




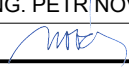
STAVBA:

JEZ NA OHŘI (KADAŇ - DOLNÍ)

OBJEDNATEL:



Povodí Ohře, státní podnik
Bezručova 4219
430 03 Chomutov

 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: D20003	Datum: 08/2021
ODP. PROJEKTANT SO ING. FRANTIŠEK KORTUS 	VYPRACOVAL ING. FRANTIŠEK KORTUS 	TECHNICKÁ KONTROLA ING. PETR NOVÁK 	Účel PD: Měřítko: Formát:	PDPS
OBJEKT: SO 04 - REKONSTRUKCE OBSLUŽNÉHO MOSTU			Část: D.4	Paré:
PŘÍLOHA: STATICKÝ VÝPOČET			Příloha: 7	

1	Identifikační údaje.....	2
1.1	Stavba.....	2
1.2	Údaje o žadateli.....	2
1.3	Správce mostu.....	2
1.4	Údaje o zpracovateli dokumentace SO 04.....	2
2	Technická zpráva k výpočtu.....	3
2.1	Základní údaje o objektu.....	3
2.2	Předmět výpočtu.....	3
2.3	Geometrie konstrukce, materiály.....	3
2.3.1	Beton.....	3
2.3.2	Ocel- betonářská výztuž.....	3
2.3.3	Geometrie.....	4
2.4	Výpočetní model.....	4
2.5	Výpočetní pomůcky.....	5
2.6	Úplná identifikace autora statického výpočtu.....	6
3	Grafické přílohy statického výpočtu.....	7
4	Výpočet.....	7
4.1	Zatížení.....	7
4.1.1	Zatížení stálé.....	7
4.1.2	Zatížení dopravou.....	8
4.2	Vnitřní síly.....	10
4.3	Návrh a posouzení nosné konstrukce.....	13
5	Závěr.....	19

1 Identifikační údaje

1.1 Stavba

<i>Stavba</i>	Jez na Ohři (Kadaň – dolní)
<i>Objekt</i>	SO 04 Rekonstrukce obslužného mostu
<i>Katastrální území</i>	Kadaň [661686]
<i>Obec</i>	Kadaň [563102]
<i>Kraj</i>	Ústecký kraj

1.2 Údaje o žadateli

<i>Název</i>	Povodí Ohře s.p.
<i>IČ</i>	70889988
<i>Adresa</i>	Bezručova 4219, 430 03 Chomutov

1.3 Správce mostu

<i>Název</i>	Povodí Ohře s.p.
<i>IČ</i>	70889988
<i>Adresa</i>	Bezručova 4219, 430 03 Chomutov

1.4 Údaje o zpracovateli dokumentace SO 04

<i>Název</i>	DIPONT s.r.o.
<i>IČ</i>	28693094
<i>Adresa</i>	Libouchec č. p. 505, 403 35 Libouchec doručovací: Klíšská 1432/18, 400 01 Ústí nad Labem
<i>Osoby s autorizací – SO 04</i>	Ing. Petr Novák autorizovaný inženýr v oboru mosty a inž. konstrukce č. autorizace: 0400623
<i>Odpovědný projektant objektu</i>	Ing. František Kortus projektant mosty a inž. konstrukce T: 475 201 724, E: kortus@dipont.cz

2 Technická zpráva k výpočtu

2.1 Základní údaje o objektu

Název mostu	Obslužný most
Stávající a nový vlastník objektu	Povodí Ohře s.p.
Správce mostu	Povodí Ohře s.p.
Převáděná komunikace	úcelová komunikace
Situování objektu	Stavba se nachází v intravilánu města Kadaň
Účel objektu	Trvalý most převádějící účelovou komunikaci přes šterkovou propust n jez Kadaň - dolní
Charakteristika mostu	Monolitická železobetonová desková konstrukce
Délka přemostění	6,72 m
Délka mostu	8,4 m
Rozpětí nosné konstrukce	7,46 m
Šikmost mostu	90° (kolmý most)
Šířka mostu	7,55 m
Výška mostu nad terénem	2,6 m
Stavební výška	0,5 m
Plocha nosné konstrukce	48,8 m ²
Zatížitelnost mostu	Vn=32t

2.2 Předmět výpočtu

Předmětem statického výpočtu je nosná konstrukce mostu přes šterkovou propust. Nosná konstrukce je tvořena železobetonovou monolitickou deskou uloženou na železobetonových úložných prazích s ozubem. Nosná konstrukce bude posouzena na zatížení dle ČSN EN 1991-2 Zatížení konstrukcí-část 2: Zatížení mostů dopravou.

2.3 Geometrie konstrukce, materiály

2.3.1 Beton

Jednotlivé betonové části konstrukce budou tvořeny typovým betonem dle ČSN EN 206-1+A1 (2018) a ČSN P 73 2404:

Nosná konstrukce i základové pasy budou zhotoveny z betonu C30/37

2.3.2 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.

