









Operační program
Doprava



Evropská unie
Investice do vaší budoucnosti
Fond soudržnosti

				číslo soupravy
č. změny	datum	popis a zdůvodnění	podpis	

Odpov. projektant stavby  Ing. David Růža		STRABAG Rail a.s. Železničářská 1385/29 400 03 Ústí nad Labem - Střekov tel.: +420 475 300 111 e-mail: projekt.ul@strabag.com
Stavba Optimalizace traťového úseku Litoměřice d.n. (včetně) - Ústí n.L. Střekov (mimo)		Investor:  Stupeň: PD Datum: 01/2019

 dipont	DIPONT s.r.o. projektová a inženýrská činnost Klíšská 1432/18, 400 01 Ústí nad Labem, CZ E: dipont@dipont.cz T: 00420 475 201 724		Zakázka: D20023	Datum: 01/2021
ODP. PROJEKTANT SO ING. MARTIN PLŠEK 	VYPRACOVAL ING. NORBERT PELC 	TECHNICKÁ KONTROLA ING. PETR NOVÁK 	Účel PD: Měřítka: Formát:	PD
OBJEKT: SO 66-20-02 Silniční nadjezd v ev. km 418,610			Část: E.1.4	Paré:
PŘÍLOHA: STATICKÝ VÝPOČET			Příloha: 5	

1	Identifikační údaje stavby	2
2	Technická zpráva k výpočtu	3
2.1	Podklady	3
2.2	Základní údaje o objektu – navržené řešení	3
2.3	Předmět výpočtu	4
2.4	Geometrie konstrukce, materiály	4
2.4.1	Beton	4
2.4.2	Ocel- betonářská výztuž	4
2.4.3	Konstrukční ocel	4
2.4.4	Geometrie	5
2.5	Výpočetní model	5
2.6	Výpočetní pomůcky	5
2.7	Úplná identifikace autora statického výpočtu	5
3	Grafické přílohy statického výpočtu	6
4	Výpočet	8
4.1	Zatížení	8
4.1.1	Stálé zatížení	8
4.1.1.1	Vlastní tíha nosné konstrukce	8
4.1.1.2	Ostatní stálé zatížení	8
4.1.2	Zatížení dopravou	8
4.1.2.1	Model zatížení 1- LM1	8
4.1.2.2	Brzdné a rozjezdové síly	9
4.1.3	Zatížení rovnoměrnou složkou teploty	9
4.1.4	Kombinace zatížení	10
4.1.4.1	Mezní stavy únosnosti	10
4.1.5	Vnitřní síly	10
4.1.5.1	Mezní stav únosnosti- kombinace 6.10	10
4.2	Posouzení	12
4.2.1	Posouzení spřaženého nosníku na MSÚ	12
4.2.1.1	Ohybová únosnost pro kladný moment	12
4.2.1.2	Ohybová únosnost pro kladný moment	13
4.2.1.3	Únosnost ve smyku	13
5	Závěr	13

1 Identifikační údaje stavby

Název projektu:	Optimalizace traťového úseku Litoměřice d.n. (včetně) – Ústí n. L. Střekov (mimo)
Stavební objekt:	SO 66-20-02 Silniční nadjezd Libochovany v km 418,610
Stupeň dokumentace:	Přípravná dokumentace (PD)
Charakter stavby:	Optimalizace, liniová stavba
Odvětví:	Železniční doprava
Místo stavby:	Trat' Litoměřice dolní nádraží (včetně) – Ústí nad Labem Střekov (mimo)
Obec:	Litoměřice, Žalhostice, Velké Žernoseky, Libochovany, Církvice, Sebuzín, Ústí nad Labem
Katastrální území:	Litoměřice, Žalhostice, Velké Žernoseky, Libochovany, Církvice, Sebuzín, Brná nad Labem, Střekov
Kraj:	Ústecký
Objednatel:	Správa železnic, s.o. Dlážděná 1003/7 110 00 Praha 1 - Nové Město IČ: 70994234 DIČ: CZ 70994234
Zastoupený:	Správa železnic, s.o. Stavební správa západ se sídlem v Praze Sokolovská 278/1955 190 00 Praha 9
Zhotovitel dokumentace:	STRABAG Rail a.s. Železničářská 1385 400 03 Ústí nad Labem IČ:25429949
Zhotovitel SO:	DIPONT s.r.o. Klíšská 18 40001, Ústí nad Labem IČ: 28693094
Trat':	Kolín – Všetaty - Děčín
Trat'ový úsek:	1001 – Všetaty (mimo) – Děčín – P. Žleb (mimo) (včetně Děčín v. dol. n)
Definiční úsek	16 – Velké Žernoseky - Sebuzín
Stávající staničení (evid. km):	418,610 (staničení železniční trati v místě nadjezdu)

