j = 0,45 \psi_f h_f$$

$$z_j = 0 \quad -$$

$$k_{wt} = \pi / k_w L \sqrt{EI_w / GI_t} \quad \text{-parametr kroucení}$$

$$k_{wt} = 1,92 \quad -$$

$$\zeta_g = \pi z_g / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad \text{-parametr působišť zatížení}$$

$$\zeta_g = 0,00$$

$$\zeta_j = \pi z_j / k_z L \sqrt{EI_z / GI_t} \quad \text{-parametr nesymetrie průřezu}$$

$$\zeta_j = 0,00 \quad -$$

$$\mu_{CR} = C_1 / k_2 [ \sqrt{1 + k_{wt}^2 + (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j)^2} - (C_2 \zeta_g - C_3 \zeta_j) ]$$

$$\mu_{CR} = 7,5786 \quad - \quad \text{-bezrozměrný kritický moment}$$

$$M_{CR} = \mu_{CR} (\pi \sqrt{EI_z GI_t}) / L \quad \text{-kritický moment}$$

$$M_{CR} = 226601,2 \quad \text{kNm}$$

$$\lambda_{LT} = \sqrt{W_{y_f} / M_{CR}} \quad \text{-poměrná štíhlost}$$

$$\lambda_{LT} = 0,0326 \quad -$$

$$\phi = 0,5 (1 + \alpha_{LT} (\lambda_{LT} - 0,2) + \lambda_{LT}^2)$$

$$\phi_{LT} = 0,4369 \quad -$$

$$\chi_{LT} = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$$

$$\chi_{LT} = 1,1459 \quad -$$

Hodnota součinitele klopení je vyšší než 1. Únosnost by se zvýšila, není nutné zavádět součinitel  $\chi_{LT}$ .

#### Únosnost při působení ohybu a osově síly:

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{yy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{yz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (a)$$

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + k_{zy} (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + k_{zz} (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1 \quad (b)$$

$$C_{my} = 0,8642 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$C_{mz} = 0,5170 \quad - \quad \text{-součinitel ekvivalentního konstantního momentu}$$

$$k_{yy} = C_{my} (1 + 0,6 \lambda_y N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{interakce}$$

$$k_{yy} = 0,66 \quad - \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{yz} = k_{zz} = 0,313 \quad - \quad \text{interakce}$$

$$k_{zy} = 0,8 k_{yy} \quad \text{interakce}$$

$$k_{zy} = 0,52888 \quad - \quad \text{-součinitel}$$

$$k_{zz} = C_{mz} (1 + 0,6 \lambda_z N_{Ed} / \chi N_{Rk} / \gamma_{M1}) \quad \text{interakce}$$

$$k_{zz} = 0,313 \quad -$$

Hodnoty interakčních součinitelů jsou nižší než 1. Jejich započítání by snižovalo účinky vnitřních sil při interakci. Z důvodu stáří konstrukce proto nejsou použity.

$$\sigma_{x,ed} = 0,88 \leq 1,0 \quad (a) \quad \text{VYHOVUJE}$$

$$\text{Využití: } 88,14\% \leq 100,00\%$$

Krajní svislíce vyhoví i při zdvihu mostu.

### 9.4.2.3 Vodící pylon

#### 9.4.2.3.1 Pylon

- Posuzovaný prvek: **Pylon**
- Umístění na konstrukci: Povodní strana
- Tvar průřezu: dutý, čtvercový

#### Vnitřní síly:

6.10 Vítr (kombinace pro zdvih) - Kombinace vyvolující největší účinek

N	V <sub>y</sub>	V <sub>z</sub>	M <sub>x</sub>	M <sub>y</sub>	M <sub>z</sub>
[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kNm]
17,90	147,96	-268,04	0	-1286,59	710,208

#### Charakteristiky průřezu:

Ocel	S355		-materiál
f <sub>y</sub> =	355	MPa	-mez kluzu
f <sub>u</sub> =	510	MPa	-mez pevnosti
E=	210 000	MPa	-Younguv modul pružnosti
G=	81 000	MPa	-modul pružnosti ve smyku
$\varepsilon = \sqrt{(235 \cdot 210\,000) / (f_y \cdot E)}$			-materiálový součinitel
$\varepsilon =$	0,814	-	
b=	500	mm	-šířka stěny
c <sub>w</sub> =	460	mm	-šířka vnitřní části stěny
t=	20	mm	-tloušťka stěny
L=	4800	mm	-délka pylonu
$\beta =$	2	-	-součinitel kritické délky
L <sub>cr,y</sub> =	9600	mm	-kritická délka y
L <sub>cr,z</sub> =	9600	mm	-kritická délka z
A=	47500	mm <sup>2</sup>	-plocha
W <sub>el,y</sub> =	7164600	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose y
W <sub>el,z</sub> =	7164600	mm <sup>3</sup>	-elastický průřezový modul k ose z
i <sub>y</sub> =	194	mm	-poloměr setrvačnosti k ose y
i <sub>z</sub> =	194	mm	-poloměr setrvačnosti k ose z



$I_y =$	1791100000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose y
$I_z =$	1791100000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti k ose z
$I_t =$	2630000000	mm <sup>4</sup>	-moment setrvačnosti v kroucení
$I_w =$	56276000000	mm <sup>6</sup>	-výšečový moment setrvačnosti

Zatřídění průřezu:

Stojina v tlaku

$$c_w / t_w = 23,00 \leq 26,8 = 33\epsilon$$

→ **Třída 1**

Průřez je posouzen elasticky.

Posouzení tlaku:

$N_{Ed} =$	17,90	kN	-osová síla
$N_{c,Rd} = Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová plastická únosnost plného průřezu
$N_{c,Rd} =$	16862,50	kN	

$IN_{Ed} =$	17,90	$\leq$	16862,5	$= N_{c,Rd}$	<b>VYHOVUJE</b>
Využití:	0,11%	$\leq$	100,00%		

Vzpěrná únosnost:

$N_{b,Rd} = \chi Af_y / \gamma_{M0}$			-návrhová vzpěrná únosnost tlačенého prutu
křivka:	<b>c</b>	-	-křivka vzpěrné pevnosti
$\alpha =$	<b>0,49</b>	-	-součinitel imperfekce

$\lambda_1 = 93,9\epsilon$

$\lambda_1 = 76,3986$  -

$L_{cr,y} = 9600$  mm -vzpěrná délka v rovině y

$L_{cr,z} = 9600$  mm -vzpěrná délka v rovině z

$\lambda = (L_{cr}/i) (1/\lambda_1)$  -poměrná štíhlost

$\lambda_y = 0,647715301$  - -poměrná štíhlost v rovině y

$\lambda_z = 0,647715301$  - -poměrná štíhlost rovině z

Dle (4) 6.3.1.2 4SN EN 1993-1-1 lze při hodnotě poměrné štíhlosti menší nebo rovno 0,2 účinky vzpěru zanedbat a posuzovat průřez pouze na prostý tlak.

