

Souřadnicový systém: S-JTSK

Výškový systém: Bpv



ROAD-TRAFFIC s.r.o.
Husova 220
742 83 Klimkovice
Česká republika

ID schránky: ykpas86
IČ: 099 73 338
DIČ: CZ09973338
email: info@road-traffic.cz
www.road-traffic.cz

STAVEBNÍK:



Kraj Vysočina
Žižkova 1882/57
586 01 Jihlava

ID schránky: ksab3eu
IČ: 70890749
DIČ: CZ 70890749
email: posta@kr-vysocina.cz
www.kr-vysocina.cz

SPRÁVCE:



**Krajská správa a údržba silnic
Vysočiny, příspěvková organizace**
Kosovská 1122/16,
586 01 Jihlava

ID schránky: 3qdn8g
IČ: 00090450
DIČ: CZ00090450
email: ksusv@ksusv.cz
www.ksusv.cz

HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	doc. Ing. Jan PETRŮ, Ph.D.	JEDNATEL SPOLEČNOSTI	doc. Ing. Jan PETRŮ, Ph.D.
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	VYPRACOVAL	KONTROLOVAL	
Ing. Michal Kostecký	Ing. Michal Kostecký	Ing. Jiří Doležel, Ph.D.	
KRAJ: VYSOČINA	POVĚŘENÝ OÚ: HAVLÍČKŮV BROD	OBEC: HAVLÍČKŮV BROD	
NÁZEV AKCE: "REKONSTRUKCE III/34719 PERKNOV - MOST EV.Č.34719-1" STAVEBNÍ OBJEKT: SO201 Most ev.č. 34719-1		ČÍSLO ZAKÁZKY	24-015
		STUPEŇ	PDPS
		DATUM	PROSINEC 2025
		FORMÁT	A4
		MĚŘÍTKO	-
PŘÍLOHA: STATICKÝ VÝPOČET		ČÁST: D.1.3	ČÍSLO PŘÍLOHY: 01

OBSAH STATICKÉHO VÝPOČTU

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU.....	3
2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU.....	4
3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU.....	5
3.1. POPIS KONSTRUKCE MOSTU	5
3.1.1. <i>Zakládání a zemní práce</i>	5
3.1.2. <i>Spodní stavba</i>	5
3.1.3. <i>Nosná konstrukce</i>	6
3.1.4. <i>Uložení nosné konstrukce</i>	6
3.2. MATERIÁL	6
3.2.1. <i>Materiál stávající nosné konstrukce</i>	6
3.2.2. <i>Materiál nové nasezené desky</i>	7
4. STATICKÝ VÝPOČET.....	8
4.1. MATERIÁL, MATERIÁLOVÉ PARAMETRY	8
4.2. TRVANLIVOST A KRYCÍ VRSTVA VÝZTUŽE	8
4.3. ZATÍŽENÍ	8
4.4. ZATÍŽITELNOST	9
4.5. KOMBINACE ZATÍŽENÍ	10
4.6. VÝPOČTOVÝ MODEL	11
4.6.1. <i>Vnitřní síly</i>	14
4.7. ÚNOSNOST KRITICKÉHO PRŮŘEZU	15
4.7.1. <i>MSÚ</i>	15
4.7.2. <i>MSP</i>	15
4.7.3. <i>MSP</i>	16
4.8. OVĚŘENÍ PŘETVOŘENÍ KONSTRUKCE	18
4.9. OVĚŘENÍ NAPĚTÍ V ZÁKLADOVÉ SPÁŘE BEZ Vlivu SMRŠTĚNÍ NAsAZENÉ DESKY	19
4.10. ZATÍŽITELNOST	21
5. ZÁVĚR	22
6. PŘEDPISY, NORMY, POUŽITÉ PODKLADY	22
NORMY	22
SOFTWARE	22
7. PŘÍLOHY	24
7.1. STANOVENÍ NÁVRHOVÉ ÚNOSNOSTI STÁVAJÍCÍ ŽB DESKY	24
7.2. STANOVENÍ NÁVRHOVÉ ÚNOSNOSTI STÁVAJÍCÍ ŽB DESKY SPŘAŽENÉ S NAsAZENOU DESKOU	26
7.3. NÁVRH SPŘAŽUJÍCÍ VÝZTUŽE NA STYKU STÁVAJÍCÍ DESKY A NAsAZENÉ DESKY	28
7.4. STANOVENÍ NÁVRHOVÉ ÚNOSNOSTI ZÁKLADOVÉ PŮDY	30
7.5. DIAGNOSTICKÝ PRŮZKUM, ZATÍŽITELNOSTI STÁVAJÍCÍ NOSNÉ KONSTRUKCE 03/2022.....	41