2.3.3 Geometrie

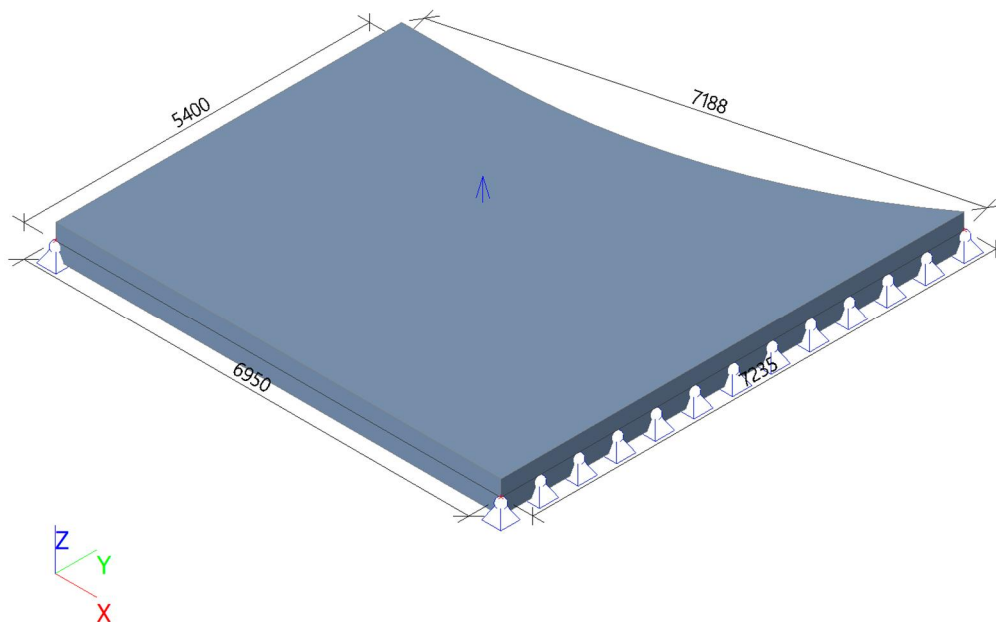
Nosná konstrukce je tvořena přímopojížděnou železobetonovou deskou. Délka přemostění je 6,72 m, rozpětí nosné konstrukce je 7,46 m, most se půdorysně rozšiřuje a má šířku 5,4 – 7,55 m.

Nosná konstrukce je tvořena přímo pojížděným monolitickým železobetonovým polorámem. Délka přemostění je 10,475 m, kolmí světlost mostu je 9,5 m, délka nosné konstrukce je 11,905 m, šířka mezi obrubami je 9,5 m. Tloušťka stojek nosné konstrukce je 0,65 m, příčle rámu má výšku 0,54-0,65 m – pro účely statického posouzení je uvažována střední výška příčle rámu 0,595 m v celé ploše. Most je založen hlubinně na pilotách o průměru 600 mm a délce 5 m piloty jsou opřené do skalního podloží.

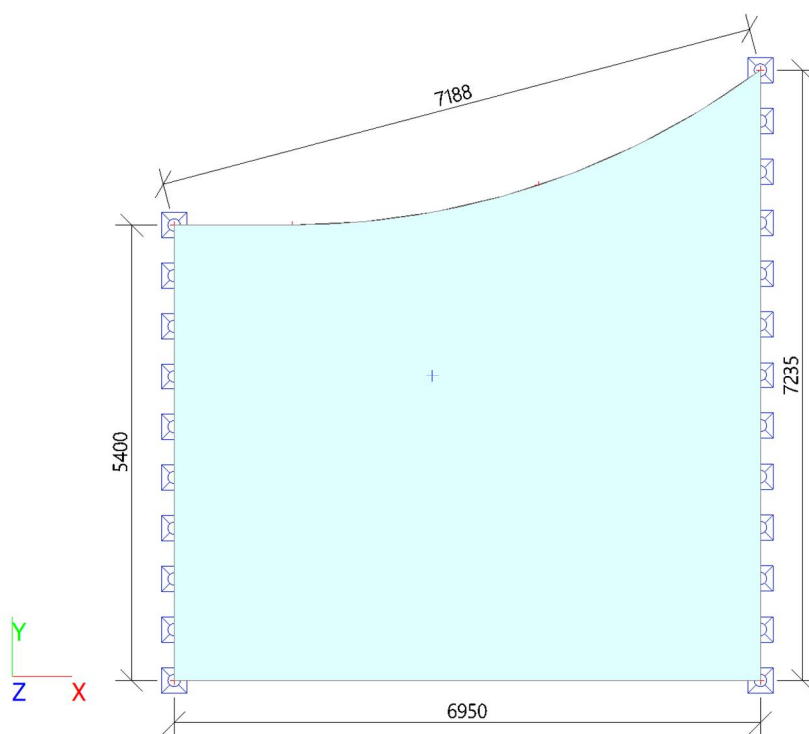
2.4 Výpočetní model

Byl vytvořen 2D deskový model v programu SCIA engineer. Geometrie a materiálové charakteristiky odpovídají navržené konstrukci.

Uložení konstrukce na je modelováno jako neposuvný kloub.



Obrázek 1: výpočtový model – axonometrie



Obrázek 2: výpočtový model - půdorys

2.5 Výpočetní pomůcky

Pro vypracování výpočtu byly použity tyto programy:

- MS OFFICE 2013, © Microsoft Corporation.
- SCIA Engineer 20
- GEO5, © Fine spol. s r.o.
- FIN EC – Beton, © Fine spol. s r.o.

2.6 Úplná identifikace autora statického výpočtu

Ing. František Kortus
Projektant – mosty a inženýrské konstrukce

Kontrola:
Ing. Martin Plšek
Projektant – mosty a inženýrské konstrukce



Ing. František Kortus



Ing. Martin Plšek

V Ústí nad Labem, srpen 2021

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. Objemová tíha železobetonové konstrukce je proto uvažována hodnotou $25,0 \text{ kN/m}^3$.

