

Statický výpočet

Obsah:

1.	ÚVOD	2
1.1.	VŠEOBECNĚ	2
1.2.	POPIS KONSTRUKCE	2
1.3.	PŘEDPOKLADY VÝPOČTU	2
1.3.1.	<i>Obecné předpoklady výpočtu</i>	2
1.3.2.	<i>Návrhové materiálové charakteristiky</i>	2
2.	GEOMETRIE	4
2.1.	TVAR KONSTRUKCE	4
2.2.	MODEL NOSNÉ KONSTRUKCE	6
3.	ZATÍŽENÍ KONSTRUKCE	8
3.1.	STÁLÉ ZATÍŽENÍ	8
3.1.1.	<i>Vlastní tíha nosné konstrukce</i>	8
3.1.2.	<i>Ostatní stálá zatížení</i>	8
3.2.	NAHODILÁ ZATÍŽENÍ	9
3.2.1.	<i>Nahodilé zatížení sněhem</i>	9
3.2.2.	<i>Nahodilé zatížení větrem</i>	9
3.2.3.	<i>Nahodilé zatížení teplotou</i>	9
3.2.4.	<i>Nahodilé zatížení dopravou</i>	10
3.2.4.1.	<i>Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů</i>	10
3.2.4.2.	<i>Model zatížení 1 (LM1)</i>	10
3.2.4.3.	<i>Model zatížení 2 (LM2)</i>	11
3.2.4.4.	<i>Model zatížení 3 (LM3)</i>	11
3.2.4.5.	<i>Model zatížení 4 (LM4 zatížení davem lidí)</i>	12
3.2.4.6.	<i>Brzdné a rozjezdové síly</i>	12
3.2.4.7.	<i>Odstředivé a jiné příčné síly</i>	12
3.2.4.8.	<i>Nahodilá zatížení na únavu</i>	12
4.	SESTAVENÉ ZATĚŽOVACÍ STAVY	13
5.	VÝPOČET VNITŘNÍCH SIL	16
5.1.	REKAPITULACE VNITŘNÍCH SIL V DESCE	16
5.2.	PRŮBĚH VNITŘNÍCH SÍL PO DESCE	16
5.3.	SUPERPOZICE ZATĚŽOVACÍCH STAVŮ	18
6.	NÁVRH A POSOUZENÍ	20
6.1.	DESKA	20
6.1.1.	<i>Posouzení na ohyb</i>	20
6.1.2.	<i>Posouzení na smyk</i>	22
6.1.3.	<i>Omezení trhlin a napětí</i>	23
6.1.4.	<i>Posouzení na únavu</i>	24
6.1.5.	<i>Průhyby</i>	24
6.2.	ÚLOŽENÍ	25
6.3.	ÚLOŽNÉ PRAHY	26
6.4.	POSOUZENÍ ZÁKLADOVÉ SPÁRY	26
7.	ZÁVĚR	26

1. Úvod

1.1. Všeobecně

Jedná se o most ve Smržovce v ulici Staniční u železniční stanice Smržovka střed. Most převádí místní komunikaci, ulici Staniční, přes Smržovský potok. Původní most je v rámci rekonstrukce nahrazen železobetonovou monolitickou deskou.

1.2. Popis konstrukce

Nová nosná konstrukce mostu je charakteru železobetonové monolitické kolmé desky tloušťky 250mm. Jedno mostní pole o rozpětí 3.5m, jednostranný příčný spád s protispádem u chodníkové římsy. Šířka nosné konstrukce je 7.5m, jednostranný chodník má šířku 1.5m. Přesah železobetonových říms je 25cm, tedy celková šířka chodníkové římsy je 1.75m a odrazné římsy na opačné strana 80cm. Zábradlí ocelové se svislou výplní, vozovka živičná.

Uložení nosné konstrukce mostu na vrubové klouby. Opěry původní kamenné s novým úložným prahem ze železobetonu, opěry jsou plošně založené.

1.3. Předpoklady výpočtu

1.3.1. Obecné předpoklady výpočtu

Předpokládá se betonáž desky na skruži najednou celku bez vytváření pracovních spar společně s konzolami a koncovými příčníky.

Model nosné konstrukce je vytvořen tak, aby co nejlépe odpovídal skutečnému působení a přitom dával dostatek relevantních hodnot pro návrh konstrukce. Jako model je použito deskových prvků.

1.3.2. Návrhové materiálové charakteristiky

Beton desky: C 30/37

Návrhová pevnost betonu v tlaku EN 1992-2 ods. 3.1.6

$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$			EN 1992-2, 3.1.6	
$f_{ck}= 30$	Mpa		EN 1992-1-1, tab 3.1	charakteristická pevnost betonu
$a_{cc}= 0.85$			EN 1992-2, 3.1.6	souč. zohledňující dlouhodobé účinky uvedená hodnota je doporučena pro mosty
$\gamma_c= 1.5$			EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro trvalé a dočasné návrhové situace
$\gamma_c= 1.2$			EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro mimořádné návrhové situace
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	17.0 Mpa			
$f_{cd}=a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c=$	21.25 Mpa			

Návrhová pevnost betonu v tahu EN 1992-2 ods. 3.1.6

$f_{ctd} = a_{ct} \cdot f_{ctk0.05} / \gamma_c$			EN 1992-2, 3.1.6	
$f_{ctk0.05} =$	2.0	Mpa	EN 1992-1-1, tab 3.1	charakteristická pevnost betonu
$a_{ct} =$	1.0		EN 1992-2, 3.1.6	souč. zohledňující dlouhodobé účinky uvedená hodnota je doporučena pro mosty
$\gamma_c =$	1.5		EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro trvalé a dočasné návrhové situace
$\gamma_c =$	1.2		EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro mimořádné návrhové situace
$f_{cd} = a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	1.3	Mpa		
$f_{cd} = a_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	1.7	Mpa		

$E_b \text{ C } 30/37 = 36.625 \text{ GPa}$

Betonářská výztuž: B 500B

Návrhová pevnost oceli EN 1992-1-1 ods. 3.2.7, obr 3.8

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s$			EN 1992-1-1, obr 3.8	
$f_{yk} =$	500	Mpa	EN 1992-1-1, tab 3.1	charakteristická pevnost oceli mez kluzu oceli v ČSN 42 0139 $R_e = f_{yk}$
$\gamma_s =$	1.15		EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro trvalé a dočasné návrhové situace
$\gamma_s =$	1.0		EN 1992-1-1, 2.4.2.4	pro mimořádné návrhové situace
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	434.8	Mpa		
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s =$	500	Mpa		

Krycí vrstva EN 1992-2 ods. 4.

S 4			pozn.	základní třída konstrukce životnost 50 let
+2 třídy	2		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 3.4N	návrhová životnost 100 let
-1 třídy	-1		EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 3.4N	zajištění zvláštní kontroly kvality výroby betonu
S 5				výsledná třída konstrukce
$c_{min,dur} =$	40	mm	EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 4.4N	minimální krycí vrstva z hlediska vlivu prostředí pro uvažovaný vliv prostředí XD1
$c_{min,b} =$	0	mm	EN 1992-1-1, 4.4.1.2, tab 4.2N	minimální krycí vrstev z hlediska soudržnosti, $D_{max} < 32 \text{ mm} \rightarrow \varnothing_p$ ak $D_{max} > 32 \text{ mm} \rightarrow \varnothing_p + 5 \text{ mm}$
$\Delta c_{dur,\gamma} =$	0	mm	EN 1992-1-1, 4.4.1.2	přídavná bezpečnostní složka
$\Delta c_{dur,st} =$	0	mm	EN 1992-1-1, 4.4.1.2	pro korozivzdornou ocel
$\Delta c_{dur,add} =$	0	mm	EN 1992-1-1, 4.4.1.2	pro beton s ochrannými vrstvami
$\Delta c_{dev} =$	10	mm	EN 1992-1-1, 4.4.1.3. pozn.	přídavek pro návrhovou odchylku
$c_{min} = \max\{c_{min,b}; c_{min,dur} + \Delta c_{dur,\gamma} - \Delta c_{dur,st} - \Delta c_{dur,add}; 10 \text{ mm}\}$				
$c_{min} =$	40	mm		
$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} =$	50	mm	EN 1992-1-1, 4.4.1.1	