Nové staničení (km): **kolej 1 – 418,637 401**
Rychlost návrhová: **90 km/h (železniční trať)**
30 km/h (převáděná komunikace)

2 Technická zpráva k výpočtu

2.1 Podklady

Podklady pro zpracování přípravné dokumentace:

- Studie proveditelnosti „Studie proveditelnosti trati Kolín – Všetaty – Děčín“ – SUDOP PRAHA a.s. 09/2015
- Všechny platné související zákony, vyhlášky, předpisy, normy a vzorové listy

Geodetické podklady:

- Zaměření stávajícího stavu od SŽG. (ve formátu *.dgn, S-JTSK, Balt p.v.)
- Doměření stávajícího stavu – STRABAG Rail a.s. – 04/2017, 11/2020)
- Přehledné situace - rastry 1:10 000

Ostatní podklady:

- Fotodokumentace
- Porady k projektové dokumentaci

Dotčené normy a předpisy:

- Soustava materiálových a návrhových norem ČSN, ČSN EN
- Soustava norem TNŽ

2.2 Základní údaje o objektu – navržené řešení

<i>Druh nosné konstrukce:</i>	Desková nosná konstrukce vetknutá do opěr se zabetonovanými ocelovými vložkami HEB 600
<i>Popis spodní stavby včetně křídel:</i>	Polorámové stojky ze železobetonu. Křídla rovnoběžná ze železobetonu. Založení plošné na základových pasech ze železobetonu.
<i>Počet otvorů:</i>	1
<i>Délka přemostění:</i>	14,10 m (L 14,04m)
<i>Délka mostu</i>	37,65 m
<i>Rozpětí nosné konstrukce:</i>	15,10 m (L 15,04m)
<i>Stavební výška:</i>	0,87 m
<i>Komunikace na mostě:</i>	Dvouvrstvá živičná vozovka tl. 95 mm
<i>Volná výška pod mostem:</i>	6,33 m kolej 1 a 6,375 m kolej 2
<i>Světlost kolmá:</i>	14,04 m
<i>Úhel křížení s přemost. překážkou:</i>	85°
<i>Šířka mostu:</i>	7,85 m
<i>Volná šířka na mostě:</i>	7,25 m mezi zábradlími
<i>Zatížení::</i>	Dle ČSN EN 1992-1

Návrhová rychlost na mostě

Směrové poměry převáděné komunikace

Sklonové poměry převáděné komunikace

Přemostovaná překážka

Budoucí správce objektu

Zatížitelnost: $V_n = 32t$; $V_r = 80t$; $V_e = 180t$

30 km/h

Přímá

Vrcholový zakružovací oblouk o poloměru 200 m

Železniční dvojkolejná trať Kolín – Lysá nad Labem

Obec Libochovany

2.3 Předmět výpočtu

Předmětem statického výpočtu je nosná konstrukce silničního nadjezdu přes železniční trať. Nosná konstrukce je tvořena železobetonovým rámem bez spodní příčle. Horní příčel rámu je tvořena zabetonovanými nosníky. Nosná konstrukce bude posouzena na zatížení LM1, LM3 a LM4 s regulačním součinitelem α pro skupinu pozemních komunikací 2 dle ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí- část 2: Zatížení mostů dopravou.