$\phi = 0,5(1 + \alpha(\lambda - 0,2) + \lambda^2)$

$\phi_y = 0,819457804$  -

$\phi_z = 0,819457804$  -

$\chi = 1/(\phi + \sqrt{\phi^2 - \lambda^2})$  -součinitel vzpěrnosti

$\chi_y = 0,756755998$  - -součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose y

$\chi_z = 0,756755998$  - -součinitel vzpěrnosti pro vybočení kolmo k ose z

$N_{b,Rd} = \chi Af_y / \gamma_{M0}$

$N_{b,Rd,y} = 12760,80$  kN -vzpěrná únosnost tlačенého prutu pro vybočení v rovině nosníku

$N_{b,Rd,z} = 12760,80 \text{ kN}$  -vzpěrná únosnost tlačeního prutu pro vybočení z roviny nosníku

$IN_{Ed,l} = 17,90 \leq 12760,8 = N_{b,Rd,z}$   
 Využití:  $0,14\% \leq 100,00\%$

**VYHOVUJE**

**Posouzení smyku:**

$V_{ed,y} = 147,96 \text{ kN}$  -smyková síla ve směru osy y  
 $V_{ed,z} = -268,04 \text{ kN}$  -smyková síla ve směru osy z  
 $A_{v,y} = 19447 \text{ mm}^2$  -smyková plocha ve směru osy y  
 $A_{v,z} = 19447 \text{ mm}^2$  -smyková plocha ve směru osy z

$$V_{Rd} = A_v (f_y / \sqrt{3}) / \gamma_{M0}$$

$V_{Rd,y} = 3985,84 \text{ kN}$  -smyková únosnost ve směru osy y  
 $V_{Rd,z} = 3985,84 \text{ kN}$  -smyková únosnost ve směru osy z

$V_{Ed,y} = 147,96 \leq 3985,8 = V_{Rd,y}$   
 Využití:  $3,71\% \leq 100,00\%$

**VYHOVUJE**

$V_{Ed,z} = 268,04 \leq 3985,8 = V_{Rd,z}$   
 Využití:  $6,72\% \leq 100,00\%$

**VYHOVUJE**

Jedná se o **malý** smyk, není tedy uvažován vliv smyku na ohybovou únosnost.

**Posouzení ohybového momentu:**

$M_{ed,y} = -1286,59 \text{ kNm}$  -ohybový moment okolo osy y  
 $M_{ed,z} = 710,21 \text{ kNm}$  -ohybový moment okolo osy z  
 $M_{Rd} = W_{el} f_y / \gamma_{M0}$   
 $M_{Rd,y} = 2543,43 \text{ kNm}$  -moment únosnosti okolo osy y  
 $M_{Rd,z} = 2543,43 \text{ kNm}$  -moment únosnosti okolo osy z

$IM_{Ed,y,l} = 1286,59 \leq 2543,4 = M_{Rd,y}$   
 Využití:  $50,58\% \leq 100,00\%$

**VYHOVUJE**

$IM_{Ed,z,l} = 710,21 \leq 2543,4 = M_{Rd,z}$   
 Využití:  $27,92\% \leq 100,00\%$

**VYHOVUJE**

Čtvercová trubka je dvouose symetrická, průřez neklopí.

**Únosnost při působení ohybu a osové síly:**

Podmínky (4) 6.3.3 ČSN EN 1993-1-1.

$$N_{Ed} / A (f_y / \gamma_{M0}) + (M_{y,Ed} / W_{el,y} (f_y / \gamma_{M0})) + (M_{z,Ed} / W_{el,z} (f_y / \gamma_{M0})) \leq 1$$

$\sigma_{x,ed} = 0,79 \leq 1,0$   
 Využití:  $78,65\% \leq 100,00\%$

**VYHOVUJE**

9.4.2.3.2 Založení vodícího pylonu

Provedeno je posouzení kotevních šroubů a tlačené části betonu patky pylonu. Kompletní návrh uložení vodícího pylonu nebyl předmětem této práce. Předpokládána je patka silně vyztužená, s náběhy a kotevními šrouby.

**Návrh rozměrů patky**

Beton	C30/37	-materiál
$f_{ck}$ =	30 MPa	-pevnost v tlaku
$\gamma_c$ =	1,5 -	-součinitel spolehlivosti
$d$ =	850 mm	-uvažovaná šířka patky
$a$ =	150 mm	-vzdálenost šroubů od kraje patky
$b_p$ =	850 mm	-délka patky
$h$ =	600 mm	-výška patky

Započitatelné rozměry patky:

$a_1 = \min(3b; b+h; a)$

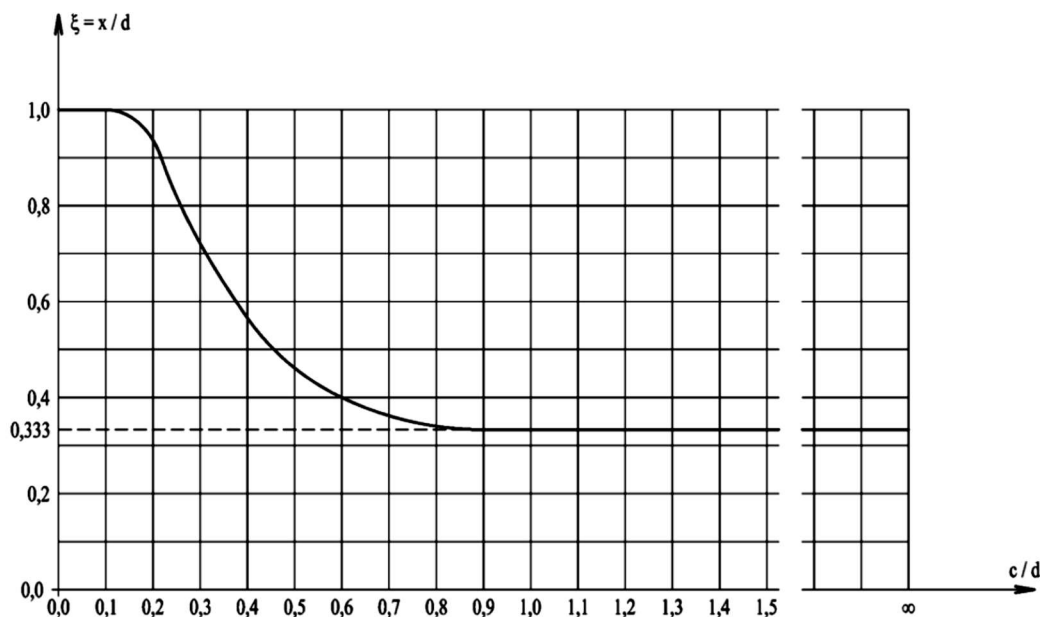
$a_1 = 850 \text{ mm}$

$b_1 = a_1 = 850 \text{ mm}$

$k_j = \sqrt{a_1 b_1 / a_0 b_0}$

$k_j = 1,70 \text{ - součinitel koncentrace napětí}$

Nejprve je stanovena síla v kotevních šroubech  $T_s$  a výslednice tlakového napětí v betonu  $T_c$ . Uvažováno je lineární rozdělení napětí. Určení šířky tlačené oblasti je provedeno s použitím následujícího diagramu. Ref.[15]



Obrázek 78 Graf pro určení šířky tlačené oblasti

$c = M_{y,Ed} / N_{Ed}$			
$c =$	71884,68	mm	
$n =$	4	ks	-počet šroubů na jedné straně pylonu
$c/d =$	84,57	-	
$\xi =$	0,333	-	-šířky tlačené oblasti
$x = \xi d$			-délka tlačené oblasti
$x =$	283,05	mm	
$c_0 = c + d/2 - a$			-rameno tlakové síly
$c_0 =$	72159,68	mm	
$r = d + a + x/3$			-vzdálenost výslednice tlakové síly a šroubů
$r =$	605,65	mm	
$T_c = N_{Ed} c_0 / r$			-výslednice tlaku v betonu
$T_c =$	2132,44	kN	
$Z = T_c - N$			-síla v kotevních šroubech
$Z =$	2114,54	kN	
<u>Maximální napětí v betonu:</u>			
$\sigma_{c,max} = 2 \cdot T_c / x \cdot b_p$			-napětí v betonu
$\sigma_{c,max} =$	17,73	MPa	