4.1.1.2 Ostatní stálé zatížení

Římsy: $0,34 \text{ m}^2 \cdot 25 \text{ kN/m}^3 = 8,5 \text{ kN/m}$

Zábradlí (odhad): $0,45 \text{ kN/m}$

CELKEM: $8,95 \text{ kN/m}$

4.1.2 Zatížení dopravou

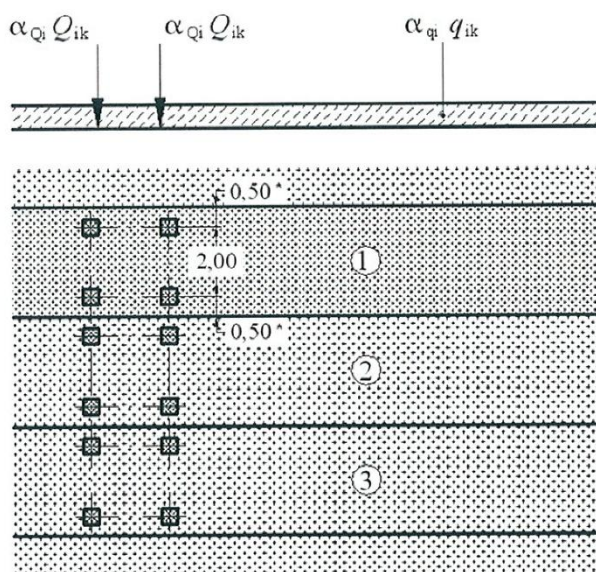
Most převádí účelovou komunikaci dle ČSN EN 1991-2 čl. NA.2.12 jsou použity součinitele α pro skupinu pozemních komunikací 2. Vzhledem k účelu mostu tomu že se nepředpokládá přepravování nadměrných nákladů pomocí zvláštních vozidel, npení na mostě uplatněno zatížení LM 3

Šířka vozovky mezi zvýšenými obrubami je $5,4 - 6,28 \text{ m}$. Na konstrukci tedy bude umístěn jeden zatěžovací pruh o šířce $3,0 \text{ m}$ a zbývající plocha šířky cca $2,4 - 3,28 \text{ m}$.

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 $0,45 \times 9,0 \text{ kN/m}^2 \sim 4 \text{ kN/m}^2$.

- Soustředěné zatížení od dvounápravy (TS)
 Regulační součinitel α_Q pro skupinu pozemních komunikací 2: $\alpha_{Qi} = 0,8$
 Nápravové síly:
 $Q_{1k} = 240 \text{ kN}$
 zbývajících pruh $Q_{rk} = 0 \text{ kN}$

- Rovnoměrné zatížení (UDL)
 Regulační součinitel α_q pro skupinu pozemních komunikací 2:
 $\alpha_{q1} = 0,45$
 $\alpha_{q2} = 1,6$
 $\alpha_{qr} = 1,6$
 Rovnoměrné zatížení:
 $q_{1k} = 4 \text{ kN/m}^2$
 q_{3k} a zbývajících pruh $q_{rk} = 4 \text{ kN/m}^2$

Kontaktní plocha každého kola se uvažuje jako čtverec o straně 0,4 m, kontaktní plocha je tedy $0,16 \text{ m}^2$.

Hodnoty plošného zatížení po roznosu působící síly na nosnou konstrukci:

$$Q_{TS1k} = \frac{240}{2 \cdot 0,16} = 750 \text{ kN/m}^2$$

4.1.2.2 Mezní stavy únosnosti

Dle EN 1990 se pro mezní stavy STR (vnitřní porucha nebo nadměrná deformace) a GEO (porucha nebo nadměrná deformace základové půdy) použijí následující kombinace zatížení.

$$(6.10): \sum \gamma_{G,j} G_{k,j} + \gamma_{Q,1} Q_{k,1} + \sum \gamma_{Q,i} \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

Hodnoty součinitelů zatížení a kombinace:

$\gamma_G = 1,35$ součinitel stálého zatížení

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

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

6.10	γ_G				γ_Q	ψ_0			γ_Q	ψ_0	
gr1a:	1,35	VL.TÍHA	OSTAT. STÁLÉ	+	1,35		UDL	+	1,35		LM1

4.1.2.3 Mezní stavy použitelnosti

a) Charakteristická kombinace

$$(6.14): \sum G_{k,j} + Q_{k,1} + \sum \psi_{0,i} Q_{k,i}$$

b) Kvazistálá kombinace

$$(6.16): \sum G_{k,j} + \sum \psi_{2,i} Q_{k,i}$$

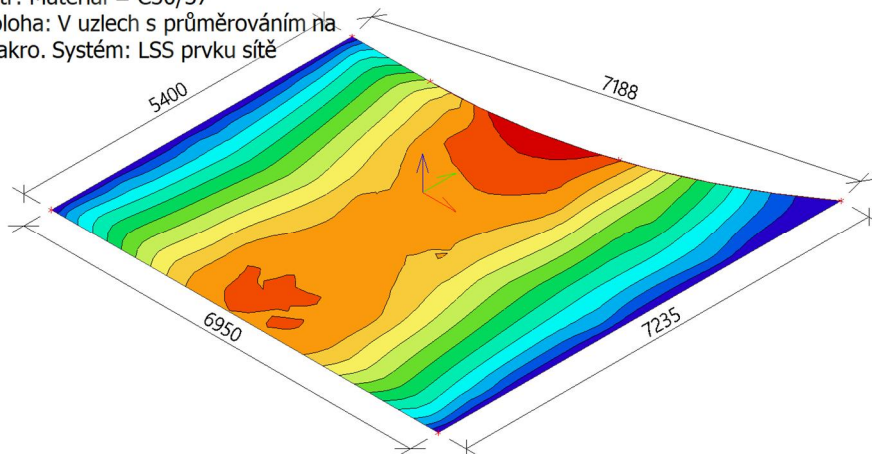
6.14	γ_G				γ_Q	ψ_0			γ_Q	ψ_0	
gr1a:	1	VL.TÍHA	OSTAT. STÁLÉ	+	1		UDL	+	1		LM1