2. Geometrie

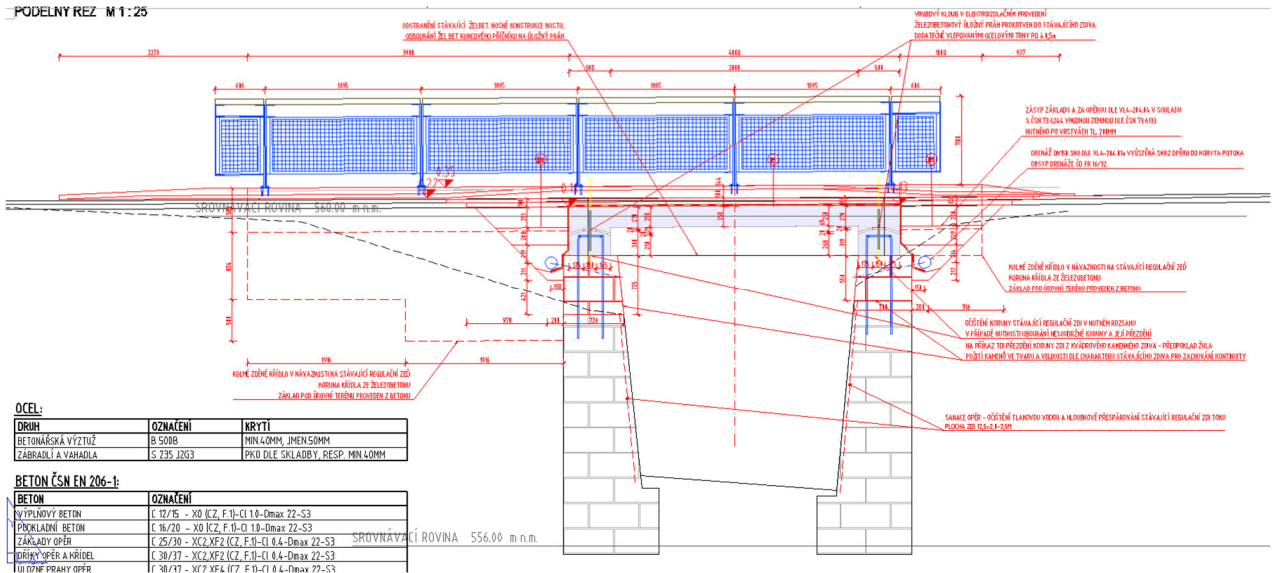
Tvar a základní rozměry mostu jsou patrné z příložených schémat. Vstupní i výstupní údaje a údaje o modelu jsou s ohledem na množství dat uvedeny pouze základní, kompletní vstupy i výstupy jsou archivovány u projektanta. Model nosné konstrukce je zvolen jako šikmá deska s odstupňovanou tloušťkou konzol doplněná prutovými prvky koncových příčniců.

2.1. Tvar konstrukce

Tvar mostní konstrukce je převzatý z rozpracované projektové dokumentace.



PODELNÝ REZ M 1:25



OCEL:		
DŘUH	OZNAČENÍ	KRYTÍ
BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ	B 500B	MIN 4,0MM, JMEN 50MM
ZABRÁDIL A VAHADLA	S 235 J2G3	PKO DLE SKLADBY, RESP. MIN 1,0MM

BETON ČSN EN 206-1:		
BETON	OZNAČENÍ	
VÝPLŇOVÝ BETON	C 12/15 - X0 (C2, F 1)-Cl 1,8-Dmax 22-S3	
PRŮKLADNÝ BETON	C 16/20 - X0 (C2, F 1)-Cl 1,8-Dmax 22-S3	
ZÁKLADY OPĚR	C 25/30 - XC2, XF2 (C2, F 1)-Cl 0,8-Dmax 22-S3	SROVNÁVACÍ ROVINA 556,00 m n.m.
OPĚR A PŘÍDEL	C 30/37 - XC2, XF2 (C2, F 1)-Cl 0,8-Dmax 22-S3	
UJI OPĚR PRÁHY OPĚR	C 30/37 - XC2, XF4 (C2, F 1)-Cl 0,8-Dmax 22-S3	

1. Projekt

Uživatel licence	humpal@vaner.cz
Projekt	-
Část	-
Popis	-
Autor	Tomáš Humpal
Datum	10. 10. 2023
Konstrukce	Obecná XYZ
Poč. uzlů :	12
Poč. prutů :	0
Poč. ploch :	6
Poč. těles :	0
Poč. průřezů :	0
Poč. zat. stavů :	24
Poč. materiálů :	1
Tíhové zrychlení [m/s ²]	9,810
Národní norma	EC - EN

2. Materiály

Jméno	Typ	ρ [kg/m ³]	Hustota v čerstvém stavu [kg/m ³]	E_{mod} [MPa]	μ	α [m/mK]	$f_{c,k,28}$ [MPa]	Barva
C30/37	Beton	2500,0	2600,0	3,2800e+04	0.2	0,00	30,00	

Vysvětlivky symbolů

Hustota v čerstvém stavu	Hodnota hustoty v čerstvém stavu se použije pouze v případě, že je zadána sprážená deska a její vlastní tíha se zohledňuje.
--------------------------	---

3. Uzly

Jméno	Souř. X [m]	Souř. Y [m]	Souř. Z [m]
N1	-1,500	-3,525	0,000
N2	-1,500	3,525	0,000
N3	1,500	3,525	0,000
N4	1,500	-3,525	0,000
N5	-1,750	-3,525	0,000
N6	-1,750	3,525	0,000
N7	-2,000	-3,525	0,000
N8	-2,000	3,525	0,000
N9	1,750	-3,525	0,000
N10	1,750	3,525	0,000
N11	2,000	3,525	0,000
N12	2,000	-3,525	0,000

4. Plochy

Jméno	Vrstva	Typ	Typ prvku	Materiál	Typ tloušťky	Tl. [mm]
S1	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250
S2	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250
S3	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250
S4	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250
S5	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250
S6	Vrstva1	deska (90)	Standard	C30/37	konstantní	250

3. Zatížení konstrukce

3.1. Stálé zatížení

3.1.1. Vlastní tíha nosné konstrukce

Zatížení vlastní tíhou nosné konstrukce je v programu vygenerováno ze zadaných profilů z průřezových a materiálových charakteristik. Pro ověření je stanoveno zatížení následovně:

$$q_{deska\ tl.250mm} = 0.25 \cdot 25 = 6.25kN/m^2$$

3.1.2. Ostatní stálá zatížení

Ostatní stálé zatížení je dáno mostním svrškem následovně:

$$q_{vozovka\ tl.100mm} = 0.1 \cdot 25 = 2.5kN/m^2$$

$$q_{chodníková\ část\ římsy\ tl.250mm} = 0.25 \cdot 25 = 6.25kN/m^2$$

$$q_{převíslá\ část\ římsy} = 0.3 \cdot 0.25 \cdot 25 = 1.875kN/m$$

$$q_{zábradlí} = 1.0kN/m$$

Sedání základů není uvažováno s ohledem na konsolidovanou základovou půdu pod stávajícími základy a statické schéma prostého pole.

Dotvarování a smršťování betonu nemá s ohledem na charakter konstrukce zásadní vliv a je zanedbáno.

3.2. Nahodilá zatížení

3.2.1. Nahodilé zatížení sněhem

Nepředpokládá se plný provoz na mostě zatíženém sněhem. Zatížení sněhem samostatně nemá rozhodující vliv a není uvažováno.

3.2.2. Nahodilé zatížení větrem

Vzhledem charakteru konstrukce je zatížení větrem zanedbatelné a není uvažováno.

3.2.3. Nahodilé zatížení teplotou

Rovnoměrná složka teploty je uvažována při návrhu spodní stavby, dilatace a uložení jako ochlazení o -52°C a oteplení o $+48^{\circ}\text{C}$.

	3 typ	EN 1991-1-5, 6.1.1, str 15	stanovení typu konstrukce mostu
$T_{\min} =$	-32.0°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.2, str 15, NA2.20 str 37, obr NA2 str 39	minimální teplota vzduchu ve stínu
$T_{\max} =$	34.0°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.2, str 15, NA2.20 str 37, obr NA1 str 39	maximální teplota vzduchu ve stínu
$T_{e,\min} =$	-22.0°C	EN 1991-1-5, obr 6.1, str 17	
$T_{e,\max} =$	38.0°C	EN 1991-1-5, obr 6.1, str 17	
$T_0 =$	10.0°C	EN 1991-1-5, NA 2.21	výchozí teplota, teplota nosné konstrukce v době zabudování
$\Delta T_{N,\text{noc}} = T_{e,\min} - T_0 =$	-32.0°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, str 18	charakteristická hodnota max rozsahu rovnoměrné složky teploty pro výpočet zkrácení
$\Delta T_{N,\text{exp}} = T_{e,\max} - T_0 =$	28.0°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, str 18	charakteristická hodnota max rozsahu rovnoměrné složky teploty pro výpočet
Zatížení pro ložiska a dilatační spáry			
$\Delta T_{N,\text{noc}} - 20 =$	-52.0°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	není známa montážní teplota
$\Delta T_{N,\text{exp}} + 20 =$	48.0°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	není známa montážní teplota
$\Delta T_{N,\text{noc}} - 10 =$	-42.0°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	je známa montážní teplota
$\Delta T_{N,\text{exp}} + 10 =$	38.0°C	EN 1991-1-5, 6.1.3.3, poz 2	je známa montážní teplota

Rozdílové složky teploty se na tento typ konstrukce neuplatní.

3.2.4. Nahodilé zatížení dopravou

Uvažují zatížení dle ČSN 7EN 1991-2 (2018) pro skupinu komunikací 2, pro silnice III. třídy a místní komunikace.