**Posouzení napětí v betonu:**

$f_{jd} = \beta_j k_j f_{ck} / \gamma_c$			
$f_{jd} =$	22,67	MPa	
$\sigma_{x,ed} =$	17,73	≤	22,67 = $f_{jd}$
Využití:	78,21%	≤	100,00%

**VYHOVUJE**Kotevní tahová síla na jeden šroub:

Uvažovaná tolerance kotvení je (+/-)50mm. Případné zvětšení kotevní síly šroubů díky excentricitě je uvažováno o 20%.

$$F_{t,Sd} = (Z/n) \cdot 1,2$$

$F_{t,Sd} =$	634,36	kN	-maximální uvažovaná síla na jeden šroub
--------------	--------	----	--

**Návrh kotevních šroubů:**-šroub s kotevní hlavou **M64x4**

$d =$	70	mm <sup>2</sup>	-průměr šroubu
$A_s =$	2851	mm <sup>2</sup>	-plocha jádra šroubu
$f_y =$	235	MPa	-mez kluzu
$f_y =$	360	MPa	-mez pevnosti
$\gamma_{M0} =$	1,0	-	-součinitel spolehlivosti

Porušení v místě řezaného závitu:

$$F_{t,Rd} = 0,85 \cdot (0,9 A_s f_u / \gamma_{M0})$$

$F_{t,Rd} =$	785,17	kN	
$F_{t,Sd} =$	634,36	≤	785,2 = $F_{t,Rd}$

**VYHOVUJE**

Využití: 80,79% ≤ 100,00%

Porušení v místě dříku:

$$F_{t,Rd} = A f_y / \gamma_{M0} =$$

$$F_{t,Rd} = 904,39 \text{ kN}$$

$$F_{t,Sd} = 634,36 \leq 904,4 = F_{t,Rd}$$

Využití: 70,14% ≤ 100,00%

**VYHOVUJE**

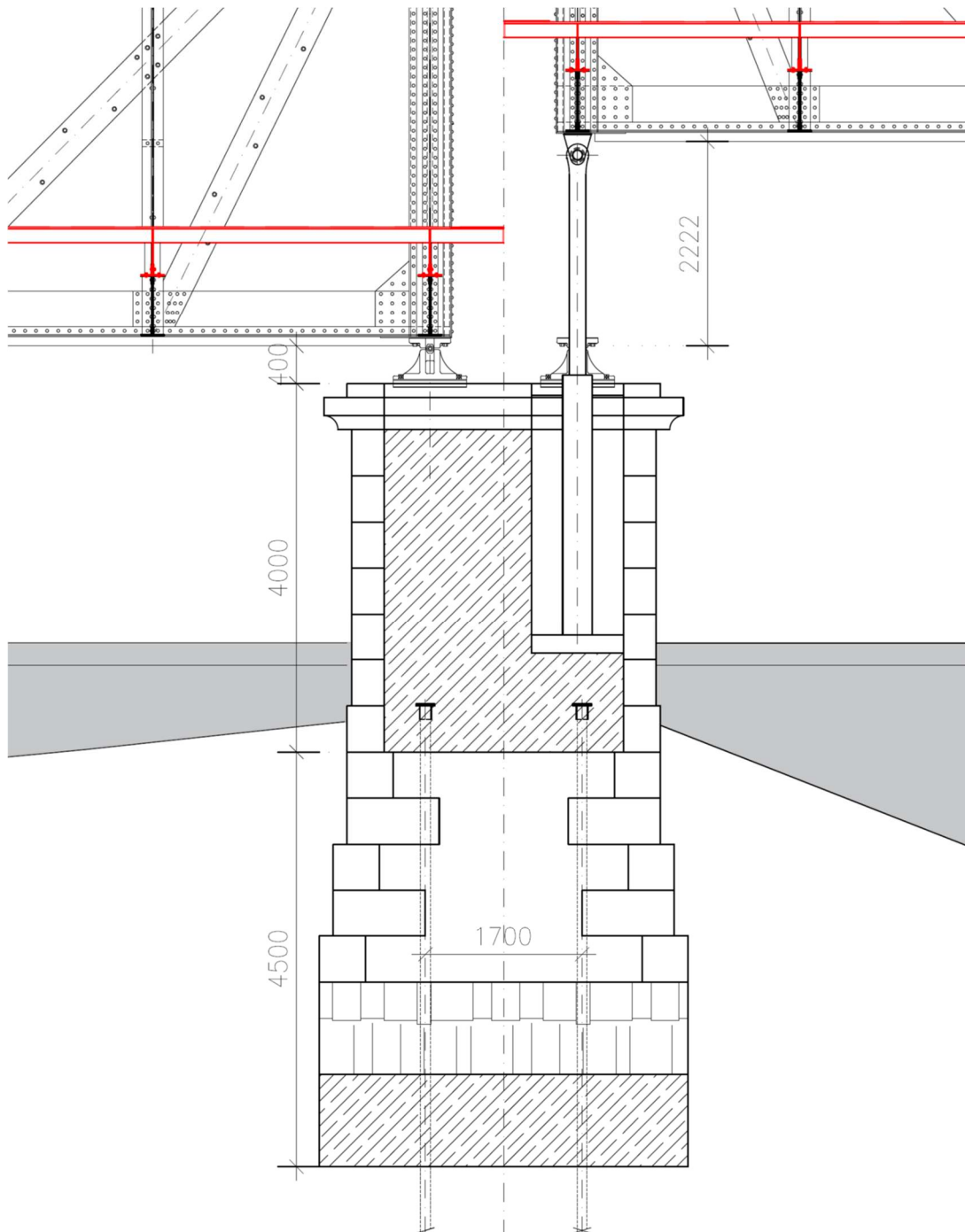
Rozhoduje únosnost řezaného závitu. Kotevní šrouby vyhoví.

Konstrukce mostu vyhoví i ve fázi zdvihu mostního pole. Posledním krokem statického výpočtu je provedení ověření založení.

## 10 Ověření založení

Ověřen je střední pilíř mostu, který je nejvíce zatíženou podporou. Předmětem této kapitoly je návrh a posouzení základu tvořeného mikropilotami. Uvažováno je následující rozdělení zatížení.

Na stávající plošné založení působí pouze vlastní tíha pilíře včetně nově vybudované ŽB části. Samotné mikropiloty pak přebírají všechna ostatní uvažovaná zatížení, včetně vodorovných.



Obrázek 79 Schéma středního pilíře

## 10.1 Rozbor zatížení

Hodnoty uvažovaných zatížení vycházejí ze zatěžovacích stavů použitých pro posouzení hlavní nosné konstrukce. Zatížení teplotou uvažováno není.

### 10.1.1 Stálé zatížení

#### 10.1.1.1 Vlastní tíha

V posouzení hlavní nosné konstrukce byla vlastní tíha generována výpočetním modelem. Pro posouzení založení je tato síla určena z výpočetního modelu jako součet reakcí v ložiscích středního pilíře.