6.16	γ_G				γ_Q	ψ_0			γ_Q	ψ_0	
gr1a:	1	VL.TÍHA	OSTAT.STÁLÉ	+	1	0	UDL	+	1	0	LM1

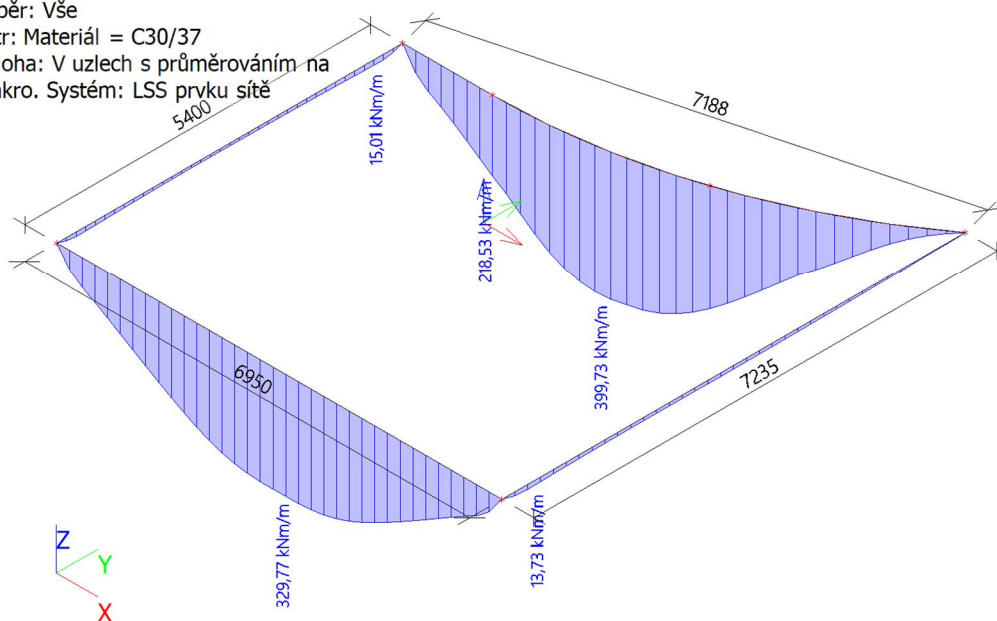
4.2 Vnitřní síly

Pro jednotlivé sestavy zatížení byly stanoveny vnitřní síly. Vnitřní síly jsou zobrazeny jako obalové křivky kombinací pro mezní stav únosnosti a mezní stavy použitelnosti. Železobetonový průřez bude posouzen v řezech s nejvyšší hodnotu vnitřní síl.

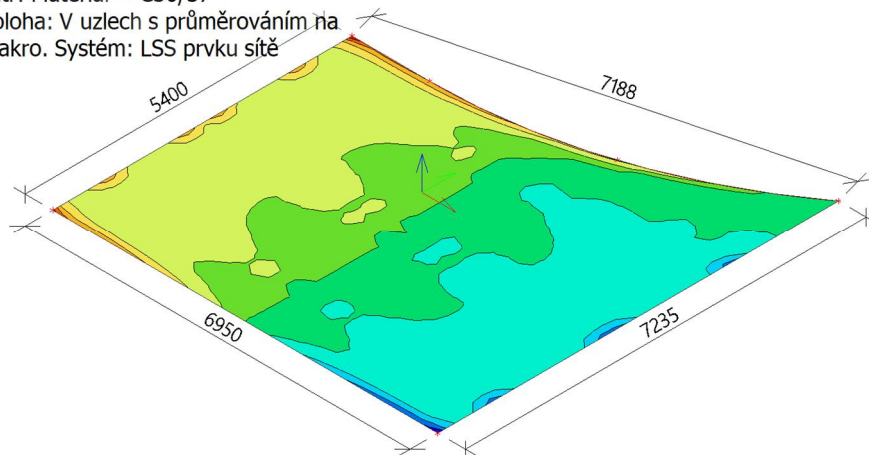
Hodnoty: **m_{x0}**-
 Lineární výpočet
 Kombinace: gr1a_6.10_MSÚ
 Extrém: Sít'
 Výběr: Vše
 Filtr: Materiál = C30/37
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



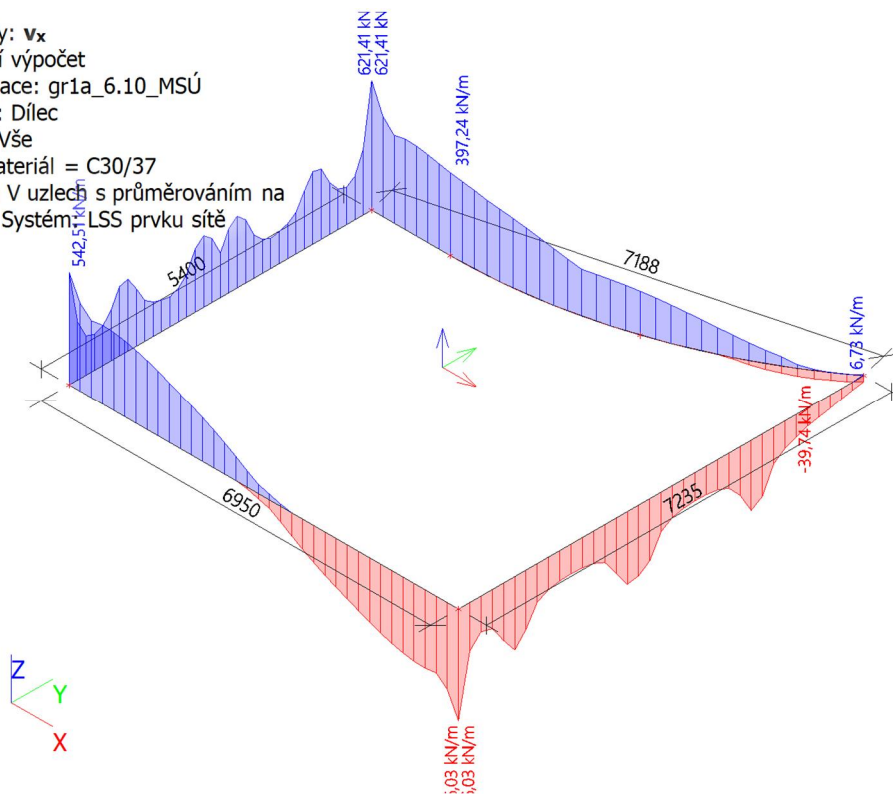
Hodnoty: **m_{x0}**-
 Lineární výpočet
 Kombinace: gr1a_6.10_MSÚ
 Extrém: Dílec
 Výběr: Vše
 Filtr: Materiál = C30/37
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