3.2.4.1. Rozdělení vozovky do zatěžovacích pruhů

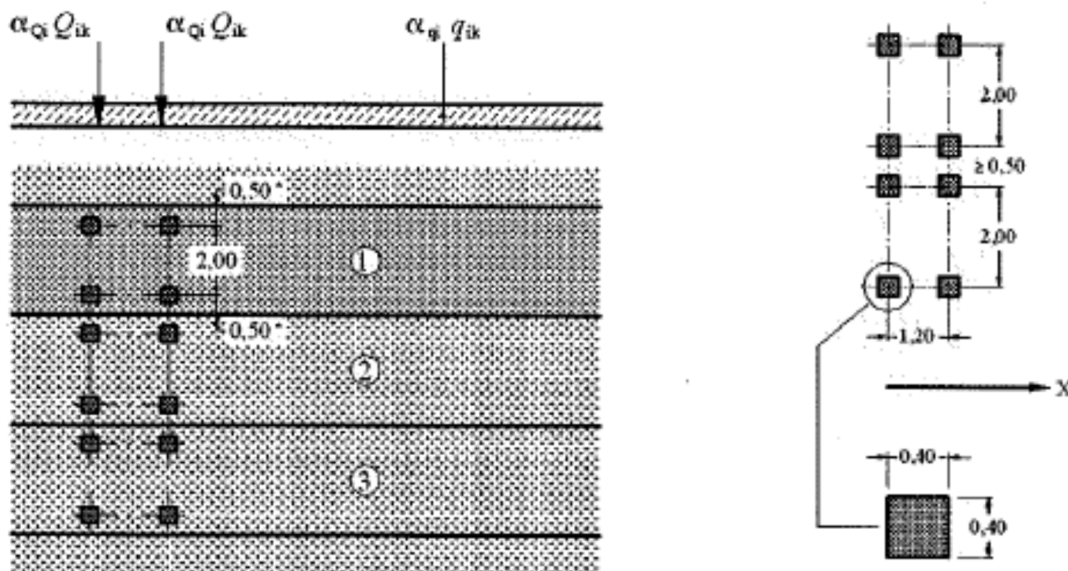
Rozdělení je důležité pro správnou volbu zatěžovacích schémat.

w=	5 m		skutečná šířka vozovky na mostě
w=	3.0 m	EN 1991-2, str 29, tab 4.1	šířka jednoho zatěžovacího pruhu max. 3.0m
n=	1	EN 1991-2, str 29, tab 4.1	navržený počet zatěžovacích pruhů
	2 m		šířka zbývající plochy

3.2.4.2. Model zatížení 1 (LM1)

Zatížení LM1 sestává z nápravových tlaků ideální dvounápravy TS a rovnoměrného zatížení UDL. **Je uvažováno s redukcí vzhledem k charakteru komunikace.**

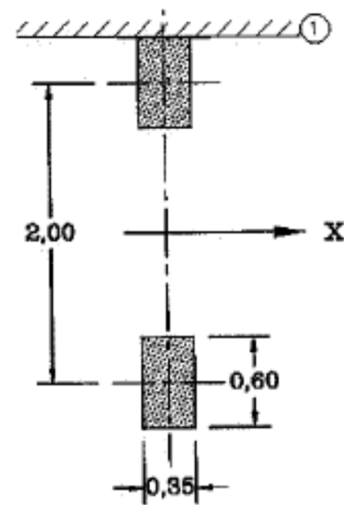
umístění	Soustředěné zatížení				Rovnoměrné zatížení		
	Q_{ik} [kN]	α_{Qi}	$\alpha_{Qi} \cdot Q_i$ [kN]	$\alpha_{Qi} \cdot Q_i / 0.4 \cdot 0.4$ [kN/m ²]	q_{ik} [kN/m ²]	α_{qi}	$\alpha_{qi} \cdot q_i$ [kN/m ²]
Pruh č.1	300	0.8	240	1500	9	0.45	4.05
Pruh č.2	200	0.8	160	1000	2.5	1	2.5
Pruh č.3	100	0.8	80	500	2.5	1	2.5
Ostatní					9	1.6	14.4



3.2.4.3. Model zatížení 2 (LM2)

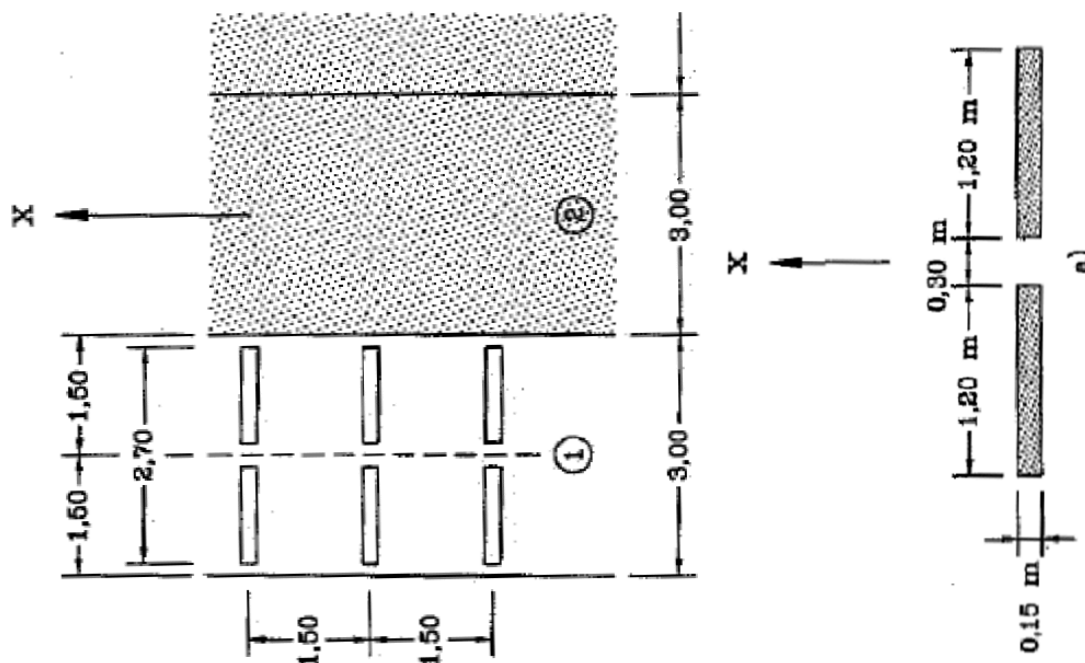
Zatížení ideální nápravou.

umístění	Soustředené zatížení			
	Q _{ak} [kN]	β _Q =α _{Q1}	β _{Q1} *Q _{ak} [kN]	α _Q *Q _i /0.35*0.6 [kN/m ²]
	400	0.65	260	1238



3.2.4.4. Model zatížení 3 (LM3)

Zvláštní vozidlo 900/150 (6 náprav 150kN po 1.5m) s rovnoměrným zatížením LM1 není s ohledem na charakter komunikace uvažováno.



$$q_{LM3-kolový tlak} = \frac{150}{2 \cdot 1.2} = 62.5 \text{ kN/m}$$

V případě pojezdu normální rychlostí, 70km/hod, je dynamický součinitel následující.

L= 7.2	m	EN 1991-2, str 106, A.3	je příčinková délka
φ=1.4-L/500=	1.39	EN 1991-2, str 106, A.3	šířka jednoho zatěžovacího pruhu max.3.0m

V tomto případě dynamický součinitel není z prostorových důvodů nutno uvažovat.

3.2.4.5. Model zatížení 4 (LM4 zatížení davem lidí)

Zatížení pěšími o velikosti 5kN/m² je uvažováno pouze jako zatížení chodníku současně s LM1. Samostatně není rozhodující a není uvažováno.

3.2.4.6. Brzdné a rozjezdové síly

Uvažují brzdné síly pro návrh spodní stavby.

$Q_{1k} =$	300	kN	EN 1991-2, str 32	charakteristické hodnoty model zatížení 1
$q_{1k} =$	9	kN/m ²	EN 1991-2, str 32	charakteristické hodnoty model zatížení 1
$\alpha_{Q1} =$	0.8		EN 1991-2, str 143, NA 2.12	
$\alpha_{q1} =$	0.45		EN 1991-2, str 143, NA 2.12	
$w_1 =$	3	m	EN 1991-2, str 29, tab 4.1	šířka jednoho zatěžovacího pruhu max. 3.0m
$L =$	4	m	EN 1991-2, str 36	délka nosné konstrukce nebo uvažované části
$Q_{Ik} = 0.6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0.1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L =$	292.9	kN	EN 1991-2, str 36	uvažuje se v úrovni povrchu vozovky $180 \cdot \alpha_{Q1} \text{ kN} \leq Q_{Ik} \leq 900 \text{ kN}$

3.2.4.7. Odstředivé a jiné příčné síly

S ohledem na prostorové uspořádání komunikace nejsou tyto síly rozhodující.

3.2.4.8. Nahodilá zatížení na únavu

Jako únavové zatížení uvažují LM1 s odpovídající redukcí.

4. Sestavené zatěžovací stavy

Rekapitulace sestavených zatěžovacích stavů je uvedena formou výpisu z použitého programu. Dále jsou přiložena schémata vybraných zatěžovacích stavů, jedná se o začátky simulace pojezdu po 25cm.