$R_{z,n} =$	455,34 kN	-svíslá reakce v ložisku na návodní straně
$R_{z,p} =$	539,06 kN	-svíslá reakce v ložisku na povodní straně

#### 10.1.1.2 Ostatní stálé

$V_{tarco} =$	0,05 kN/m <sup>2</sup>	-rovnoměrné zatížení od přímopochozí izolace
$V_{zábradlí} =$	0,345 kN/m	-tíha zábradlí na 1m
$L =$	59,60 m	-délka jednoho pole
$b =$	7,00 m	-šířka mostu
$b_p =$	1,00 m	-šířka chodníku
$V = (V_{tarco}Lb + 2V_{zábradlí}L)$		-výslednice ostatního stálého zatížení na jedno pole
$V =$	61,98 kN	
$F_i = (R_{z,n} + R_{z,p}) + V/2$		-výslednice stálého zat. z jednoho pole na pilíř
$F_G =$	1025,39 kN	

### 10.1.2 Zatížení větrem

Uvažován je vítr v podélném směru. Účinky větru v příčném směru na spodní stavbu jsou vzhledem ke geometrii konstrukce a rozmístění mikropilot minimální.

$F_{w,y} =$	204,64 kN	-síla větru v podélném směru
$F_{w,y,pil} =$	39,43 kN	-síla větru v podélném směru na pilíř
$F_{w,y,r} =$	73,67 kN	-síla větru v podélném směru při max. rychlosti větru 15m/s
$F_{w,y,r,pil} =$	14,19 kN	-síla větru v podélném směru na pilíř při max. rychlosti větru 15m/s

Rozdíl účinků větru na pole v uzavřené a otevřené poloze je zohledněn zavedením excentricity působících sil.

### 10.1.3 Zatížení mostu jako lávky

#### Svislé zatížení:

$$q_{fk} = 5,00 \text{ kN/m}^2 \quad \text{-rovnoměrné zatížení chodci a cyklisty}$$

$$F_{lávka,s} = (q_{fk} L b) / 2$$

$$F_{lávka,s} = 1043 \text{ kN} \quad \text{-výslednice svislého zatížení chodci z jednoho pole na pilíř}$$

#### Vodorovné zatížení:

$$Q_{fik} = 3,50 \text{ kN/m} \quad \text{-vodorovná síla od zatížení lávky chodci a cyklisty}$$

$$F_{lávka,v} = (Q_{fik} L) / 2$$

$$F_{lávka,v} = 104,3 \text{ kN} \quad \text{-výslednice vodorovného zatížení chodci z jednoho pole na pilíř}$$

### 10.1.4 Zatížení mostu silniční dopravou

Rozmístění vozidel ve vozovce je libovolné. Konzervativně je uvažováno, že střední pilíř přenáší tíhu všech vozidel na mostě. Pro normální zatížitelnost jsou to dvě 22t vozidla a pro výhradní zatížitelnost je to jediné 40t vozidlo.

#### Svislé zatížení:

##### **Zatížení chodníků**

$$w_f = 2,5 \text{ kN/m}^2 \quad \text{-zatížení chodníků působící zároveň se zatížením silniční dopravou}$$

$$F_{z,chod} = (2w_f L) / 2$$

$$F_{z,chod} = 149 \text{ kN} \quad \text{-výslednice redukováného zatížení chodci z jednoho pole na pilíř}$$

##### **Normální zatížitelnost**

$$V_N = 220 \text{ kN} \quad \text{-tíha vozidla odpovídající normální zatížitelnosti pro zatěžovací třídu B}$$

$$F_{N,i} = 2V_N = 440 \text{ kN} \quad \text{-zatížení vozidly ve vozovce}$$

$$v_N = 4,13 \text{ kN/m}^2 \quad \text{-rovnoměrné zatížení ve vozovce}$$

$$F_{N,r} = (L (b - 2b_p) v_N) / 2$$

$$F_{N,r} = 614,625 \text{ kN} \quad \text{-výslednice rovnom. zatížení ve vozovce z jednoho pole na pilíř}$$

##### **Výhradní zatížitelnost**

$$V_R = 400 \text{ kN} \quad \text{-tíha vozidla odpovídající výhradní zatížitelnosti pro zatěžovací třídu B}$$

$$F_{R,i} = V_R = 400 \text{ kN} \quad \text{-zatížení vozidlem ve vozovce}$$



Vodorovné zatížení:

V obou případech soustředěného zatížení vozidly je uvažován přenos sil pouze středním pilířem. Stejně je tomu i u vodorovných sil.

**Normální zatížitelnost**

$F_{N,V} = Q_{Ink}$  -vodorovná síla od normální zatížitelnosti z 1 pole na pilíř

$F_{N,V} = 123,255 \text{ kN}$

**Výhradní zatížitelnost**

$F_{R,V} = Q_{Irk}$  -vodorovná síla od výhradní zatížitelnosti z 1 pole na pilíř

$F_{R,V} = 90 \text{ kN}$

## 10.2 Výpočet zatížení na mikropiloty

Zatížení v základové spáře:

$h_L =$	0,55 m	-výška ložiska
$e_L =$	0,80 m	-excentricita uložení ložiska
rozměry pilíře:		
$h =$	8,50 m	-výška pilíře od základové spáry
$h_{UP} =$	4,00 m	-výška úložného prahu
$h_D =$	4,50 m	-výška pilíře pod úložným prahem

Tabulka 13

Zatěžovací stavy		$F_i$ [kN]	$e$ [m] *	$M$ [kNm]	$N$ [kN]
ZS1	Stálé zatížení	1025,39	0,00	0,00	-1025,39
ZS2	Vítr na pole 1	204,64	9,05	1851,99	0,00
	(při zdvihu)	73,67	9,05	666,72	0,00
ZS3	Vítr na pole 2	204,64	9,05	1851,99	0,00
	(při zdvihu)	73,67	11,27	830,41	0,00
ZS4	Vítr na pilíř	39,43	7,09	279,52	0,00
	(při zdvihu)	14,19	7,09	100,63	0,00
ZS5	Zatížení lávky chodci	1043,00	0,80	834,40	-1043,00
ZS6	Vodorovné síly na lávce	104,30	8,90	928,27	0,00
ZS7	Zatížení chodníků (reduk. hodnota)	149,00	0,80	119,20	-149,00
ZS8	N.zatížitelnost - zatížení vozidly	440,00	0,80	352,00	-440,00
ZS9	N.zatížitelnost - rovnom. zatížení	614,63	0,80	491,70	-614,63
ZS10	N.zatížitelnost- Vodorovné síly	123,26	8,90	1096,97	0,00
ZS11	R.zatížitelnost -zatížení vozidlem	400,00	0,80	320,00	-400,00
ZS12	R.zatížitelnost - Vodorovné síly	90,00	8,90	801,00	0,00

\* rameno nebo excentricita síly vůči průřezu svislé osy pilíře a základové spáry

## 10.3 Kombinace

Kombinace pro posouzení mikropilotového základu jsou určeny podle rovnice 6.10 .