Hodnoty: v_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: gr1a_6.10_MSÚ
 Extrém: Dílec
 Výběr: Vše
 Filtr: Materiál = C30/37
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



Hodnoty: v_x
 Lineární výpočet
 Kombinace: gr1a_6.10_MSÚ
 Extrém: Dílec
 Výběr: Vše
 Filtr: Materiál = C30/37
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



4.3 Návrh a posouzení nosné konstrukce

Norma

Norma **EN 1992-1-1/Česko**.

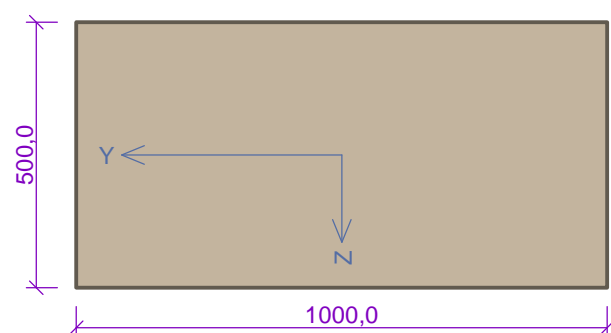
1 500_max M

1.1 Vstupní data

Typ prvku: deska

Prostředí: X0

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500B

$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

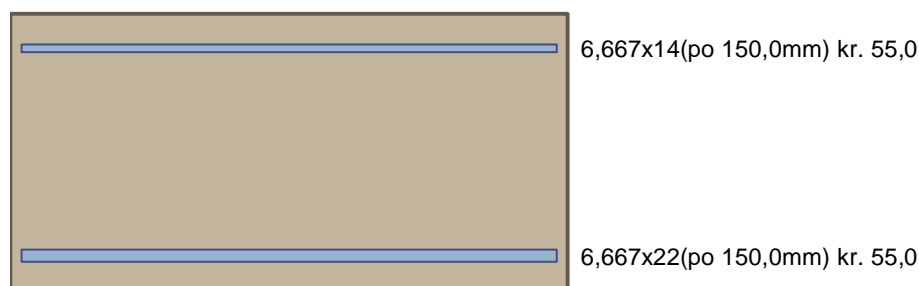
$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	399,73	236,75	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6,667	14	55,0	horní výztuž
6,667	22	55,0	dolní výztuž



S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Spony

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 300,0 mm; Střihy: 6

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(22; 10; 10) = 22 \text{ mm}$

$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 22 + 10 = 32 \text{ mm}$

1.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 522.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$y_t = 500 \text{ mm}$; $z_t = 246,8 \text{ mm}$

Moment setrvačnosti:

$I_y = 11,2.10^9 \text{ mm}^4$; $I_z = 43,5.10^9 \text{ mm}^4$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$S_{y,s} = 11,3.10^6 \text{ mm}^4$; $S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová (MSÚ)

$N=0,00\text{kN}$; $M_y=399,73\text{kNm}$; $V_z=236,75\text{kN}$

Podrobné posouzení OHYB: Zat. případ 1

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = A_{s,t} / (b_t \times d) = 2\,534 / (1000 \times 434) = 0,00584$$

$$\rho_s = A_s / A_c = 3\,560 / 500.10^3 = 0,00712$$

$$\rho_{s,min} = \max(0,26 \times f_{ctm} / f_{yk}; 0,0013) = \max(0,26 \times 2,9 / 500; 0,0013) = \max(0,00151; 0,0013) = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = A_{s,t} / A_c = 2\,534 / 500.10^3 = 0,00507$$

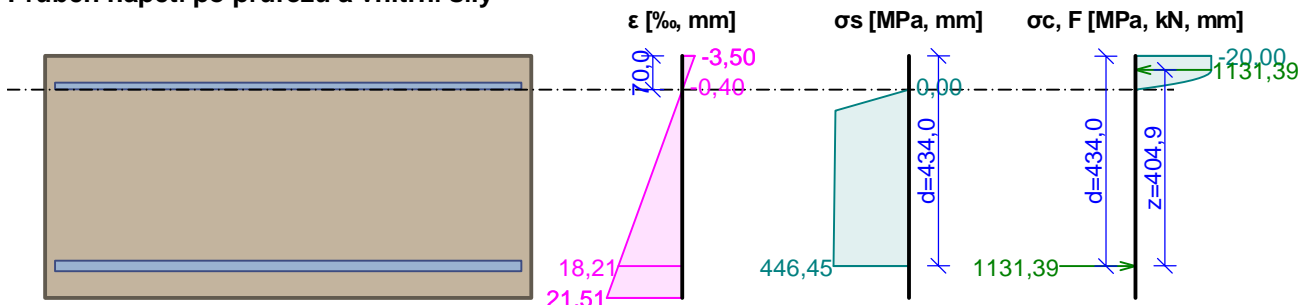
$$\rho_{s,min,CSN} = \max(0,0018 \times f_{yk} / 500; 0,0014) = \max(0,0018 \times 500 / 500; 0,0014) = \max(0,0018; 0,0014) = 0,0018$$

$$\rho_{s,t} = 0,00584 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00507 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00712 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Průběh napětí po průřezu a vnitřní síly