Zatěžovací stavy

Jméno	Popis	Typ působení	Skupina zatížení	Směr	Působení	Řídící zat. stav
	Spec	Typ zatížení				
ZS1	Vlastní tíha	Stálé Vlastní tíha	SZ1	-Z		
ZS2	Mostní svršek	Stálé Standard	SZ1			
ZS3	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS4	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS5	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS6	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS7	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS8	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS9	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS10	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS11	LM1 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS12	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS13	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS14	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS15	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS16	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS17	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS18	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS19	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS20	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS21	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS22	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS23	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný
ZS24	LM2 Standard	Proměnné Statické	SZ2		Krátkodobé	Žádný

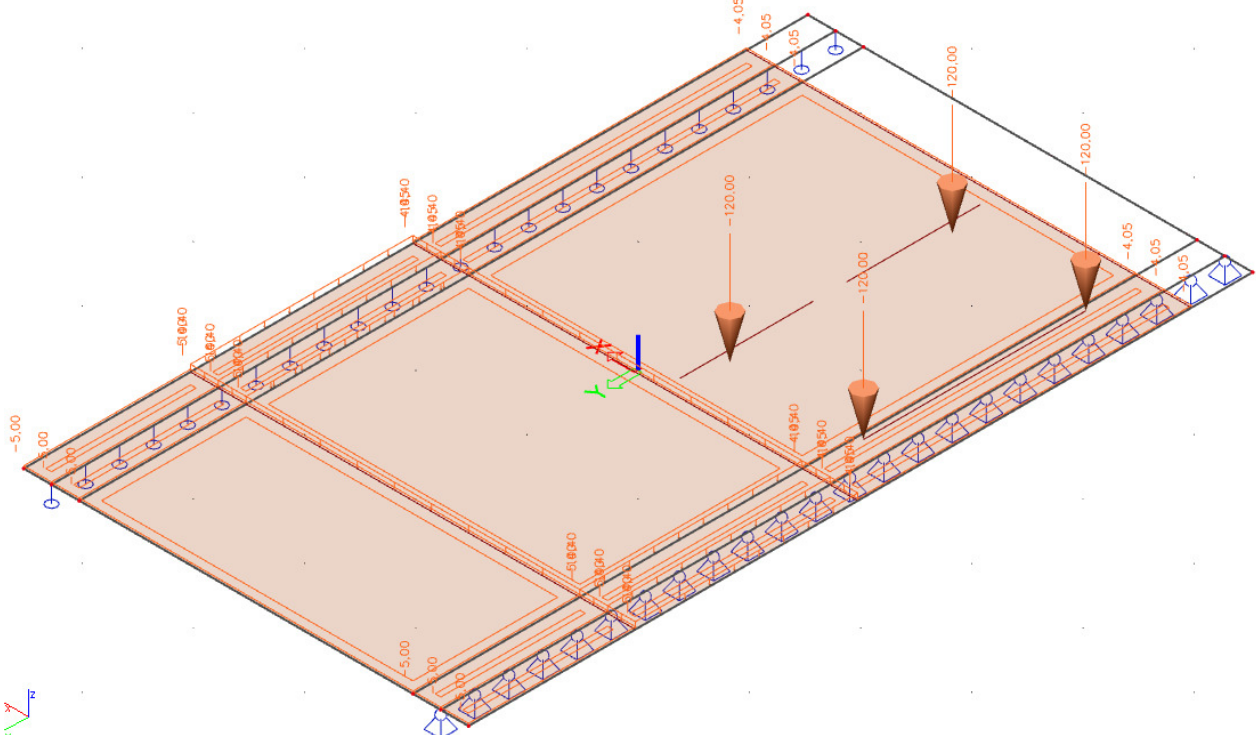
ZS3

LM1

Proměnné

SZ2

Krátkodobé Žádný



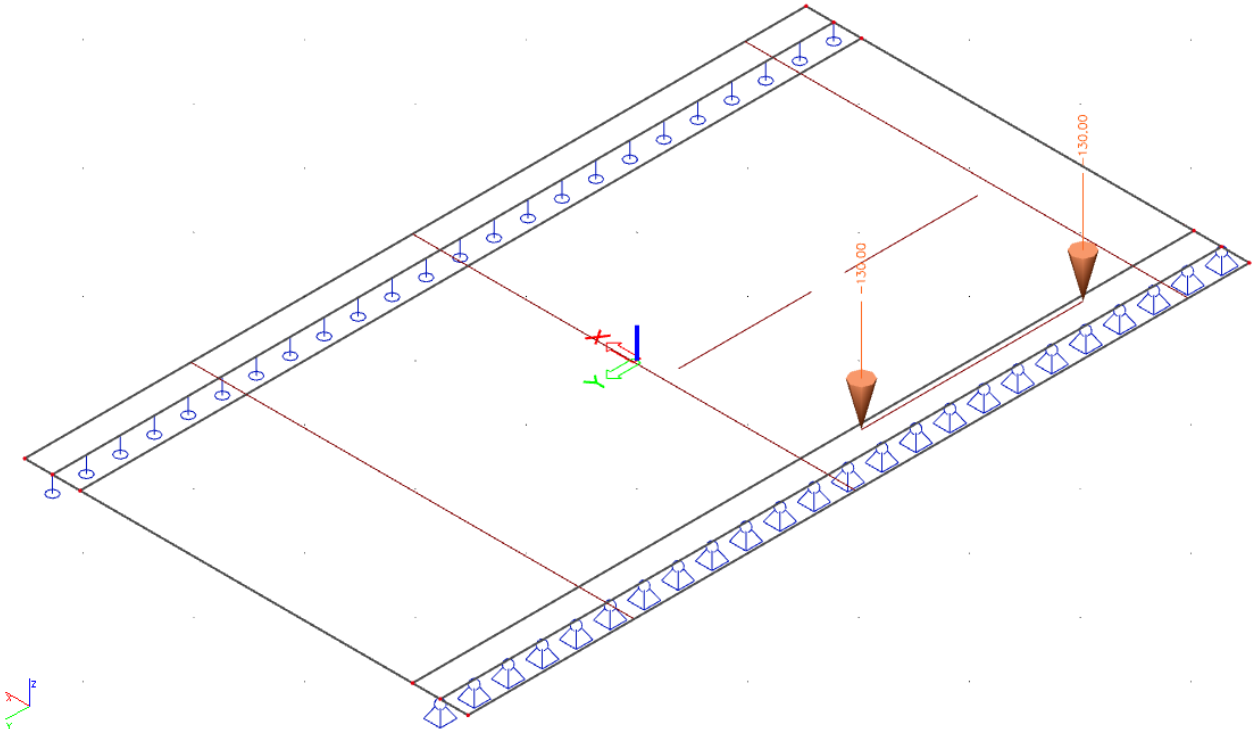
ZS12

LM2

Proměnné

SZ2

Krátkodobé Žádný



5. Výpočet vnitřních sil

Výpočet je proveden pomocí programu pro řešení konstrukcí metodou konečných prvků. Kompletní výstupní data jsou archivována u projektanta, s ohledem na množství výstupních údajů jsou přiloženy pouze vybrané údaje, grafy a schémata.

5.1. Rekapitulace vnitřních sil v desce

Rekapitulace je provedena pouze pro vybrané vnitřní síly v rozhodujících zatěžovacích stavech. Ostatní vnitřní síly jsou zohledněny ve strojové superpozici. Průběh vybraných vnitřních sil v rozhodujících zatěžovacích stavech je přiložen výše.

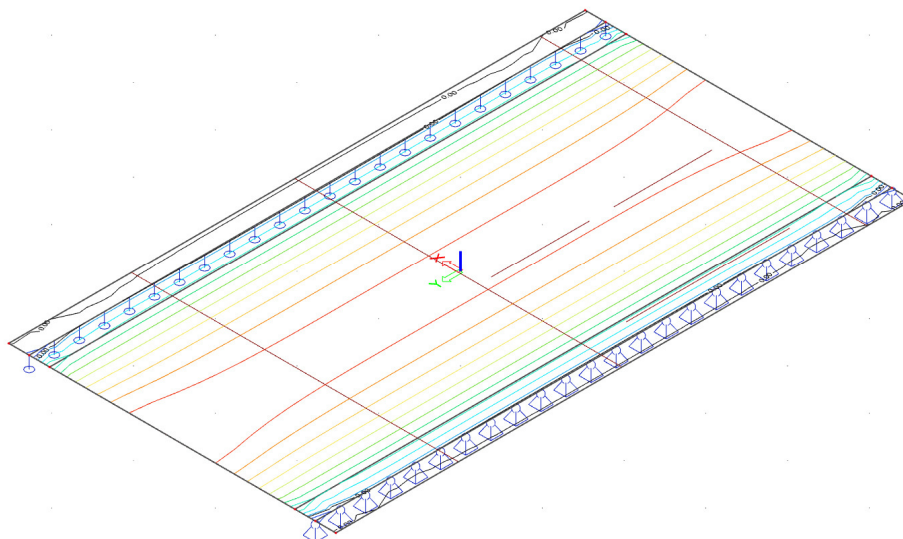
zatěžovací stav	M[kNm/m]	γ_f
vlastní tíha	9.61	1.35
LM1 48t id.tandem	10.24	1.35
LM1 48t id.tandem	76.21	1.5
LM2 26t id.náprava	56.70	1.5

5.2. Průběh vnitřních sil po desce

Přiloženy jsou průběhy podélných ohybových momentů v nosnících v rozhodujících zatěžovacích stavech pro kontrolu superpozice.