2.4 Geometrie konstrukce, materiály

2.4.1 Beton

Jednotlivé betonové části konstrukce budou tvořeny typovým betonem dle ČSN EN 206+A1 a ČSN P 73 2404:

Část mostní konstrukce	třída dle ČSN P 73 2404
Podkladní beton	C12/15-X0
Podkladní beton dlažeb vč. patek	C25/30n
Základy	C25/30
Stojky a dříky křídel	C30/37
Nosná konstrukce, římsy	C30/37

2.4.2 Ocel- betonářská výztuž

Pro vyztužení všech železobetonových částí konstrukce mostu bude použita výztuž z oceli **B500B**. Svařitelnost je podle ČSN EN 1992-1-1 předpokládána, přičemž povolené postupy svařování jsou uvedeny v této normě s odvoláním na ČSN EN ISO 177601-1 a 177601-2 Svařování výztuže do betonu.

2.4.3 Konstrukční ocel

Pro tuhé vložky do nosné konstrukce bude použita ocel S355 J2+N dle ČSN EN 10025-2 s dokumentem kontroly 3.2.

Na prvky ochran proti dotyku bude použita ocel S235JR s dokumentem kontroly 2.2.

Ocelové konstrukce bude opatřena protikorozi ochranou. Na nosné konstrukci i zábradlí bude použit kombinovaný povlak ŽSP+ONS2 v nominální tl. 80-100 μm metalizace ZnAl + 200 μm nátěry.

2.4.4 Geometrie

Nosná konstrukce je tvořena železobetonovým polorámem se zabetonovanými nosníky. Světlost konstrukce je 14,1, délka nosné konstrukce je 16,1, šířka nosné konstrukce je 7,25 m.

2.5 Výpočetní model

Byl vytvořen prostorový deskostěnový model v programu SCIA engineer. Horní deska rámu je modelována jako ortotropní deska s vyšší tuhostí v podélném směru mostu, která odpovídá tuhosti spřaženého ocelobetonového průřezu.

2.6 Výpočetní pomůcky

Pro vypracování výpočtu byly použity tyto programy:

- MS OFFICE 2013, © Microsoft Corporation.
- SCIA Engineer 17

2.7 Úplná identifikace autora statického výpočtu

Ing. Norbert Pelc

Projektant – mosty a inženýrské konstrukce

Kontrola:

Ing. Martin Plšek

Projektant – mosty a inženýrské konstrukce



.....
Ing. Norbert Pelc



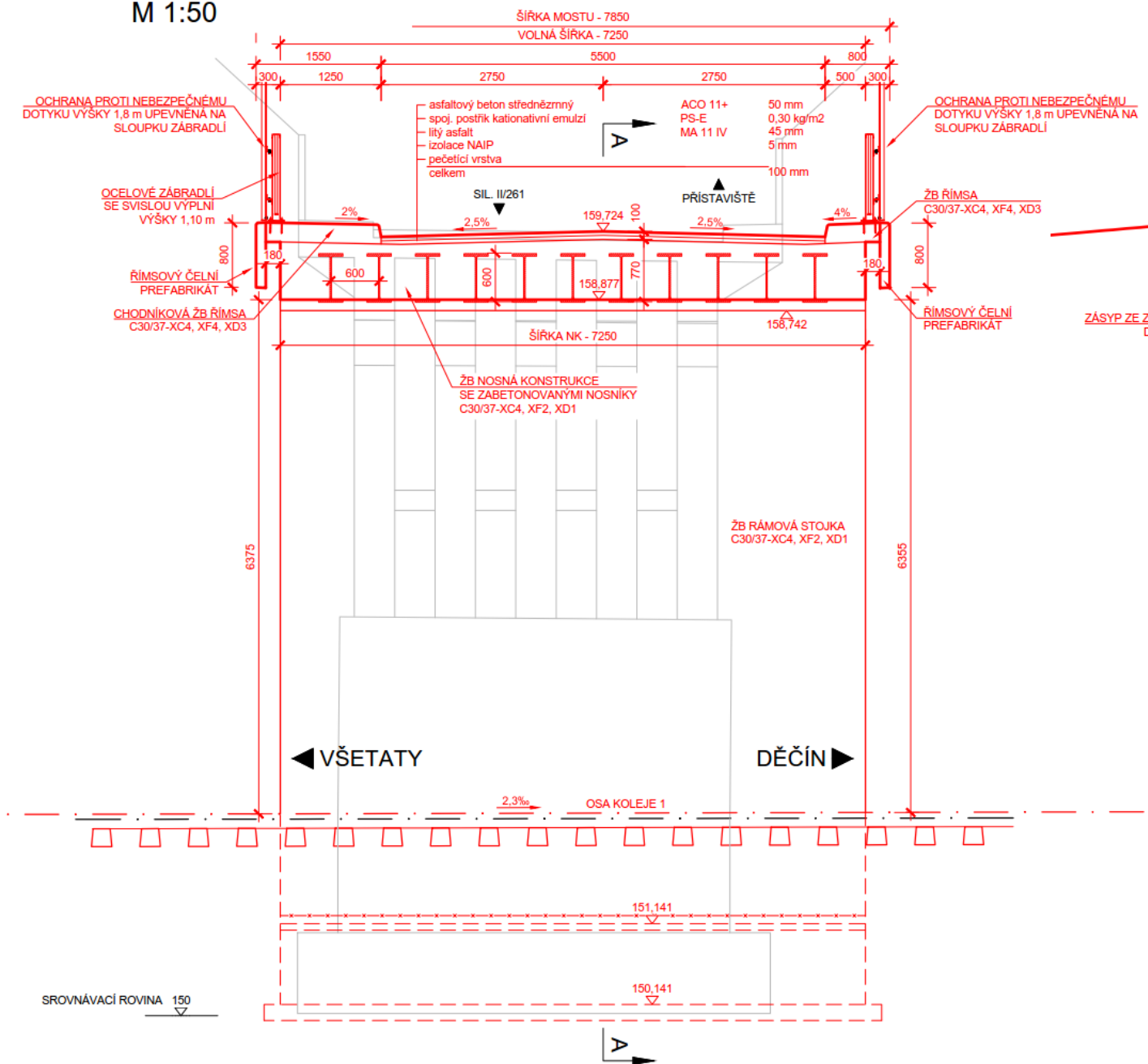
.....
Ing. Martin Plšek

V Ústí nad Labem, listopad 2020

3 Grafické přílohy statického výpočtu

PŘÍČNÝ ŘEZ B-B

M 1:50



Obrázek 1: Příčný řez

SO 66-20-02 Silniční nadjezd Libochovany v ev. km 418,610

4 Výpočet

4.1 Zatížení

Zatížení jsou uvažována dle EN 1991 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí.

4.1.1 Stálé zatížení

4.1.1.1 Vlastní tíha nosné konstrukce

Objemová tíha obyčejného betonu se uvažuje hodnotou $24,0 \text{ kN/m}^3$. Tato hodnota se zvětší o 1 kN/m^3 pro běžné procento vyztužení. Tíha desky je proto uvažována hodnotou $25,0 \text{ kN/m}^3$. Objemová tíha ocelové konstrukce se uvažuje hodnotou $78,5 \text{ kN/m}^3$.

4.1.1.2 Ostatní stálé zatížení

Skladba vozovky:	tl. vrstvy [m]	$\gamma \text{ [kN/m}^3\text{]}$	$g_i \text{ [kN/m}^2\text{]}$
asfaltový beton střednězrný ACO 11+	0,050	25	$0,05 \cdot 25 = 1,25 \text{ kN/m}^2$
litý asfalt	0,045	25	$0,045 \cdot 25 = 1,125 \text{ kN/m}^2$
izolace z natav. izolačních pásů	0,005	23	$0,005 \cdot 23 = 0,115 \text{ kN/m}^2$
CELKEM			$2,490 \text{ kN/m}^2$

$$\text{Římsy levá:} \quad 0,436 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 10,9 \text{ kN/m}$$

$$\text{Římsy pravá:} \quad 0,255 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 6,4 \text{ kN/m}$$