Deformace v krajních vláknech průřezu

Nejmenší deformace v betonu: -3,50 ‰

Největší deformace v betonu: 21,51 ‰

Nejmenší deformace ve výztuži: -0,40 ‰

Největší deformace ve výztuži: 18,21 ‰

Směr neutrálné osy: 0,00 °

Výška tlačené části průřezu: $x = 70,0 \text{ mm}$

Efektivní výška průřezu: $d = 434,0 \text{ mm}$

$$\xi = 0,16 \leq \xi_{max} = 0,58 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$M_{Edy} = 399,73 \leq M_{Rdy} = 458,13 \text{ kNm}$$

Posouzení průřezu na ohyb Vyhovuje

Využití: 87,3 %

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_w = A_{sw} / b_w / s = 301,6 / 1\,000 / 300 = 0,00101$$

$$\rho_{w,min} = 80 \times \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 80 \times \sqrt{30} / 500 = 0,000876$$

$$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00101 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků} \quad s_{l,max} = 328,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínků} \quad s_{t,max} = 657,0 \text{ mm}$$

Použit model náhradní příhradoviny

$$\text{Sklon tlačené diagonály} : \theta = 21,8^\circ$$

Únosnost betonu

$$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$$

$$k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 434)}; 2) = \min(1,679; 2) = 1,679$$

$$\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(2\,534 / (1\,000 \times 434); 0,02) = \min(0,00584; 0,02) = 0,00584$$

$$v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,679^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,417 \text{ MPa}$$

$$V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck}); v_{min}} \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,679 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00584 \times 30)}; 0,417) \times 1\,000 \times 434 = 227,1 \text{ kN}$$

Únosnost smykové výztuže

$$V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta = 301,6 / 300 \times 404,9 \times 434,8 \times 2,5 = 442,5 \text{ kN}$$

Únosnost tlakové diagonály

$$v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$$

$$V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 1\,000 \times 404,9 \times 0,528 \times 20 / (2,5 + 0,4) = 1\,474 \text{ kN}$$

Výsledná únosnost

$$V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(227,1; \min(1\,474; 442,5)) = \max(227,1; 442,10^3) = 442,5 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} = 236,8 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 442,5 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje

Využití: 53,5 %

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$$\rho_{s,t} = 0,00584 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$$

$$\rho_{s,t,CSN} = 0,00507 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00712 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00101 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínků} \quad s_{l,max} = 328,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínků} \quad s_{t,max} = 657,0 \text{ mm}$$

Posouzení mezního stavu únosnosti

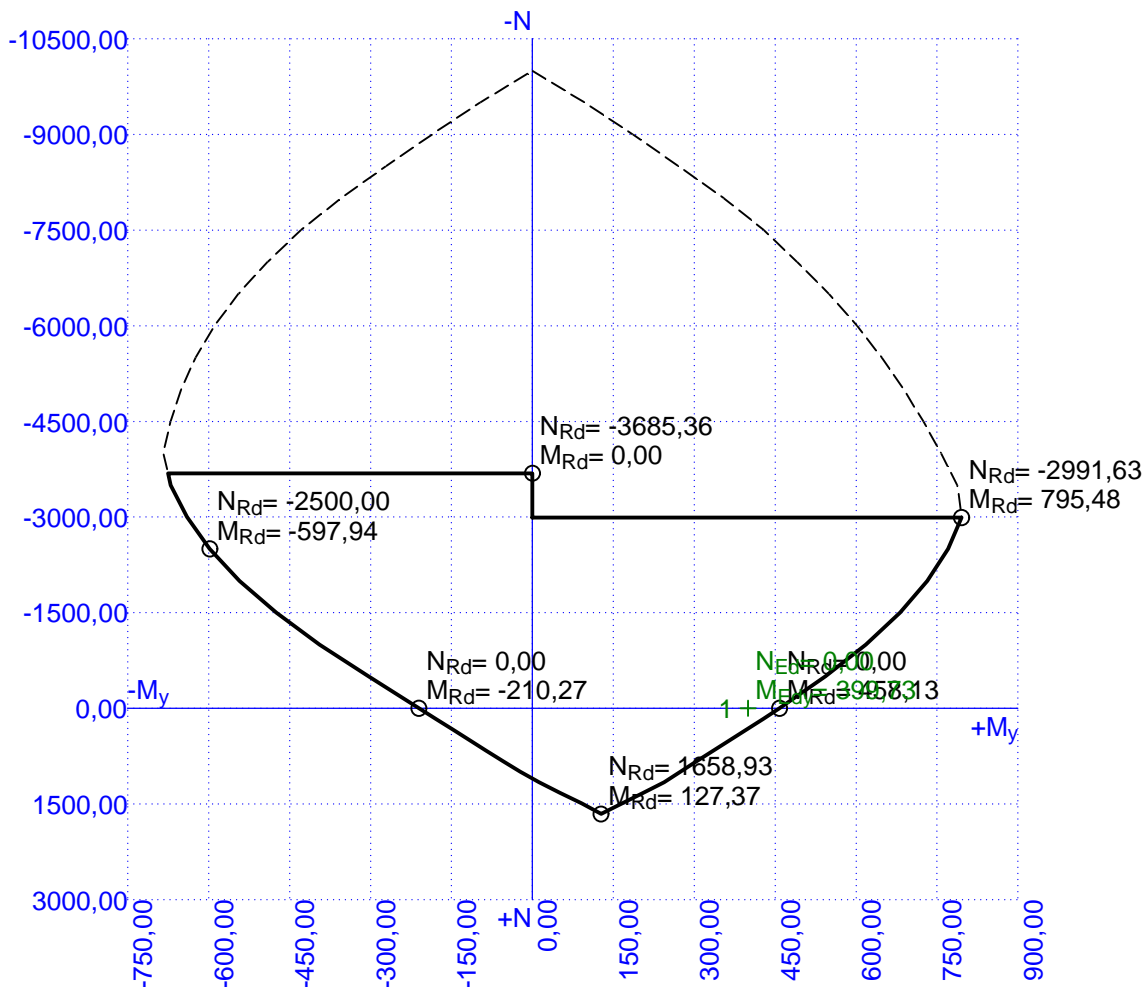
č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	399,73	458,13	236,75	442,47	87,3	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 87,3 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 87,3 %