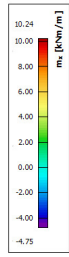
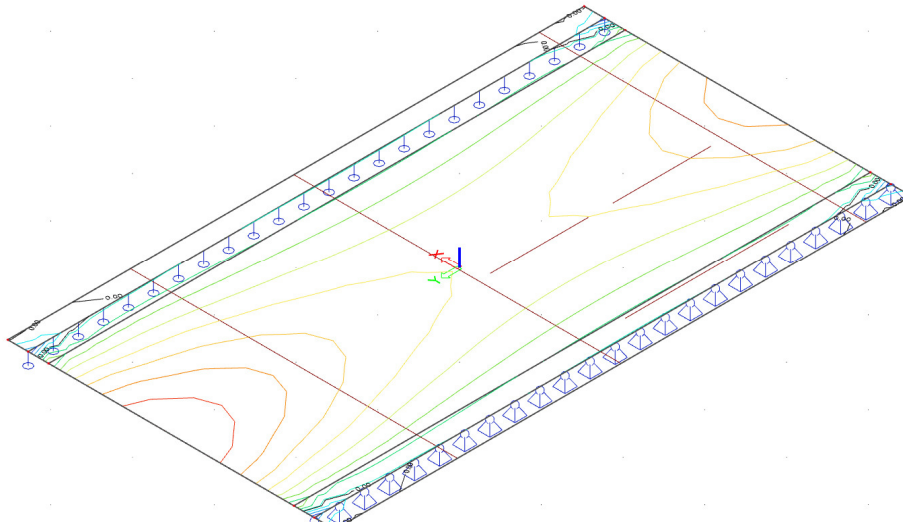
ZS1 **Vlastní tíha** **Stálé** **SZ1** **-Z**

2D vnitřní síly
Hodnoty: m x
Lineární výpočet
Zatěžovací stav: ZS1
Extrém: Globální
Výběr: Vše
Položka: V uslech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť



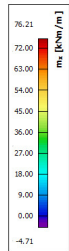
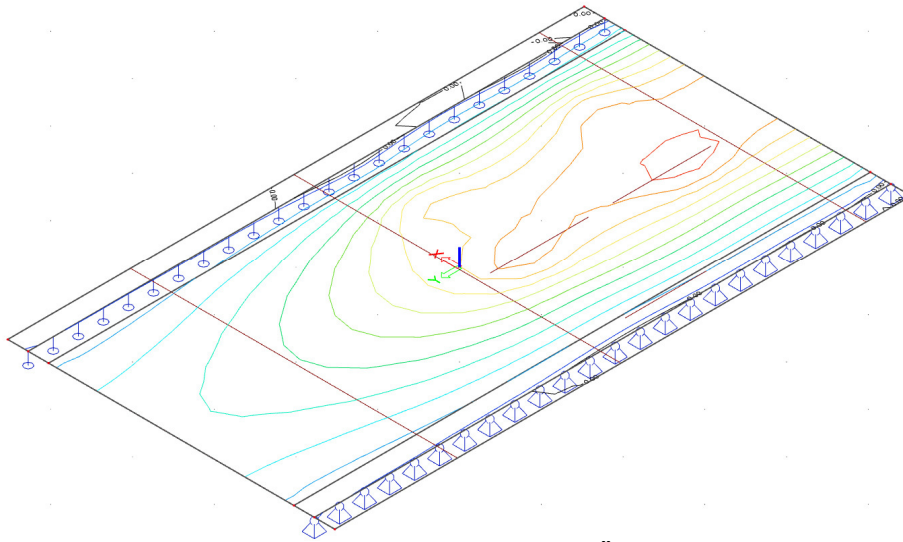
ZS2 Mostní svršek Stálé SZ1

2D vnitřní síly
 Hodnoty: m x
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS2
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



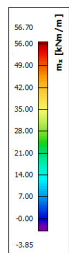
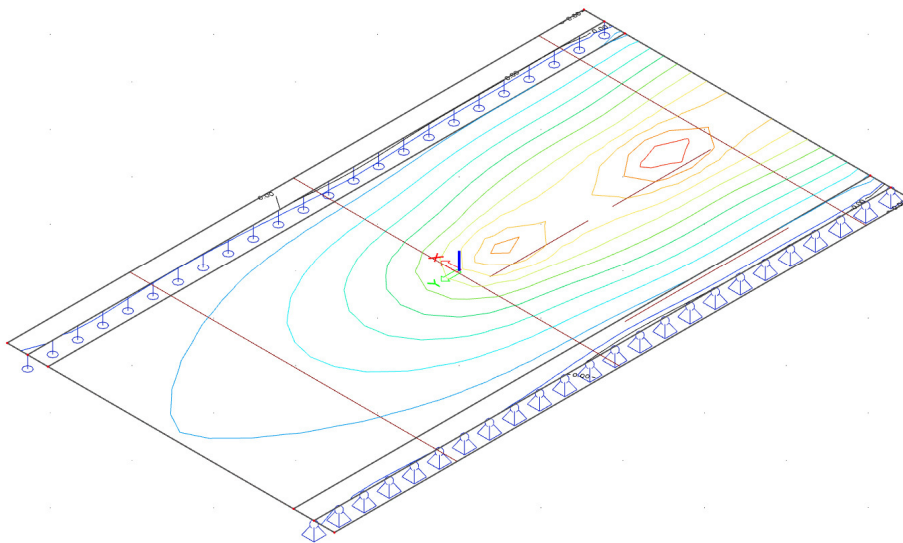
ZS8 LM1 Proměnné SZ2 Krátkodobé Žádný

2D vnitřní síly
 Hodnoty: m x
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS8
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



ZS18 LM2 Proměnné SZ2 Krátkodobé Žádný

2D vnitřní síly
 Hodnoty: m x
 Lineární výpočet
 Zatěžovací stav: ZS18
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



5.3. Superpozice zatěžovacích stavů

2D přemístění

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

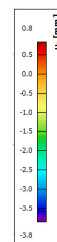
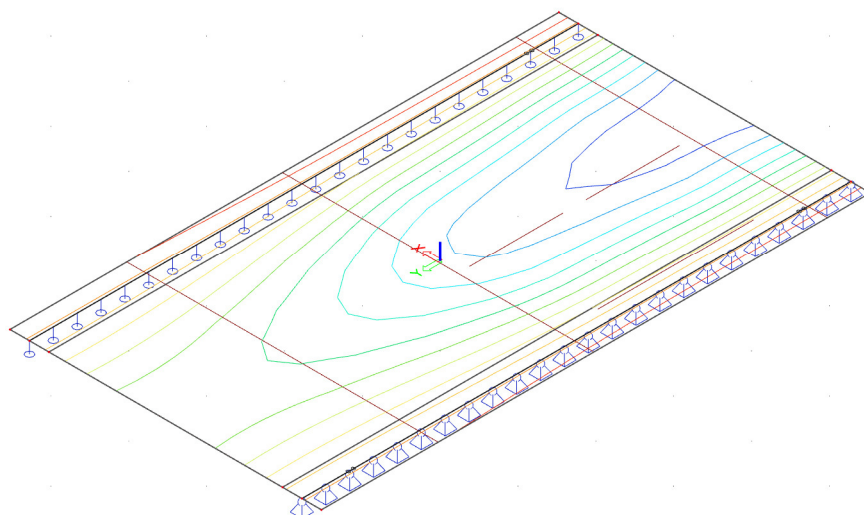
Výběr: Vše

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

Jméno	Sít'	Pozice [m]	Stav	u _x [mm]	u _y [mm]	u _z [mm]	φ _x [mrad]	φ _y [mrad]	φ _z [mrad]	U _{total} [mm]
S1	Prvek: 141 Uzel: 175	0,000 -3,525 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	0,0	0,0	-3,8	0,4	0,0	0,0	3,8
S4	Prvek: 365 Uzel: 7	-2,000 -3,525 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,0	0,0	0,8	0,0	3,4	0,0	0,8
S1	Prvek: 168 Uzel: 203	0,000 3,525 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/3	0,0	0,0	-0,8	-0,2	0,0	0,0	0,8
S1	Prvek: 155 Uzel: 190	0,000 0,252 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/4	0,0	0,0	-2,7	0,6	0,0	0,0	2,7
S5	Prvek: 393 Uzel: 9	1,750 -3,525 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	0,0	0,0	0,0	0,0	-3,4	0,0	0,0
S3	Prvek: 337 Uzel: 5	-1,750 -3,525 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0

Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS7
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS6
MSÚ-Sada B (auto)/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2
MSÚ-Sada B (auto)/4	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS7

2D přemístění
 Hodnoty: viz
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



2D vnitřní síly

Lineární výpočet

Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)

Extrém: Globální

Výběr: Vše

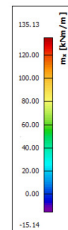
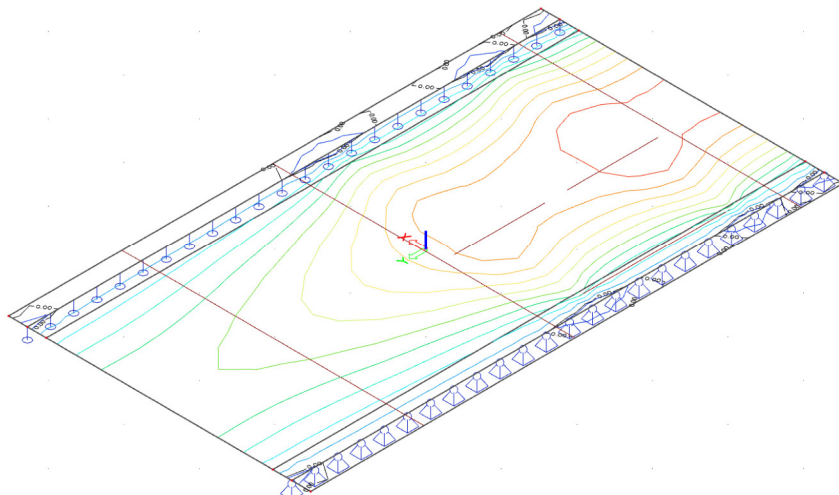
Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě

Základní veličiny

Jméno	Síť	Pozice [m]	Stav	m_x	m_{xy}	v_x	n_x	n_{xy}
				[kNm/m] m_y [kNm/m]	[kNm/m]	[kN/m] v_y [kN/m]	[kN/m] n_y [kN/m]	[kN/m]
S6	Prvek: 421 Uzel: 9	1,750 -3,525 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/1	-15,14 -1,64	-6,30	-204,05 14,54	0,00 0,00	0,00
S1	Prvek: 116 Uzel: 150	-0,250 -2,518 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	135,13 43,42	1,57	10,88 20,25	0,00 0,00	0,00
S6	Prvek: 432 Uzel: 461	1,750 -0,504 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/3	-9,56 -5,72	-6,30	-353,34 -7,76	0,00 0,00	0,00
S1	Prvek: 124 Uzel: 158	-0,250 -0,504 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/2	122,34 51,27	3,36	5,20 2,70	0,00 0,00	0,00
S6	Prvek: 434 Uzel: 363	1,500 0,000 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/4	25,23 8,33	-20,45	-123,23 -25,44	0,00 0,00	0,00
S3	Prvek: 351 Uzel: 32	-1,500 0,252 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	22,93 5,75	20,54	99,19 -13,63	0,00 0,00	0,00
S1	Prvek: 320 Uzel: 361	1,500 -0,504 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/6	9,68 10,66	-0,53	-520,80 -1,27	0,00 0,00	0,00
S1	Prvek: 12 Uzel: 26	-1,500 -0,504 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/7	26,12 14,75	5,84	486,18 5,18	0,00 0,00	0,00
S1	Prvek: 153 Uzel: 188	0,000 -0,252 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/8	79,70 31,95	-1,05	-15,79 -156,40	0,00 0,00	0,00
S4	Prvek: 379 Uzel: 422	-2,000 0,252 0,000	MSÚ-Sada B (auto)/5	0,03 -0,40	8,93	-3,08 194,29	0,00 0,00	0,00

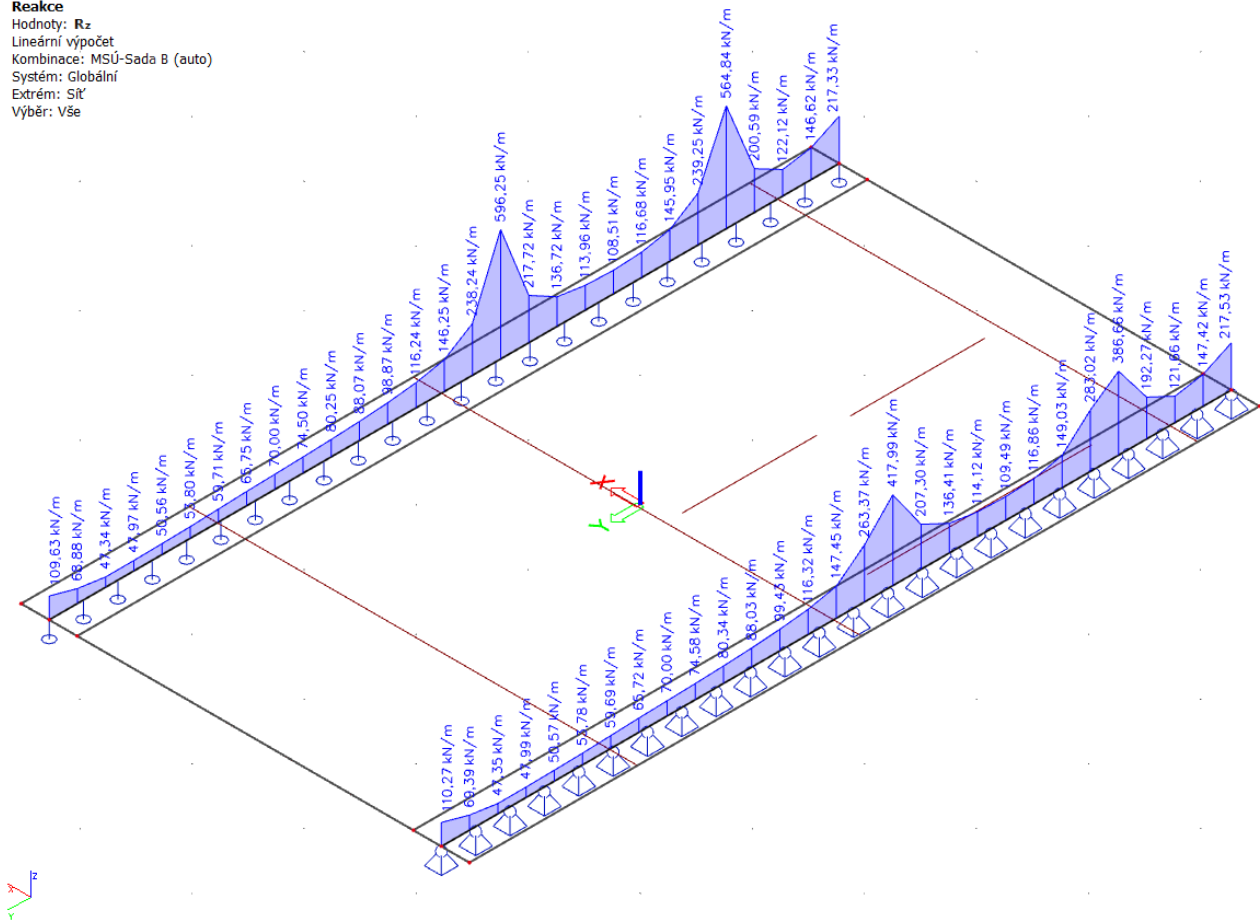
Jméno	Klíč kombinace
MSÚ-Sada B (auto)/1	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS5
MSÚ-Sada B (auto)/2	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS8
MSÚ-Sada B (auto)/3	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS10
MSÚ-Sada B (auto)/4	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS9
MSÚ-Sada B (auto)/5	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS5
MSÚ-Sada B (auto)/6	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS23
MSÚ-Sada B (auto)/7	1.35*ZS1 + 1.35*ZS2 + 1.50*ZS4
MSÚ-Sada B (auto)/8	ZS1 + ZS2 + 1.50*ZS18

2D vnitřní síly
 Heslo:
 Lineární výpočet
 Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Poloha: V uzlech s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku sítě



Reakce

Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Systém: Globální
Extrém: Síl'
Výběr: Vše



6. Návrh a posouzení

6.1. Deska

6.1.1. Posouzení na ohyb

Návrh výztuže v železobetonovém průřezu na MSU je proveden v následující tabulce podle teorie mezních stavů:

Návrh plochy výztuže: $\lambda = 0.8$ $\eta = 1.0$

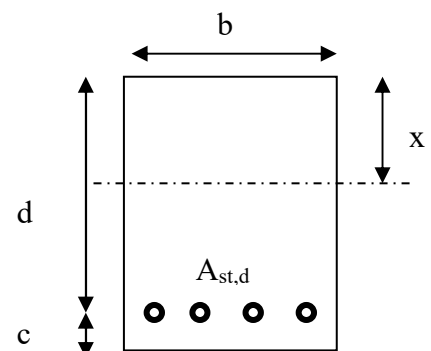
$$x = \frac{d}{\lambda} \cdot \left(-1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right) < x_{bal} = d \cdot \frac{\epsilon_{cu}}{\epsilon_{cu} + \frac{f_{yd}}{E_s}}$$

$$A_{st,req} = \frac{b \cdot d \cdot \eta \cdot f_{cd}}{f_{yd} \cdot r} \cdot \left(-1 - \sqrt{1 - \frac{2 \cdot M_{ed}}{b \cdot d^2 \cdot \eta \cdot f_{cd}}} \right)$$

$$A_{x,min} = 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yd}} \cdot b \cdot d \quad A_{x,min} = 0.0013 \cdot b \cdot d$$

Posouzení únosnosti:

$$x = \frac{A_{st,d} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} \quad M_{Rd} = A_{st,d} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0.5 \cdot \lambda \cdot x)$$



Deska v poli - dolní podélná výztuž

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[\text{MNm}] =$	0.137		$A_{st,d}$	8	ϕ	20		
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli						
$b[\text{m}] =$	1.000	$f_{ctm}[\text{MPa}] =$	2.9	$f_{yk}[\text{MPa}] =$	500	$\varepsilon_{cu} =$	0.0035	
$h[\text{m}] =$	0.250	$f_{ck}[\text{MPa}] =$	30.0	$f_{yd}[\text{MPa}] =$	435	$\lambda =$	0.800	
$c[\text{m}] =$	0.060	$f_{cd}[\text{MPa}] =$	17.0	$E_s[\text{Mpa}] =$	200000	$\eta =$	1.000	
$d[\text{m}] =$	0.190							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
$A_{xmin-f}[\text{m}^2] =$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[\text{m}^2] =$	0.000247	mimimální plocha výztuže			
$x_{bal}[\text{m}] =$	0.117203	>	$x[\text{m}] =$	0.060801	omezení výšky tlačené oblasti			
$A_{st.req}[\text{m}^2] =$	0.001902	<	$A_{st,d}[\text{m}^2] =$	0.002513	ověření návrhové plochy výztuže			
$\mu_{minx}[\%] =$	0.15	<	$\mu[\%] =$	1.32	<	$\mu_{max}[\%] =$	1.60	
Moment únosnosti								
$x[\text{m}] =$	0.080348		$M_{Rd}[\text{MNm}] =$	0.172	>	$M_{ed}[\text{MNm}] =$	0.137	