$$\text{Zábradlí+ ochrana proti dotyku:} \quad 1,2 \text{ kN/m}$$

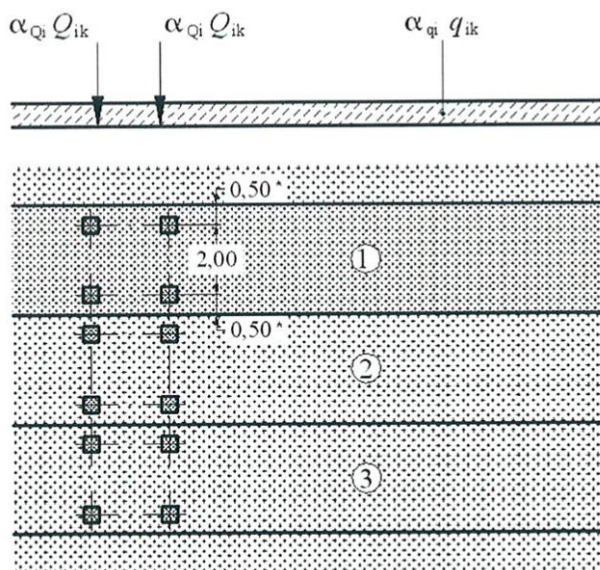
4.1.2 Zatížení dopravou

Šířka vozovky w mezi zvýšenými obrubami je 5,5 m. Na konstrukci budou umístěny 2 zatěžovací pruhy o šířce 2,75 m.

4.1.2.1 Model zatížení 1- LM1

Tabulka 4.2 – Model zatížení 1 – charakteristické hodnoty

Umístění	Dvojnáprava (TS)	Rovnoměrné zatížení (UDL)
	nápravové síly Q_{ik} (kN)	q_{ik} (nebo q_{rk}) (kN/m ²)
Pruh č. 1	300	9
Pruh č. 2	200	2,5
Pruh č. 3	100	2,5
Ostatní pruhy	0	2,5
Zbývající plocha (q_{rk})	0	2,5

Tabulka NA.1 – Hodnoty regulačních součinitelů α pro ČR

Skupina pozemních komunikací	α_{Q1}	α_{Q2}	α_{Q3}	α_{q1}	α_{q2}	$\alpha_{qi} (i > 2)$ a α_{qr}
1	1	1	1	1	2,4	1,2
2	0,8	0,8	0,8	0,45 ¹⁾	1,6	1,6

¹⁾ Rovnoměrné zatížení v zatěžovacím pruhu 1 je $0,45 \times 9,0 \text{ kN/m}^2 \sim 4 \text{ kN/m}^2$.

4.1.2.2 Brzdné a rozjezdové síly

Síla je stanovena dle kap. 4.4.1 v ČSN EN 1991-2, uvažována jako podélná síla působící v úrovni povrchu vozovky a zjednodušeně rovnoměrně rozložená po zatěžovací šířce. Může nabývat kladných i záporných hodnot. Rozjezdové síly se uvažují stejnou velikostí jako brzdné síly, ale v opačném směru. Charakteristická hodnota Q_{lk} pro celou šířku mostu:

$$Q_{lk} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,10 \cdot \alpha_{Q1} \cdot q_1 \cdot w_l \cdot L = 0,6 \cdot 0,8 \cdot (2 \cdot 300) + 0,1 \cdot 0,8 \cdot 9 \cdot 2,75 \cdot 16,1 = 319,878 \text{ kN}$$

$$180 \cdot \alpha_{Q1} = 144 \text{ kN} \leq 319,878 \text{ kN} \leq 900 \text{ kN}$$

$$q_{lk} = 319,878 \text{ kN} / (5,5 \cdot 16,1) = 3,61 \text{ kN/m}^2$$

4.1.3 Zatížení rovnoměrnou složkou teploty

typ nosné konstrukce mostu: 3. typ – betonová nosná konstrukce

výchozí teplota nosné konstrukce $T_0 = 10^\circ\text{C}$

maximální teplota vzduchu ve stínu: $T_{max} = 40^\circ\text{C}$

⇒ maximální rovnoměrná složka teploty mostu: $T_{e,max} = 42^\circ\text{C}$

minimální teplota vzduchu ve stínu: $T_{min} = -34^\circ\text{C}$

⇒ minimální rovnoměrná složka teploty mostu: $T_{e,min} = -27^\circ\text{C}$

charakteristická hodnota maximálního rozsahu teploty pro zkrácení mostu:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} = 10 + 27 = 37^\circ\text{C}$$

charakteristická hodnota maximálního rozsahu teploty pro prodloužení mostu:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 = 42 - 10 = 32^\circ\text{C}$$