Interakční diagram

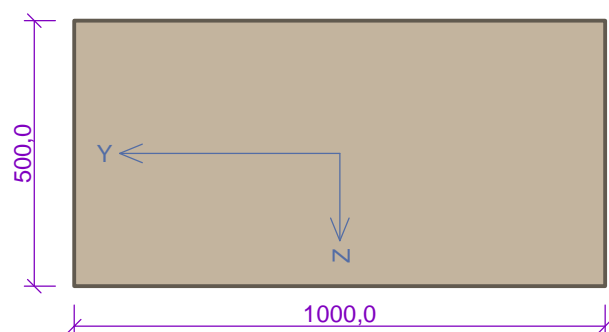


2 500_max V

2.1 Vstupní data

Typ prvku: deska
 Prostředí: X0

Průřez



Materiály

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0$ MPa; $f_{ctm} = 2,9$ MPa; $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: B500B

$f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

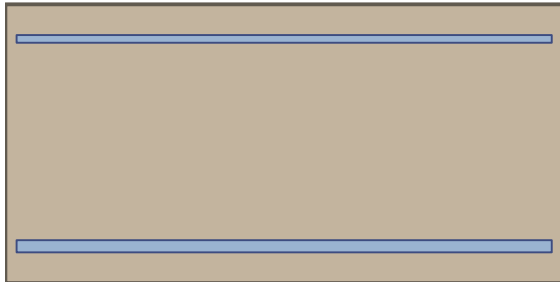
$f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	QP koef. [-]
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	621,41	1,000

Podélná výztuž

Počet	Profil [mm]	Krytí [mm]	Umístění
6,667	14	55,0	horní výztuž
6,667	22	55,0	dolní výztuž



6,667x14(po 150,0mm) kr. 55,0

6,667x22(po 150,0mm) kr. 55,0

S tlačnou výztuží není počítáno.

Smyková výztuž

Spony

Profil: 8 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 6

Minimální krytí

Třída konstrukce: S4

$$c_{min} = \max(c_{min,b}; c_{min,dur}; 10) = \max(22; 10; 10) = 22 \text{ mm}$$

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 22 + 10 = 32 \text{ mm}$$

2.2 Výsledky

Ideální průřez

Poměr tuhosti výztuže a betonu: $\alpha_e = 6,061$

Průřezová plocha: $A = 522.10^3 \text{ mm}^2$

Poloha těžiště (od levého spodního rohu obálky průřezu):

$$y_t = 500 \text{ mm}; z_t = 246,8 \text{ mm}$$

Moment setrvačnosti:

$$I_y = 11,2.10^9 \text{ mm}^4; I_z = 43,5.10^9 \text{ mm}^4$$

Statický moment výztuže vůči těžišti průřezu:

$$S_{y,s} = 11,3.10^6 \text{ mm}^4; S_{z,s} = 0 \text{ mm}^4$$

1: **Zat. případ 1** - základní návrhová (MSÚ)

$$N=0,00\text{kN}; M_y=0,00\text{kNm}; V_z=621,41\text{kN}$$

Podrobné posouzení SMYK: Zat. případ 1

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$$\rho_w = A_{sw} / b_w / s = 301,6 / 1\,000 / 150 = 0,00201$$

$$\rho_{w,min} = 80 \times \sqrt{f_{ck}} / f_{yk} = 80 \times \sqrt{30} / 500 = 0,000876$$

$$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00201 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost třmínek} \quad s_{l,max} = 328,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\text{Maximální vzdálenost větví třmínek} \quad s_{t,max} = 657,0 \text{ mm}$$

Použit model náhradní příhradoviny

Sklon tlačené diagonály : $\theta = 21,8^\circ$

Únosnost betonu

$C_{Rd,c} = 0,18 / \gamma_C = 0,18 / 1,5 = 0,12$
 $k = \min(1 + \sqrt{(200 / d)}; 2) = \min(1 + \sqrt{(200 / 438)}; 2) = \min(1,676; 2) = 1,676$
 $\rho_l = \min(A_{sl} / (b_w \times d); 0,02) = \min(2\,534 / (1\,000 \times 438); 0,02) = \min(0,00579; 0,02) = 0,00579$
 $v_{min} = 0,035 \times k^{1,5} \times \sqrt{f_{ck}} = 0,035 \times 1,676^{1,5} \times \sqrt{30} = 0,416 \text{ MPa}$
 $V_{Rdc} = \max(C_{Rd,c} \times k \times \sqrt[3]{(100 \times \rho_l \times f_{ck})}; v_{min}) \times b_w \times d = \max(0,12 \times 1,676 \times \sqrt[3]{(100 \times 0,00579 \times 30)}; 0,416) \times 1\,000 \times 438 = 228 \text{ kN}$
 Únosnost smykové výztuže
 $V_{Rds} = A_{sw} / s \times z \times f_{yd} \times \cot \theta = 301,6 / 150 \times 404,9 \times 434,8 \times 2,5 = 884,9 \text{ kN}$
 Únosnost tlakové diagonály
 $v_1 = 0,6 \times (1 - f_{ck} / 250) = 0,6 \times (1 - 30 / 250) = 0,528$
 $V_{Rdmax} = \alpha_{cw} \times b_w \times z \times v_1 \times f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) = 1 \times 1\,000 \times 404,9 \times 0,528 \times 20 / (2,5 + 0,4) = 1\,474 \text{ kN}$
 Výsledná únosnost
 $V_{Rd} = \max(V_{Rdc}; \min(V_{Rdmax}; V_{Rds})) = \max(228; \min(1\,474; 884,9)) = \max(228; 885,10^3) = 884,9 \text{ kN}$
 $V_{Ed} = 621,4 \text{ kN} \leq V_{Rd} = 884,9 \text{ kN} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$
Únosnost průřezu ve smyku Vyhovuje
 Využití: 70,2 %