**rovnice 6.10:**

$$\sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Tabulka 14

**Kombinační součinitele:**

		$\gamma_{sup}$	$\gamma_{inf}$	$\psi_0$	$\psi_1$	$\psi_2$	$\delta = \delta_1$	$\delta = \delta_2$
<b>Stálá zatížení:</b>								
ZS1	Stálé zatížení	1,35	1,00	-	-	-	-	-
<b>Proměnná zatížení:</b>								
ZS2	Vítr na pole 1	1,50	0,00	0,60	0,20	0,00	-	-
ZS3	Vítr na pole 2	1,50	0,00	0,60	0,20	0,00	-	-
ZS4	Vítr na pilíř	1,50	0,00	0,60	0,20	0,00	-	-
<b>Provoz na lávce</b>		1,35	0,00	-	-	-		
ZS5	Zatížení lávky chodci	1,35	0,00	0,00	0,40	0,00	-	-
ZS6	Vod.síly ve směru y	1,35	0,00	0,00	0,40	0,00	-	-
<b>Silniční doprava pro zatížitelnost</b>		1,35	0,00					
ZS7	Zatížení chodníků	1,35	0,00	0,00	0,40	0,00	1,25	1,20
<b>• Normální</b>		-	-	0,75	0,75	-		
ZS8	N.zatížitelnost - zatížení vozidly	1,35	0,00	0,75	0,75	0,00	-	1,20
ZS9	N.zatížitelnost - rovnom. zatížení	1,35	0,00	0,75	0,75	0,00	-	1,20
ZS10	N.zat. - vod. Síly	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	-	1,20
<b>• Výhradní</b>		-	-	0,75	0,75	-		
ZS11	R.zatížitelnost - zatížení vozidlem	1,35	0,00	0,75	0,75	0,00	1,25	-
ZS12	R.zat. - vod. Síly	1,35	0,00	0,00	0,00	0,00	1,25	-

Tabulka 15 VÝSLEDNÉ KOMBINAČNÍ SOUČINITELE

	Hlavní proměnné zatížení:	Rovnom. zatížení lávky	Norm. zatíž. sestava n1	Norm. zatíž. sestava n2	Výhrad. zatíž. sestava r1	Výhrad. zatíž. sestava r2	Vítr na lávce	Vítr (silniční most n1)	Vítr (silniční most n2)	Vítr (silniční most r1)	Vítr (silniční most r2)
Číslo zat. stavu	Část Kombinace:	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10	6.10
	Mezní stav:	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti	Únosnosti
ZS1	Stálé zatížení	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$	$V_{sup} = 1,350$
ZS2	Vítr na pole 1	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$
ZS3	Vítr na pole 2	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$
ZS4	Vítr na pilíř	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} * \psi_0 = 0,900$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$	$V_{sup} = 1,500$
ZS5	Zatížení lávky chodci	$V_{sup} = 1,350$	-	-	-	-	$V_{sup} * \psi_0 = 0,000$	-	-	-	-
ZS6	Vodorovné síly na lávce	$V_{sup} = 1,350$	-	-	-	-	$V_{sup} * \psi_0 = 0,000$	-	-	-	-
ZS7	Zatížení chodníků (reduk. hodnota)	-	$V_{sup} * \delta_2 = 1,620$	-	$V_{sup} * \delta_1 = 1,688$	-	-	$V_{sup} \delta_2 \psi_0 = 0,000$	-	$V_{sup} \delta_1 \psi_0 = 0,000$	-
ZS8	N.zatížitelnost - zatížení vozidly	-	$V_{sup} * \delta_2 = 1,620$	$V_{sup} \delta_2 \psi_1 = 1,215$	-	-	-	$V_{sup} \delta_2 \psi_0 = 1,215$	$V_{sup} \delta_2 \psi_0 \psi_1 = 0,911$	-	-
ZS9	N.zatížitelnost - rovnom. zatížení	-	$V_{sup} * \delta_2 = 1,620$	$V_{sup} \delta_2 \psi_1 = 1,215$	-	-	-	$V_{sup} \delta_2 \psi_0 = 1,215$	$V_{sup} \delta_2 \psi_0 \psi_1 = 0,911$	-	-
ZS10	N.zatížitelnost - Vodorovné Síly	-	-	$V_{sup} * \delta_2 = 1,620$	-	-	-	-	$V_{sup} \delta_2 \psi_0 = 0,000$	-	-
ZS11	R.zatížitelnost -zatížení vozidlem	-	-	-	$V_{sup} * \delta_1 = 1,688$	$V_{sup} \delta_1 \psi_1 = 1,266$	-	-	-	$V_{sup} \delta_1 \psi_0 = 1,266$	$V_{sup} \delta_1 \psi_0 \psi_1 = 0,949$
ZS12	R.zatížitelnost - Vodorovné síly	-	-	-	-	$V_{sup} \delta_1 = 1,688$	-	-	-	-	$V_{sup} \delta_1 \psi_0 = 0,000$

Pomocí výsledných kombinačních součinitelů byly vytvořeny kombinace pro 3 různé stavy polohy a provoz na mostě. Kombinace značené těmito indexy  $K_z$ ,  $K_p$  a  $K_u$ .

$K_z$  je kombinace - zatížení při zdvihu (max. rychlost větru je omezena hodnotou 15m/s).  $K_p$  je kombinace zatížení pilíře v uzavřené poloze mostu, vozidla/chodci pouze v jednom poli (vítr o max. rychlosti 25m/s) a  $K_u$  je kombinace zatížení pilíře v uzavřené poloze mostu (plný provoz na mostě, vítr o max. rychlosti 25m/s).

10.3.1 Kombinace K<sub>z</sub>

Tabulka 16

Kombinace zatížení při zdvíhnutí (max. rychlost větru je omezena hodnotou 15m/s):  
 Vnitřní síly v základové spáře - zatížení na mikropiloty: [kN; kNm]

Číslo zat. stavu	Kombinace:	K <sub>1,1</sub>		K <sub>2,2</sub>		K <sub>3,3</sub>		K <sub>4,4</sub>		K <sub>5,5</sub>		K <sub>6,6</sub>		K <sub>7,7</sub>		K <sub>8,8</sub>		K <sub>9,9</sub>		K <sub>10,10</sub>	
		Rovnom. zatížení lavky		Norm. zatížení sestava n1		Norm. zatížení sestava n2		Výhrad. zatížení sestava r1		Výhrad. zatížení sestava r2		Vitr na lávce		Vitr (slinivční most n1)		Vitr (slinivční most n2)		Vitr (slinivční most r1)		Vitr (slinivční most r2)	
	Hlavní proměnné zatížení:	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M
	Jednotky:	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm	kN	kNm
ZS1*	Sklá s zatížení	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00
ZS2	Vitr na pole 1	0,00	600,05	0,00	600,05	0,00	600,05	0,00	600,05	0,00	600,05	0,00	1000,08	0,00	1000,08	0,00	1000,08	0,00	1000,08	0,00	1000,08
ZS3	Vitr na pole 2	0,00	747,37	0,00	747,37	0,00	747,37	0,00	747,37	0,00	747,37	0,00	1245,62	0,00	1245,62	0,00	1245,62	0,00	1245,62	0,00	1245,62
ZS4	Vitr na pilř	0,00	905,7	0,00	905,7	0,00	905,7	0,00	905,7	0,00	905,7	0,00	150,94	0,00	150,94	0,00	150,94	0,00	150,94	0,00	150,94
ZS5	Zatížení lavky chodci	-1408,05	1125,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS6	Vodorovné síly na lávce	0,00	1253,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS7	Zatížení chodčků (reduk. hodnota)	0,00	0,00	-241,38	193,10	0,00	0,00	-251,44	201,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS8	N.zatížitelnost - zatížení vozidly	0,00	0,00	-712,80	570,24	-534,60	427,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-534,60	427,68	-400,95	320,76	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS9	N.zatížitelnost - rovnom. zatížení	0,00	0,00	-995,69	796,55	-746,77	597,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-746,77	597,42	-560,08	448,06	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS10	N.zatížitelnost - Vodorovné síly	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1777,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS11	R.zatížitelnost - zatížení vozidlem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-675,00	540,00	-506,25	405,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-506,25	405,00	-379,69	303,75
ZS12	R.zatížitelnost - Vodorovné síly	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1351,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σ</b>	*ZS1 započítán 2krát, za pole 1 a 2)	<b>-4176,61</b>	<b>3817,59</b>	<b>-4718,43</b>	<b>2997,88</b>	<b>-4049,93</b>	<b>4240,17</b>	<b>-3695,00</b>	<b>2179,13</b>	<b>-3274,81</b>	<b>3194,67</b>	<b>-2768,56</b>	<b>2396,64</b>	<b>-4049,93</b>	<b>3421,73</b>	<b>-3729,59</b>	<b>3165,46</b>	<b>-3274,81</b>	<b>2801,64</b>	<b>-3148,25</b>	<b>2700,39</b>