4.1.4 Kombinace zatížení

4.1.4.1 Mezní stavy únosnosti

Dle EN 1990 se pro mezní stavy STR (vnitřní porucha nebo nadměrná deformace) použije následující kombinace zatížení.

$$6.10 \quad \sum \gamma_G G + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Hodnoty součinitelů zatížení

$\gamma_G = 1,35$ součinitel stálého zatížení

$\gamma_Q = 1,35$ součinitel zatížení pro silniční dopravu a chodníky

$\gamma_Q = 1,50$ součinitel zatížení pro další proměnná zatížení

4.1.5 Vnitřní síly

Pro přehledné zobrazení vnitřních sil na horní desce rámu byli v modelu konstrukce vytvořeny integrační pásy o šířce 0,58m. Vnitřní síly v desce jsou znázorněny jako na nosnících.

Vnitřní síly jsou zobrazeny na nejzatíženějším nosníku.

4.1.5.1 Mezní stav únosnosti- kombinace 6.10

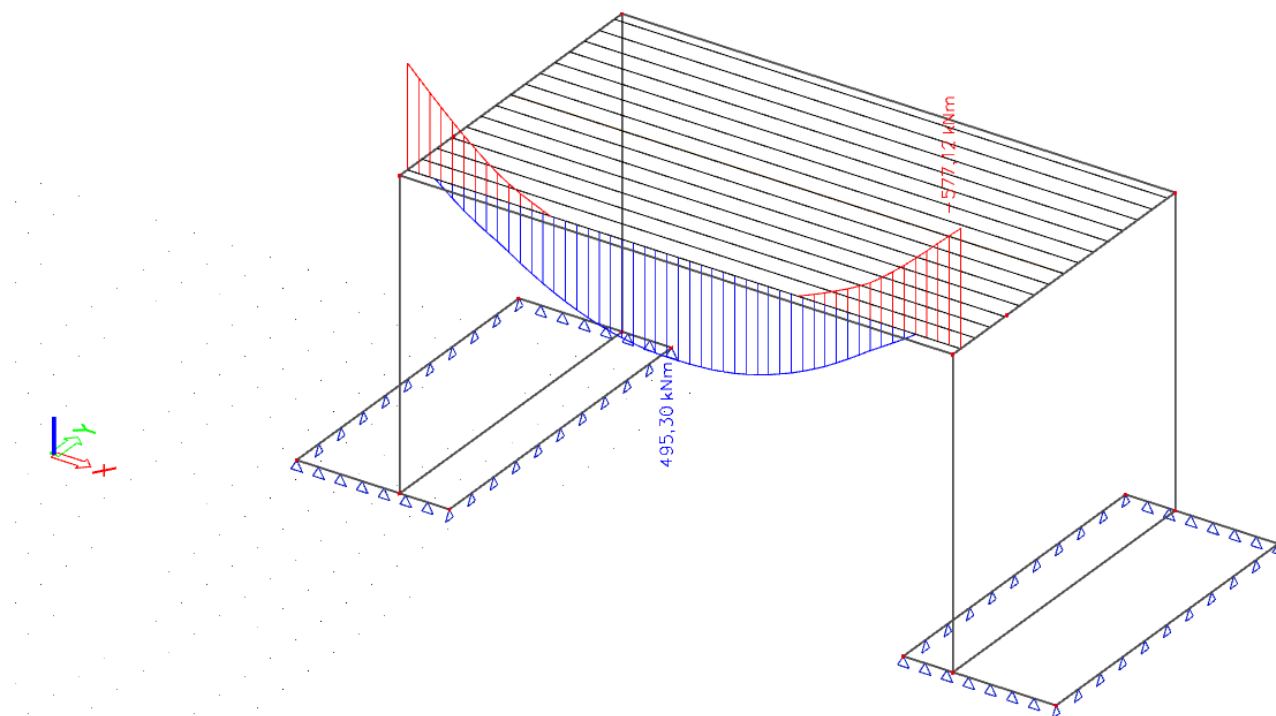
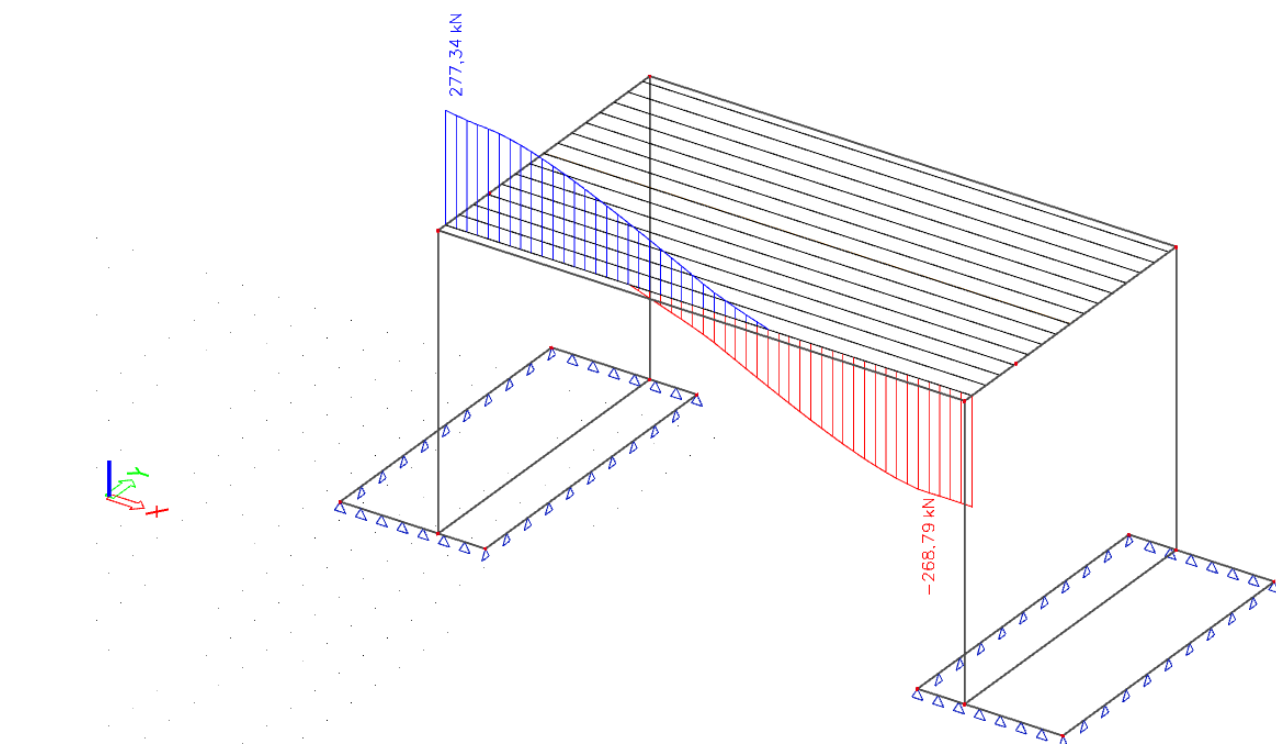
Vnitřní síly na prutu