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Deska (tažená výztuž - minimum, celková výztuž - maximum):

$\rho_{s,t} = 0,00584 \geq \rho_{s,min} = 0,00151$
 $\rho_{s,t,CSN} = 0,00507 \geq \rho_{s,min,CSN} = 0,0018 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$
 $\rho_s = 0,00712 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Stupeň vyztužení smykovou výztuží

$\rho_{w,min} = 0,000876 \leq \rho_w = 0,00201 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$
 Maximální vzdálenost třmíneků $s_{l,max} = 328,5 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$
 Maximální vzdálenost větví třmíneků $s_{t,max} = 657,0 \text{ mm}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

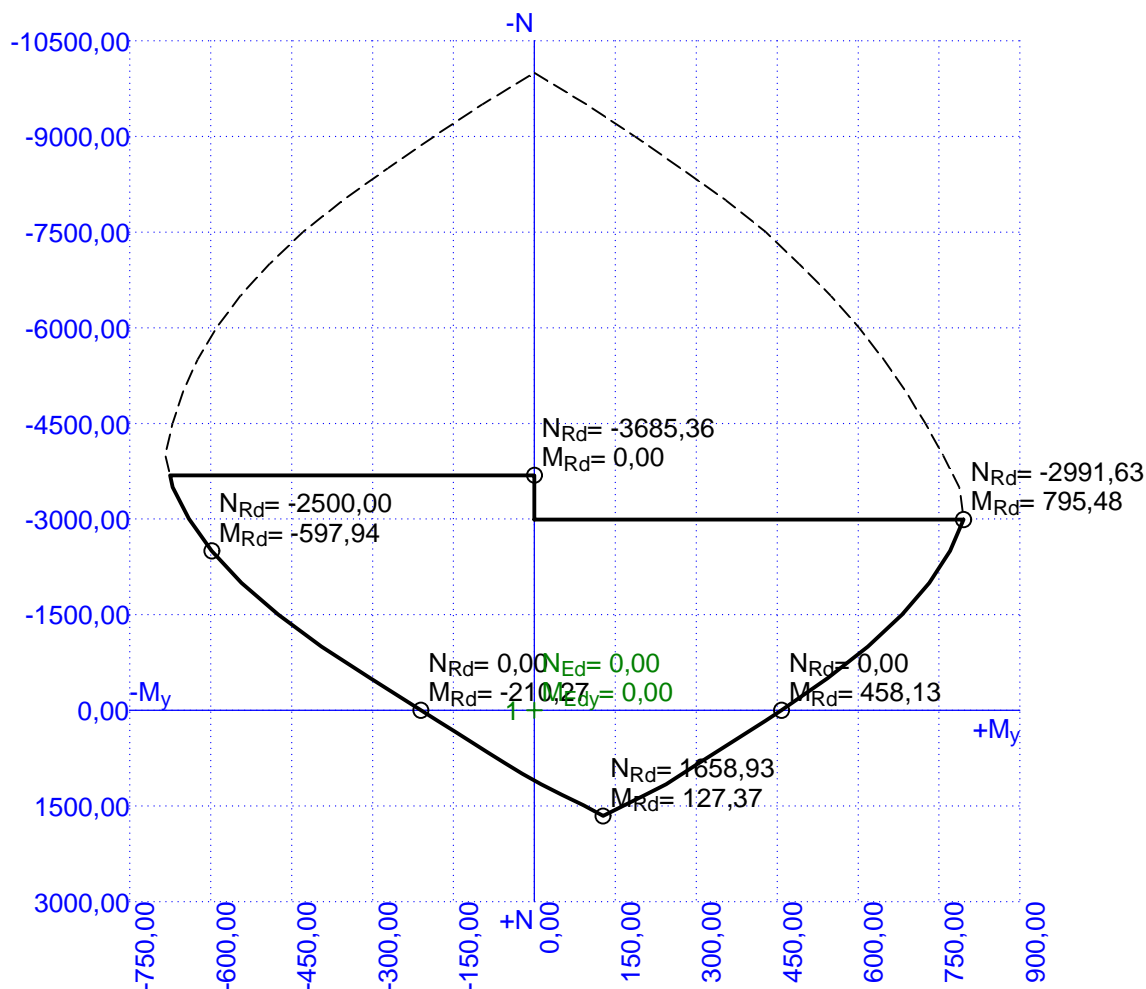
č.	Název	N_{Ed} [kN]	N_{Rd} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Rdy} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Rdz} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	Zat. případ 1	0,00	0,00	0,00	0,00	621,41	884,94	70,2	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 70,2 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 70,2 %

Interakční diagram



5 Závěr

Navržená konstrukce vyhoví v posuzovaných řezech na zatížení dle EN 1991-2.

V Ústí nad Labem, srpen 2021

Ing. František Kortus