10.3.2 Kombinace  $K_p$

Tabulka 17

Kombinace zatížení pilířů v uzavřené poloze mostu, vozidla/chodící pouze v jednom poli (vítr o max. rychlosti 25m/s):  
 Vnitřní síly v základové spáře - zatížení na mikropily: [kN; kNm]

Číslo zat. stavu	K <sub>p,1</sub>		K <sub>p,2</sub>		K <sub>p,3</sub>		K <sub>p,4</sub>		K <sub>p,5</sub>		K <sub>p,6</sub>		K <sub>p,7</sub>		K <sub>p,8</sub>		K <sub>p,9</sub>		K <sub>p,10</sub>	
	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M
ZS1*	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00
ZS2	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	2777,99	0,00	2777,99	0,00	2777,99	0,00	2777,99	0,00	2777,99
ZS3	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	2777,99	0,00	2777,99	0,00	2777,99	0,00	2777,99	0,00	2777,99
ZS4	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	419,28	0,00	419,28	0,00	419,28	0,00	419,28	0,00	419,28
ZS5	-1408,05	1126,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS6	0,00	1253,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS7	0,00	0,00	-241,38	193,10	0,00	0,00	-351,44	201,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS8	0,00	0,00	-712,80	570,24	-534,60	427,68	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-534,60	427,68	-400,95	320,76	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS9	0,00	0,00	-995,69	796,55	-746,77	597,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-746,77	597,42	-560,08	448,06	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1777,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
ZS11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-675,00	540,00	405,00	-506,25	405,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-506,25	405,00	-379,69	303,75
ZS12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1351,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σ</b>	<b>-4176,61</b>	<b>9964,76</b>	<b>-4718,43</b>	<b>5145,05</b>	<b>-4049,93</b>	<b>6387,34</b>	<b>-3695,00</b>	<b>4326,31</b>	<b>-3274,81</b>	<b>5341,84</b>	<b>-2766,56</b>	<b>5975,26</b>	<b>-4049,93</b>	<b>7000,35</b>	<b>-3729,59</b>	<b>6744,08</b>	<b>-3274,81</b>	<b>6380,26</b>	<b>-3146,25</b>	<b>6279,01</b>

10.3.3 Kombinace  $K_u$

Tabulka 18

Kombinace zatížení pilíře v uzavřené poloze mostu (plný provoz na mostě, vtr. o max. rychlosti 25m/s):

Číslo zat. stavu	Kombinace:	K <sub>v,1</sub>		K <sub>v,2</sub>		K <sub>v,3</sub>		K <sub>v,4</sub>		K <sub>v,5</sub>		K <sub>v,6</sub>		K <sub>v,7</sub>		K <sub>v,8</sub>		K <sub>v,9</sub>		K <sub>v,10</sub>			
		N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M
Z51*	Hlavní proměnné zatížení: Stálé zatížení	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00	-1384,28	0,00
Z52	Vitr na pole 1	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79
Z53	Vitr na pole 2	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79	0,00	1666,79
Z54	Vitr na pilíř	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57	0,00	251,57
Z55*	Zatížení lávky chodci	-1408,05	1126,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z56*	Vodorovné síly na lávce	0,00	1253,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z57*	Zatížení chodníků (reduk. hodnota)	0,00	0,00	-241,38	193,10	0,00	0,00	-251,44	201,15	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z58	N.zatížitelnost - zatížení vozidly	0,00	0,00	-712,80	570,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-534,60	427,68	-400,95	320,76	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z59*	N.zatížitelnost - rovnom. zatížení	0,00	0,00	-995,69	796,55	0,00	0,00	-746,77	597,42	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-746,77	597,42	-560,08	448,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z510	N.zatížitelnost - Vodorovné síly	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Z511	R.zatížitelnost - zatížení vozidlem	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-675,00	540,00	-506,25	405,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	-506,25	405,00	-379,69	303,75	0,00
Z512	R.zatížitelnost - Vodorovné síly	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1351,69	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σ</b>	*Z510/58/59 jsou započítány želez. zat. pole 1 a 2.)	-5584,66	8344,36	-5955,50	6134,71	-4796,70	6984,76	-3946,43	4527,46	-3274,81	5341,84	-2768,56	5975,26	-4796,70	7597,77	-4289,66	7192,14	-3274,81	6380,26	-3274,81	6380,26	-3148,25	6279,01

## 10.4 Rozdělení sil na mikropiloty

Tabulky. 19, 20, 21, 22, 23, 24

L= 1,70 m -vzájemná vzdálenost řad mikropilot

n= 10 ks -počet mikropilot v jedné řadě

Kombinace:		K <sub>z1</sub>	K <sub>z2</sub>	K <sub>z3</sub>	K <sub>z4</sub>	K <sub>z5</sub>
vnitřní síly v základové spáře:	M <sub>Ed</sub> [kNm]	3817,59	2997,88	4240,17	2179,13	3194,67
	N <sub>Ed</sub> [kN]	-4176,61	-4718,43	-4049,93	-3695,00	-3274,81
reakce na jednotlivé řady mikropilot:	R <sub>A</sub> [kN]	4333,94	4122,67	4519,18	3129,34	3516,62
	R <sub>B</sub> [kN]	-157,33	595,76	-469,25	565,66	-241,81
reakce na 1 mikropilotu:	R <sub>A,1</sub> [kN]	433,39	412,27	451,92	312,93	351,66
	R <sub>B,1</sub> [kN]	-15,73	59,58	-46,93	56,57	-24,18

Kombinace:		K <sub>z6</sub>	K <sub>z7</sub>	K <sub>z8</sub>	K <sub>z9</sub>	K <sub>z10</sub>
vnitřní síly v základové spáře:	M <sub>Ed</sub> [kNm]	2396,64	3421,73	3165,46	2801,64	2700,39
	N <sub>Ed</sub> [kN]	-2768,56	-4049,93	-3729,59	-3274,81	-3148,25
reakce na jednotlivé řady mikropilot:	R <sub>A</sub> [kN]	2794,07	4037,75	3726,83	3285,43	3162,59
	R <sub>B</sub> [kN]	-25,51	12,18	2,76	-10,62	-14,34
reakce na 1 mikropilotu:	R <sub>A,1</sub> [kN]	279,41	403,77	372,68	328,54	316,26
	R <sub>B,1</sub> [kN]	-2,55	1,22	0,28	-1,06	-1,43