Deska - dolní příčná výztuž

Namáhání			Návrh výztuže					
$M_{ed}[\text{MNm}] =$	0.054		$A_{st,d}$	8	ϕ	12		
Beton-průřez		Materiálové charakteristiky betonu a oceli						
$b[\text{m}] =$	1.000	$f_{ctm}[\text{MPa}] =$	2.9	$f_{yk}[\text{MPa}] =$	500	$\varepsilon_{cu} =$	0.0035	
$h[\text{m}] =$	0.250	$f_{ck}[\text{MPa}] =$	30.0	$f_{yd}[\text{MPa}] =$	435	$\lambda =$	0.800	
$c[\text{m}] =$	0.060	$f_{cd}[\text{MPa}] =$	17.0	$E_s[\text{Mpa}] =$	200000	$\eta =$	1.000	
$d[\text{m}] =$	0.190							
Přímý návrh požadované plochy výztuže a posudky								
$A_{xmin-f}[\text{m}^2] =$	0.000287		$A_{xmin-\mu}[\text{m}^2] =$	0.000247	mimimální plocha výztuže			
$x_{bal}[\text{m}] =$	0.117203	>	$x[\text{m}] =$	0.021908	omezení výšky tlačené oblasti			
$A_{st.req}[\text{m}^2] =$	0.000685	<	$A_{st,d}[\text{m}^2] =$	0.000905	ověření návrhové plochy výztuže			
$\mu_{minx}[\%] =$	0.15	<	$\mu[\%] =$	0.48	<	$\mu_{max}[\%] =$	1.60	
Moment únosnosti								
$x[\text{m}] =$	0.028925		$M_{Rd}[\text{MNm}] =$	0.070	>	$M_{ed}[\text{MNm}] =$	0.054	

6.1.2. Posouzení na smyk

Návrh smykové výztuže je proveden dle ČSN EN 1992-1-1 kap.6.2.str.77 podle teorie mezních stavů:

beton

$$V_{Rd,c} = [C_{rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck}) + k_1 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$$

$$V_{Rd,c \min} = (v_{\min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

$$k = 1 + \sqrt{0.2/d} \leq 2.0 \quad \rho_1 = A_{s1} / (b_w \cdot d)$$

$$\sigma_{cp} = N_{Ed} / A_c < 0.2 \cdot f_{cd} \quad \text{vliv predpeti}$$

$$C_{Rd,c} = 0.18 / \gamma_c \quad v_{\min} = 0,035 \cdot k^{2/3} \cdot f_{ck}^{1/2} \quad k_1 = 0,15$$

svislá výztuž

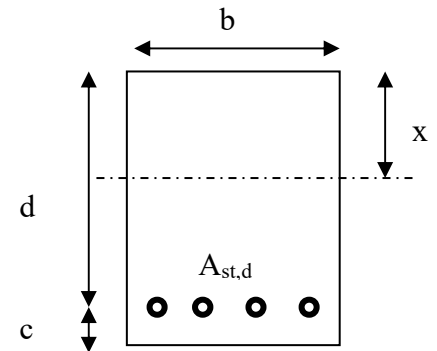
$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta \quad (\theta = 22 - 45^\circ)$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} / (\cot \theta + \tan \theta) \quad v_1 = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250)$$

šikmá výztuž

$$V_{Rd,s} = A_{sw} / s \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$$

$$V_{Rd,max} = \alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd} \cdot (\cot \theta + \cot \alpha) / (1 + \cot^2 \theta)$$



Redukovaný extrém

Namáhání		Ohybová výztuž						
$V_{ed}[MN]=$ 0.400		8	ϕ	20			$A_{st,d}[m^2]=$ 0.002513	
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli								
b[m]=	1.000	$f_{ctm}[MPa]=$ 2.9		$f_{yk}[MPa]=$ 500		$\epsilon_{cu}=$ 0.0035	$\theta[^\circ]=$ 45.0	
h[m]=	0.250	$f_{ck}[MPa]=$ 30.0		$f_{yd}[MPa]=$ 435		$\lambda=$ 0.800	$\alpha[^\circ]=$ 45.0	
c[m]=	0.060	$f_{cd}[MPa]=$ 17.0		$E_s[Mpa]=$ 200000		$\eta=$ 1.000	$k_{pom}=$ 2.03	
d[m]=	0.190	x[m]= 0.080		$\sigma_{cp}[Mpa]=$ 0		$\alpha_{cw}=$ 1.000	k= 2.00	
Beton								
$V_{Rd,cl}[MN]=$ 0.156	>	$V_{Rd,c,min}[MN]=$ 0.074		$V_{Rd}[MN]=$ 0.156		nutná smyková výztuž		
Třmínky		4	ϕ	6	$s[m]=$ 0.25	$A_{sw}[m^2]=$ 0.000113		
$V_{Rd,sl}[MN]=$ 0.031	<	$V_{Rd,max}[MN]=$ 0.708		$V_{Rd}[MN]=$ 0.187		nutné ohyby		
Ohyby		3	ϕ	20	$s[m]=$ 0.35	$A_{sw}[m^2]=$ 0.000942		
$V_{Rd,sl}[MN]=$ 0.315	<	$V_{Rd,max}[MN]=$ 0.354		$V_{Rd}[MN]=$ 0.501		vyhovuje		

6.1.3. Omezení trhlin a napětí

Výpočet trhlin je proveden podle ČSN EN 1992-1-1 kap.7.3.4. str.112. Výpočet omezení napětí je proveden dle ČSN EN 1992-2 EC2 část 2

$$\sigma_{c, char} = \frac{M_{char}}{A_c \cdot z} \leq k_c \cdot f_{ck} \quad \sigma_{s, char} = \frac{M_{char}}{A_{s1} \cdot z} \leq k_y \cdot f_{yk} \quad z = d - 0.4 \cdot x$$

$$w_k = s_{r, max} \cdot (\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm}) \quad \alpha_e = \frac{E_s}{E_{cm}} \quad \rho_{p, eff} = \frac{A_s + \xi_1^2 \cdot A_p}{A_{c, eff}}$$

$$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} = \frac{\sigma_s - k_t \cdot \frac{f_{ct, eff}}{\rho_{p, eff}} (1 + \alpha_e \cdot \rho_{p, eff})}{E_s} \quad s_{r, max} = k_3 \cdot c + \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \phi}{\rho_{p, eff}}$$

Deska v poli

$M_{char}[\text{MNm}] =$	0.096	$A_s[\text{m}^2] =$	8	ϕ	20	$A_s[\text{m}^2] =$	0.002513	$\sigma_s[\text{Mpa}] =$	242
$b[\text{m}] =$	1.000	$f_{ct, eff}[\text{MPa}] =$	2.9	$f_{yk}[\text{MPa}] =$	500	$x[\text{m}] =$	0.080348	$k_t =$	0.600
$h[\text{m}] =$	0.250	$f_{ck}[\text{MPa}] =$	30.0	$f_{yd}[\text{MPa}] =$	435	$\lambda =$	0.800	$k_1 =$	0.800
$c[\text{m}] =$	0.060	$f_{cd}[\text{MPa}] =$	17.0	$\varepsilon_{cu} =$	0.0035	$\eta =$	1.000	$k_2 =$	0.500
$d[\text{m}] =$	0.190	$E_{cm}[\text{Mpa}] =$	36000	$E_s[\text{Mpa}] =$	200000	$\alpha_e =$	5.556	$k_3 =$	3.400
$h_{c, eff}[\text{m}] =$	0.057	$A_p[\text{m}^2] =$	0	ϕ	15.5	$A_p[\text{m}^2] =$	0.000000	$k_4 =$	0.425
$A_{c, eff}[\text{m}^2] =$	0.057	$\xi =$	0.500	$\xi_1 =$	0.803	$\rho_{p, eff} =$	0.044443	$\varepsilon_{sm} - \varepsilon_{cm} =$	0.001
$s_{r, max}[\text{mm}] =$	77	$w_k[\text{mm}] =$	0.07	$<$	$w_{lim}[\text{mm}] =$	0.3			
$k_c =$	0.600	$k_y =$	0.800						
$\sigma_s[\text{Mpa}] =$	242	$<$	400		$\sigma_c[\text{Mpa}] =$	9.4609	$<$	18	

6.1.4. Posouzení na únavu

Posudek je proveden na namáhání od zatížení bez součinitele zatížení s redukcí maximálního nahodilého zatížení LM1 na 70%.

Únava betonu:

$$x = \frac{A_{st,d} \cdot f_{yd}}{b \cdot \lambda \cdot \eta \cdot f_{cd}} \quad \sigma_c = \frac{M}{b \cdot \lambda \cdot x \cdot (d - 0.4x)} \quad \beta_{cc} = \exp \left[s \cdot \left(1 - \sqrt{\frac{28}{t}} \right) \right]$$

$$t = \text{čas poč. cyklického zatížení} \quad k_1 = 0.85 (\text{pro } N = 10^6 \text{ cyklů})$$

$$s_{\text{cement}_tř.R} = 0.2 \quad s_{\text{cement}_tř.N} = 0.25 \quad s_{\text{cement}_tř.N} = 0.38$$

$$f_{cd,fat} = k_1 \cdot \beta_{cc} \cdot f_{cd} \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250} \right)$$

$$\text{metoda 1: } \sigma_{cd,max} + 0.43 \cdot \sqrt{1 - \frac{\sigma_{cd,min}}{\sigma_{cd,max}}} \leq 1$$

$$\text{metoda 2: } \frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0.5 + 0.45 \cdot \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0.9 \text{ pro } f_{ck} \leq 50 \text{ MPa} (\leq 0.8 \text{ pro } f_{ck} > 50 \text{ MPa})$$

Únava betonářské oceli

$$\gamma_{F,fat} \cdot \Delta \sigma_{s,eq}(N^*) \leq \frac{\Delta \sigma_{RSK}(N^*)}{\gamma_{s,fat}} \quad \sigma_{s,eq} = \frac{M_{equ}}{A_s \cdot (d - 0.4 \cdot x)}$$

$$\gamma_{F,fat} = 1.0 \quad \gamma_{s,fat} = 1.0 \quad \Delta \sigma_{RSK}(N^*) = 162.5 \text{ MPa}$$