Lineární výpočet, Extrém : Globální, Systém : Hlavní, Žebro / integrační pás

Výběr : CM1

Kombinace : 6.10

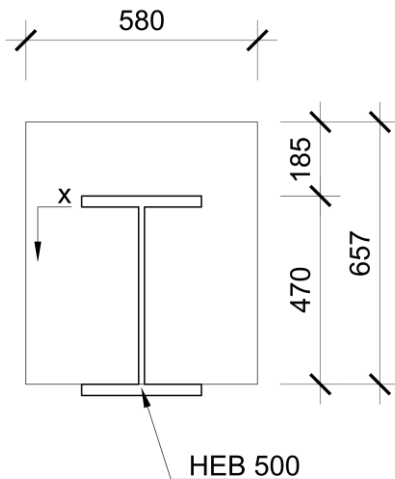
Dílec	dx [m]	Stav	Vz [kN]	My [kNm]
CM1	13,316	6.10/1	-268,79	-163,77
CM1	0,000	6.10/2	277,34	-282,58
CM1	14,500	6.10/3	-177,89	-577,12
CM1	6,806	6.10/4	5,37	495,30

Obrázek 3: max M_y Obrázek 4: max V_z

4.2 Posouzení

4.2.1 Posouzení spřaženého nosníku na MSÚ

4.2.1.1 Ohybová únosnost pro kladný moment



poloha neutrální osy:

předpoklad- n.o. ve stojně

$$A_a \cdot f_{yd} - b_f \cdot t_f \cdot f_{yd} - t_w \cdot x \cdot f_{yd} = (h_c + t_f + x) \cdot b_c \cdot f_{cd} + b_f \cdot t_f \cdot f_{yd} + t_w \cdot x \cdot f_{yd}$$

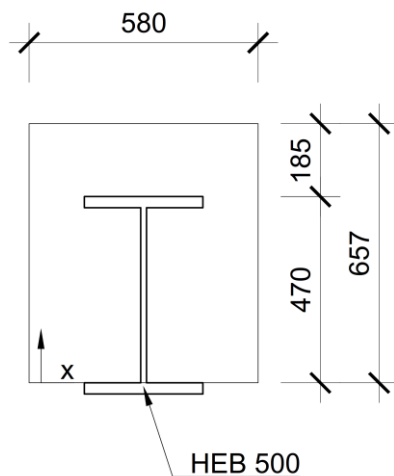
$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd} - 2 \cdot b_f \cdot t_f \cdot f_{yd} - (h_c + t_f) \cdot b_c \cdot f_{cd}}{2 \cdot t_w \cdot f_{yd} + b_c \cdot f_{cd}} = 20,1 \text{ mm}$$

⇒ **n.o. leží ve stojně**

momentová únosnost:

$$\begin{aligned}
 M_{Rd} &= \sum N \cdot r \\
 &= -A_a \cdot 250 \cdot 355 + 2 \cdot 20,1 \cdot 14,5 \cdot 462 \cdot 355 + 2 \cdot 28 \cdot 300 \cdot 486 \cdot 355 \\
 &\quad + (185 + 28 + 20,1) \cdot 580 \cdot 541 \cdot 17 = 2119,4 \times 10^6 \text{ Nmm} > 495,3 \text{ kNm}
 \end{aligned}$$

4.2.1.2 Ohybová únosnost pro kladný moment



poloha neutrální osy:

předpoklad- n.o. ve stojně

$$A_a \cdot f_{yd} - b_f \cdot t_f \cdot f_{yd} - t_w \cdot x \cdot f_{yd} = x \cdot b_c \cdot f_{cd} + b_f \cdot t_f \cdot f_{yd} + t_w \cdot x \cdot f_{yd}$$

$$x = \frac{A_a \cdot f_{yd} - 2 \cdot b_f \cdot t_f \cdot f_{yd}}{2 \cdot t_w \cdot f_{yd} + b_c \cdot f_{cd}} = 84 \text{ mm}$$

⇒ **n.o. leží ve stojně**

momentová únosnost:

$$M_{Rd} = \sum N \cdot r$$

$$= -A_a \cdot 250 \cdot 355 + 2 \cdot 84 \cdot 14,5 \cdot 430 \cdot 355 + 2 \cdot 28 \cdot 300 \cdot 486 \cdot 355 + 84 \cdot 580 \cdot 430 \cdot 17 = 1508,9 \times 10^6 \text{ Nmm} > 577,12 \text{ kNm}$$

4.2.1.3 Únosnost ve smyku

Únosnost stojiny ocelového nosníku:

$$V_{pl,Rd} = \frac{A_{vz} \cdot f_{yd}}{\sqrt{3}} = \frac{8982 \cdot 355}{\sqrt{3}} = 1840 \times 10^3 \text{ N} = 1840 \text{ kN} > V_{Ed} = 277 \text{ kN}$$

⇒ nosník vyhoví na posouvající sílu

$$0,5 V_{pl,Rd} = 920 \text{ kN} > V_{Ed} = 277 \text{ kN}$$

⇒ není potřeba posuzovat interakci a posouvající síly a ohybového momentu (velký smyk)

5 Závěr

Statickým výpočtem je ověřena dimenze horní desky rámové nosné konstrukce. V dalším stupni dokumentace je potřeba provést podrobný statický výpočet všech částí nosné konstrukce, posouzení mezních stavů použitelnosti a posouzení montážních stavů.