Kombinace:		K <sub>p1</sub>	K <sub>p2</sub>	K <sub>p3</sub>	K <sub>p4</sub>	K <sub>p5</sub>
vnitřní síly v základové spáře:	M <sub>Ed</sub> [kNm]	5964,76	5145,05	6387,34	4326,31	5341,84
	N <sub>Ed</sub> [kN]	-4176,61	-4718,43	-4049,93	-3695,00	-3274,81
reakce na jednotlivé řady mikropilot:	R <sub>A</sub> [kN]	5596,99	5385,72	5782,22	4392,38	4779,66
	R <sub>B</sub> [kN]	-1420,38	-667,29	-1732,30	-697,39	-1504,86
reakce na 1 mikropilotu:	R <sub>A,1</sub> [kN]	559,70	538,57	578,22	439,24	477,97
	R <sub>B,1</sub> [kN]	-142,04	-66,73	-173,23	-69,74	-150,49

Kombinace:		K <sub>p6</sub>	K <sub>p7</sub>	K <sub>p8</sub>	K <sub>p9</sub>	K <sub>p10</sub>
vnitřní síly v základové spáře:	M <sub>Ed</sub> [kNm]	5975,26	7000,35	6744,08	6380,26	6279,01
	N <sub>Ed</sub> [kN]	-2768,56	-4049,93	-3729,59	-3274,81	-3148,25
reakce na jednotlivé řady mikropilot:	R <sub>A</sub> [kN]	4899,14	6142,82	5831,90	5390,50	5267,66
	R <sub>B</sub> [kN]	-2130,58	-2092,89	-2102,31	-2115,69	-2119,41
	R <sub>A,1</sub> [kN]	489,91	614,28	583,19	539,05	526,77



reakce na 1 mikropilotu:	$R_{B,1}$ [kN]	-213,06	-209,29	-210,23	-211,57	-211,94
--------------------------	----------------	---------	---------	---------	---------	---------

Kombinace:		$K_{u1}$	$K_{u2}$	$K_{u3}$	$K_{u4}$	$K_{u5}$
vnitřní síly v základové spáře:	$M_{Ed}$ [kNm]	8344,36	6134,71	6984,76	4527,46	5341,84
	$N_{Ed}$ [kN]	-5584,66	-5955,50	-4796,70	-3946,43	-3274,81
reakce na jednotlivé řady mikropilot:	$R_A$ [kN]	7700,78	6586,41	6507,03	4636,43	4779,66
	$R_B$ [kN]	-2116,12	-630,90	-1710,33	-689,99	-1504,86
reakce na 1 mikropilotu:	$R_{A,1}$ [kN]	770,08	658,64	650,70	463,64	477,97
	$R_{B,1}$ [kN]	-211,61	-63,09	-171,03	-69,00	-150,49

Kombinace:		$K_{u6}$	$K_{u7}$	$K_{u8}$	$K_{u9}$	$K_{u10}$
vnitřní síly v základové spáře:	$M_{Ed}$ [kNm]	5975,26	7597,77	7192,14	6380,26	6279,01
	$N_{Ed}$ [kN]	-2768,56	-4796,70	-4289,66	-3274,81	-3148,25
reakce na jednotlivé řady mikropilot:	$R_A$ [kN]	4899,14	6867,63	6375,50	5390,50	5267,66
	$R_B$ [kN]	-2130,58	-2070,93	-2085,84	-2115,69	-2119,41
reakce na 1 mikropilotu:	$R_{A,1}$ [kN]	489,91	686,76	637,55	539,05	526,77
	$R_{B,1}$ [kN]	-213,06	-207,09	-208,58	-211,57	-211,94

(Pozn.: Kladná reakce - tlačena mikropilota; Záporná reakce - tažena mikropilota)

#### 10.4.1 Největší kladná a záporná reakce na 1 mikropilotu

Kombinace:		$K_{u1}$	$K_{u6}=K_{p6}$
reakce na 1 mikropilotu:	$R_{A,1}$ [kN]	<b>770,08</b>	489,91
	$R_{B,1}$ [kN]	-211,61	<b>-213,06</b>

Největší záporná reakce byla zjištěna v kombinacích s použitím součinitele  $\gamma_{sup}$  pro nepříznivý účinek stálého zatížení. V tomto případě však vlastní tíha nosné konstrukce a ostatních nenosných částí pomáhá tažené mikropilotě, proto je použita kombinace se zavedením součinitele  $\gamma_{inf}$  (pro příznivý účinek stálého zatížení) ke zjištění největší záporné reakce v mikropilotě.

Tabulky. 25

	Kombinace:	K <sub>u6</sub> _Nmin		
	Hlavní proměnné zatížení:	Vítr na lávce		(součinitele)
Číslo zat. stavu	Vnitřní síly:	N	M	
	Jednotky:	kN	kNm	
ZS1*	Stálé zatížení	-1025,39	0,00	$\gamma_{inf}=1,000$
ZS2	Vítr na pole 1	0,00	2777,99	$\gamma_{sup}=1,500$
ZS3	Vítr na pole 2	0,00	2777,99	$\gamma_{sup}=1,500$
ZS4	Vítr na pilíř	0,00	419,28	$\gamma_{sup}=1,500$
ZS5*	Zatížení lávky chodci	0,00	0,00	$\gamma_{sup} * \psi_0=0,000$
ZS6*	Vodorovné síly na lávce	0,00	0,00	$\gamma_{sup} * \psi_0=0,000$
ZS7*	Zatížení chodníků (reduk. hodnota)	0,00	0,00	-
ZS8	N.zatížitelnost - zatížení vozidly	0,00	0,00	-
ZS9*	N.zatížitelnost - rovnom. zatížení	0,00	0,00	-
ZS10	N.zatížitelnost- Vodorovné síly	0,00	0,00	-
ZS11	R.zatížitelnost -zatížení vozidlem	0,00	0,00	-
ZS12	R.zatížitelnost - Vodorovné síly	0,00	0,00	-
<b>Σ</b>	<b>*( ZS1;5;6;7;9 jsou započítány 2krát, za pole 1 a 2 )</b>	<b>-2050,78</b>	<b>5975,26</b>	-

Tabulka. 26

Kombinace:		K <sub>v,6</sub> _N <sub>min</sub>
vnitřní síly v základové spáře:	M <sub>Ed</sub> [kNm]	5975,26
	N <sub>Ed</sub> [kN]	-2050,78
reakce na jednotlivé řady mikropilot:	R <sub>A</sub> [kN]	4540,25
	R <sub>B</sub> [kN]	-2489,47
reakce na 1 mikropilotu:	R <sub>A,1</sub> [kN]	454,03
	R <sub>B,1</sub> [kN]	-248,95

#### 10.4.2 Skutečná největší kladná a záporná reakce na 1 mikropilotu

Tabulka. 27

Kombinace:		K <sub>u1</sub>	K <sub>u6</sub> =K <sub>p6</sub>
reakce na 1 mikropilotu:	R <sub>A,1</sub> [kN]	<b>770,08</b>	454,03
	R <sub>B,1</sub> [kN]	-211,61	<b>-248,95</b>

#### 10.5 Posouzení mikropilotového založení

Mikropiloty byly posouzeny v programu GEO5-Mikropilota

Návrhové zatížení na mikropilotu:

N <sub>Ed,max</sub> =	248,95 kN	-tažená mikropilota
N <sub>Ed,min</sub> =	-770,08 kN	-tlačená mikropilota

Mikropiloty jsou navrženy ve dvou řadách po 10-ti kusech. Osová vzdálenost řad mikropilot je 1,70m.