Deska v poli

$M_{equ,max}[\text{MNm}] =$	0.073	$M_{equ,min}[\text{MNm}] =$	0.020	8	ϕ	20	
Materiálové a průřezové charakteristiky betonu a oceli					$A_{st,d}[\text{m}^2] =$	0.002513	
$b[\text{m}] =$	1.000	$f_{ctm}[\text{MPa}] =$	2.9	$f_{yk}[\text{MPa}] =$	500	$\lambda =$	0.800
$h[\text{m}] =$	0.250	$f_{ck}[\text{MPa}] =$	30.0	$f_{yd}[\text{MPa}] =$	435	$\eta =$	1.000
$c[\text{m}] =$	0.060	$f_{cd}[\text{MPa}] =$	17.0				
$d[\text{m}] =$	0.190					$x[\text{m}] =$	0.080
Beton:		$\sigma_{cd,max}[\text{MPa}] =$	7.2	$\sigma_{cd,min}[\text{MPa}] =$	2.0	$\beta_{cc} =$	1.099
$s =$	0.20	$t[\text{dni}] =$	100	$k_1 =$	0.85	$f_{cd,fat}[\text{Mpa}] =$	14.0
podmínka 1	0.88	<	1.00			vyhovuje	
podmínka 2	0.52	<	0.56	<	0.8	vyhovuje	
Ocel:		$\sigma_{s,max}[\text{MPa}] =$	185	$\sigma_{s,min}[\text{MPa}] =$	50		
$\gamma_{F,fat} =$	1.00	$\gamma_{s,fat} =$	1.00	$\Delta \sigma_{RSK}[\text{Mpa}] =$	162.5		
podmínka:	134	<	163			vyhovuje	

6.1.5. Průhyby

Posouzení průhybů je provedeno z extrémních hodnot z výpočetního modelu.

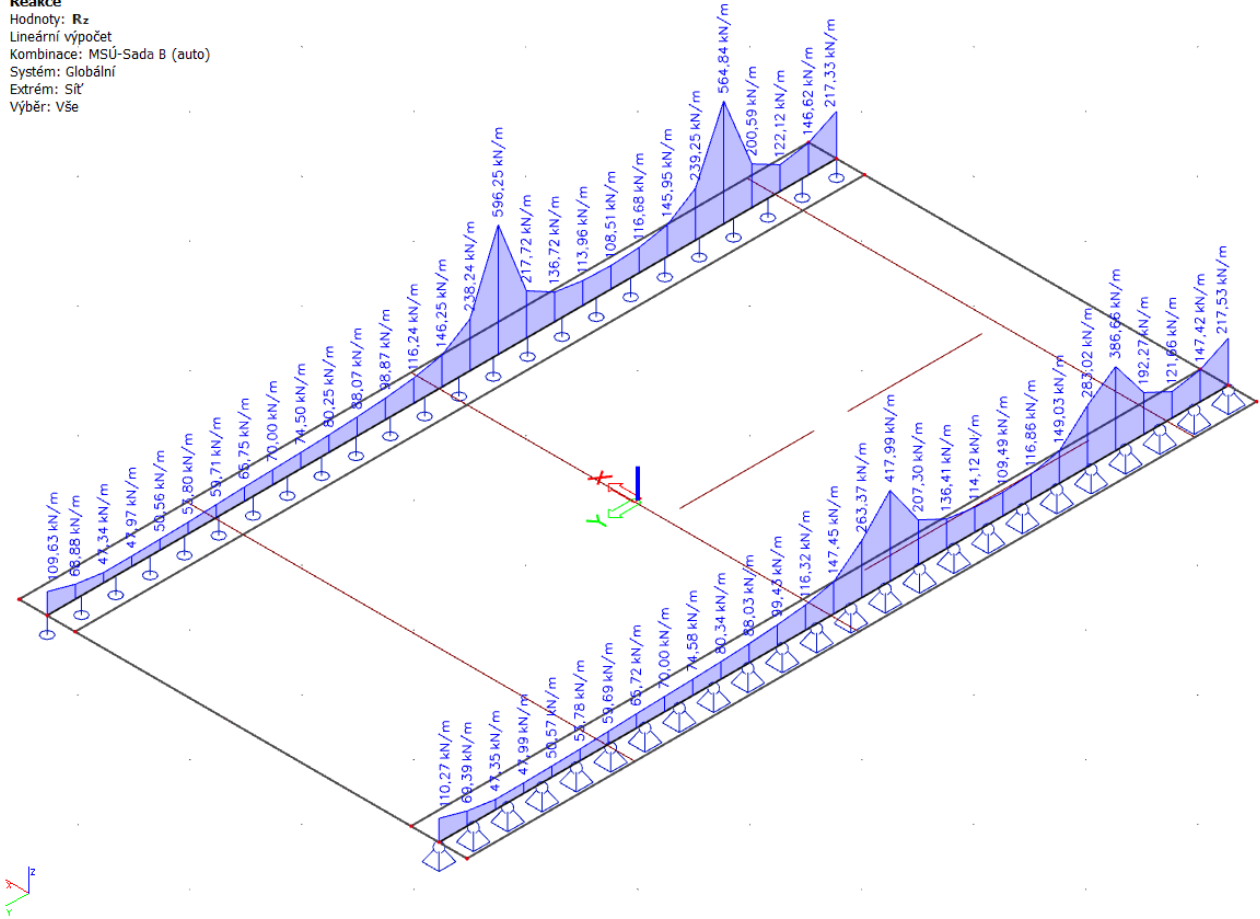
$$v_{lim} = \frac{3500}{300} = 11.7 \text{ mm} < v_{max-d} = 3.8 \text{ mm}$$

6.2. Uložení

Rekapitulace reakcí je provedena ze strojové superpozice schématem extrémů.

Reakce

Hodnoty: R_z
Lineární výpočet
Kombinace: MSÚ-Sada B (auto)
Systém: Globální
Extrém: Síť
Výběr: Vše



Trny vrubového kloubu jsou navrženy na reakci od maximální reakce opěry v horní úrovni od pasivního odporu zeminy, resp. brzděné síly:

$$\sigma_{p-dolní} = 20 \cdot 3.0 \cdot tg^2 \left(45 + \frac{30}{2} \right) = 180 kPa$$

$$R_{p-horní} = \frac{\frac{1}{2} \cdot 180 \cdot 3.0 \cdot \frac{1}{3} \cdot 3.0}{3.0} = 90 kN/m$$

$$R_{brzděné-horní} = \frac{300}{3.0} = 100 kN/m$$

$$F_{a oceli} = \frac{100}{280000} = 0.000357 m^2/m$$

Trny vyhovují již od 2φR16/m, z konstruktivních důvodů navrhuji trny v počtu 4φR20/m opěry.

Posouzení kontaktního napětí:

$$\sigma_b \text{ betonu} = \frac{0.596}{0.1 \cdot 1.0} = 5.96 MPa < f_{cd-C30/37} = 20 MPa$$

Šířka vrubového kloubu v kontaktu uložení vyhovuje 10cm, konstruktivně s ohledem na krytí výztuže navrhuji 15cm.

Posuny vrubového kloubu jsou zanedbatelné, k aktivaci pasivního či aktivního tlaku prakticky nedojde.

$$V_{teplotní \text{ změny}} = \pm 3500 \cdot 0.000012 \cdot 50 = \pm 2.1 mm$$

$$V_{smršťování \text{ a dotvarování}} = -3500 \cdot 0.000012 \cdot 20 = -0.8 mm$$

6.3. Úložné prahy

Výztuž úložných prahů navrhuji konstruktivně. S ohledem na průběžné uložení je namáhání malé a roznos zesílen tuhostí desky i úložného prahu a vlastní opěrou. Třmínky čtyřstřížné $\phi R12$ po 125mm, podélná výztuž $\phi R14$ po obvodě po 125mm.

6.4. Posouzení základové spáry

Vzhledem k neznámé dimenzi stávajících základů, které jsou využity, nelze přesně posoudit napětí v základové spáře. Ale vzhledem k tomu, že původní konstrukce přitěžovala základovou spáru více, nedochází k jejímu přitěžování. Vzhledem k tomu, že stávající opěry nevykazují poruchy naznažující neúnosnou základovou spáru, je založení vyhovující.

7. Závěr

Mostní konstrukce vyhovuje z betonu C30/37, vyztužená ocelí B500B, za dodržení geometrických předpokladů uvedených výše. Tloušťka desky 250mm, tloušťka opěr 400mm, oboustranný vrubový kloub (rozpěráková konstrukce).

Dolní podélná výztuž $8\phi R20/m$

Horní podélná výztuž $8\phi R12/m$

Dolní příčná výztuž $8\phi R12/m$

Horní příčná výztuž konstruktivně $8\phi R12/m$

Spony $16\phi R6/m^2$ u opěr v pásu 75cm (4 řady), dále vyhovuje konstruktivně $9\phi R6/m^2$

Ohyby jedna řada se $3\phi R20/m$ a druhá řada s odstupem 200mm $3\phi R12/m$

Trny vrubového kloubu $4\phi R20/m$, dosedací plocha šířky 150mm

Úložné prahy se čtyřstřížnými třmínky $4\phi R12$ po 125mm, uvnitř $\phi R14$ po 125mm

Ostatní plochy vyztužit konstruktivně, respektovat přítom rozteč pro navázání.

Napětí pod základem nelze přesně určit s ohledem na neznámé dimenze stávajících opěr, které budou využity. Ale protože konstrukce je subtilnější než původní a nedochází tedy k přitížení, předpokládám dostatečnou stabilitu založení, Navíc je základová půda již konsolidovaná.

V Liberci, dne 21.12.2023
Vypracoval Ing.T.Humpal