Podloží pod základem tvoří mírně zvětralá rula.

Navržený průřez mikropiloty je TR108/16, Velikost průměru kořene je předpokládána 0,20m.

Mikropiloty budou vrtány po odbourání horní části pilíře. Vrtání bude provedeno 3m pod úroveň stávající základové spáry, což bude rovněž délka kořene mikropiloty.

10.5.1 Protokol o posouzení z programu GEO5-Mikropilota

**Výpočet Mikropiloty**

**Vstupní data**

**Projekt**

Akce : Týn nad Vltavou  
Datum : 20.12.2017

**Nastavení**

Standardní - EN 1997 - DA2

**Materiály a normy**

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)  
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní  
Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)  
Díličí součinitel únosnosti ocelového průřezu :  $\gamma_{M0} = 1,00$

**Mikropiloty**

Výpočet únosnosti dříku : geometrická (Eulerova) metoda  
Výpočet únosnosti kořene : metoda Lizziho  
Metodika posouzení : mezní stavy

Součinitele redukce parametrů zemin			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{m\phi} =$	1,25	[-]
Součinitel redukce soudržnosti :	$\gamma_{mc} =$	1,40	[-]
Součinitel redukce kritické síly :	$\gamma_{mf} =$	1,00	[-]
Součinitel spolehlivosti cementové směsi :	$\gamma_{sc} =$	1,50	[-]
Součinitel spolehlivosti oceli :	$\gamma_{ss} =$	1,50	[-]
Součinitel redukce únosnosti kořene :	$\gamma_r =$	1,50	[-]

**Parametry zemin**

**Rula R3**

Objemová tíha :  $\gamma = 25,00 \text{ kN/m}^3$   
Úhel vnitřního tření :  $\phi_{ef} = 40,00^\circ$   
Soudržnost zeminy :  $c_{ef} = 2000,00 \text{ kPa}$   
Obj.tíha sat.zeminy :  $\gamma_{sat} = 25,00 \text{ kN/m}^3$

**Geometrie**

Průměr = 108,0 mm  
Tloušťka stěny = 16,0 mm  
Volná délka mikropiloty  $l = 5,00 \text{ m}$   
Délka kořene  $l_r = 3,00 \text{ m}$   
Průměr kořene  $d_r = 0,20 \text{ m}$   
Odklon mikropiloty od svislice  $\alpha = 0,00^\circ$   
Vysazení mikropiloty nad terén  $l_a = 0,50 \text{ m}$

**Materiál konstrukce**

Objemová tíha  $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$   
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

**Beton : Cementová směs (uživatelský)**

Válcová pevnost v tlaku  $f_{ck} = 25,00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E_{cm} = 30000,00 \text{ MPa}$

**Ocel konstrukční: Ocel (uživatelský)**

Mez kluzu  $f_y = 355,00 \text{ MPa}$   
Modul pružnosti  $E = 210000,00 \text{ MPa}$

**Geologický profil a přiřazení zemin**

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	Rula R3	

**Zatížení**

Číslo	Zatížení nové změna	Název	Síla N [kN]	Moment M [kNm]
1	Ano	Tlačená mikropilota	770,08	0,00
2	Ano	Tažená mikropilota	-248,95	0,00

**Posouzení čís. 1****Posouzení průřezu 1**

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejneprůznivějších zatěžovacích stavů.

**Posouzení vnitřní stability průřezu: geometrická (Eulerova) metoda**

Výpočet vzpěrné délky průřezu - uložení (kloub-kloub).

Modul reakce podloží  $E_p = 10,00 \text{ MN/m}^3$

Spočtený počet půlvln  $n = 2,06$

Vzpěrná délka  $l_{cr} = 2,23 \text{ m}$

Kritická normálová síla  $N_{crd} = 2190,82 \text{ kN}$

Maximální normálová síla  $N_{max} = 770,08 \text{ kN}$

**Vnitřní stabilita průřezu mikropiloty VYHOVUJE****Posouzení únosnosti spráženého průřezu:**

Průřez je nejvíce využit pro zatěžovací případ čís. 1

Plocha ideálního průřezu  $A_i = 5,27E+03 \text{ mm}^2$

Moment setrvačnosti ideálního průřezu  $J_i = 5,27E+06 \text{ mm}^4$

Štíhlost prutu  $\lambda = 70,626$

Součinitel vzpěrnosti  $\kappa = 0,752$

Napětí v oceli  $= 207,23 \text{ MPa}$

Výpočtová pevnost oceli  $= 236,67 \text{ MPa}$

**Sprážený průřez mikropiloty VYHOVUJE****Posouzení čís. 1****Posouzení kořene**

Způsob výpočtu - metoda Lizziho.

Součinitel vlivu průměru kořene  $= 0,85$

Průměrné mezní plášťové tření  $q_{sav} = 1000,00 \text{ kPa}$

**Posouzení tlačené mikropiloty**

Únosnost pláště mikropiloty  $R_s = 1602,21 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost kořene mikropiloty  $R_d = 1068,14 \text{ kN}$

Maximální normálová síla  $N_{max} = 770,08 \text{ kN}$

**Únosnost tlačené mikropiloty VYHOVUJE****Posouzení tažené mikropiloty**

Únosnost pláště mikropiloty  $R_s = 1602,21 \text{ kN}$

Výpočtová únosnost kořene mikropiloty  $R_d = 1068,14 \text{ kN}$

Maximální tahová síla  $N_{max} = 248,95 \text{ kN}$

**Únosnost tažené mikropiloty VYHOVUJE****Svislá únosnost mikropiloty VYHOVUJE**

## 11 Závěr

Variantní řešení mostu vyhovuje na zadaná zatížení během běžného provozu na mostě i během zdvihu mostního pole.

Pro splnění navrhovaného řešení musí být provedeno:

Stávající ŽB deska mostovky bude vybourána a nahrazena ocelovou ortotropní mostovkou varianty (a). Horní části podpor P2 a O3 budou nahrazeny úložným prahem, ve kterém budou uloženy technologie pro zdvih konstrukce. Na povrchu úložného prahu bude vztyčen a ukotven vodící pylon.

Svislice S1, S2, S3, S4, S16, S17, S18 a S19 budou zesíleny plechem tloušťky 10mm příčně uloženým mezi úhelníky, a to minimálně do poloviny výšky svislice od dolního pásu. Koncové příčníky budou v místě připojení hydraulických zvedáků zesíleny podporovou výztuhou. Dojde k zesílení krajní svislice. Toto zesílení bude konstrukčního rázu, sloužící pro napojení na vodící pylon pomocí krátké vodící kladky. Krajní svislice z hlediska namáhání zesílení nevyžadují.

Úložné prahy středního pilíře P2 a břehové opěry O3 budou zesíleny mikropilotami. Maximální rychlost, při které bude možné most zdvihát je omezena rychlostí 15m/s.

Uložení a napojení zdvižné technologie musí být navrženo s kvalifikovaným strojním inženýrem. Detaily připojení vodícího pylonu a zdvižné technologie nebyly předmětem této práce.