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE MOSTU

Název stavby	„Rekonstrukce III/34719 Perknov – most ev. č. 34719-1“
Objekt č.	SO 201
Název objektu	Most ev. č. 34719-1
Obec	Havlíčkův Brod
Katastrální území	Perknov [637955]
Kraj	Kraj Vysočina
Objednatel stavby	Krajská správa a údržba silnic Vysočiny p.o. Kosovská 1122/16, 586 01 Jihlava
Nadřízený orgán	-
Uvažovaný správce mostu	Krajská správa a údržba silnic Vysočiny p.o. Kosovská 1122/16, 586 01 Jihlava cestmistrovství Havlíčkův Brod
Projektant SO	ROAD-TRAFFIC s.r.o. Husova 220, 742 83 Klimkovice
Zpracovatelský útvar	ROAD-TRAFFIC s.r.o.
Hlavní inženýr projektu	Doc. Ing. Jan Petrů, Ph.D.
Zodpovědný projektant objektu	Ing. Michal Kostecký, kontroval a autorizoval: Ing. Jiří Doležel, Ph.D. reg. č. ČKAIT: 1103808 IM00
Stupeň dokumentace	PDPS Projektová dokumentace pro provádění stavby dle Vyhlášky č. 227/2024 Sb.
Druh převáděné komunikace	sil. III. třídy S6,5/-
Kategorie komunikace	S6.5 (po rekonstrukci)
Druh přemostované překážky	Vodní tok
Staničení křížení na III/34719	km 0,858 – silnice III. třídy 34719 (na úseku: 0,858 km, liniové/provozní: 0,858 km)
Staničení mostu	km 0,856 26 – OP 1 km 0,859 74 – OP 2 km 0, -----
Staničení přemostované překážky	
Úhel křížení	90,0° – bezejmenný tok (IDV 10246265)
Požadovaná podjezdná výška	- m
Volná výška pod mostem	2,02m

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTU

Charakteristika mostu	Trvalý mostní objekt o jednom poli. Stávající ŽB monol. deska prostě uložená. Celková šířka nosné konstrukce 6,50m, délka 4,975m. Stávající deska uložena na asfaltové lepence, statické působení nosné konstrukce je prosté pole. Nová nasazená monol. ŽB deska spřažena se stávající ŽB deskou s uložení/spřažením na stávající spodní stavbě. Šířka desky 7,50 m, délka 10,975m. Spodní stavba je tvořena masivními dříky opěr s nasazenými úložnými prahy z kamenného kvádrového zdiva. Křídla jsou rovnoběžná z kamenného kvádrového zdiva. Mostní objekt je plošně.
Délka přemostění šikmá/kolmá	2,975/2,975 m
Délka mostu	10,975 m
Délka nosné konstrukce	10,975 m (nasazená deska)
Rozpětí pole šikmé	3,95 m (stávající deska)
Šikmost mostu	kolmý
Volná šířka mostu	6,50 m
Šířka mezi zábr. svodidly	6,50 m
Šířka průjezdního prostoru	6,50 m
Šířka průchozího prostoru	není
Šířka nosné konstrukce	7,50 m (nasazená deska) 6,50 m (stávající deska)
Celková šířka mostu (včetně říms)	8,10 m
Výška mostu nad terénem ¹	2,92 m (nad dnem vodního toku)
Volná výška pod mostem	2,05 m
Stavební výška	0,855 m
Plocha nosné konstrukce mostu ²	$7,50 \times 10,975 = 82,30 \text{ m}^2$
Zatížení/ stávající zatížit. mostu	dle ČSN 73 6222 08/2013: <ul style="list-style-type: none">- Normální zatížitelnost (V-CZEN) $V_n = 28,0 \text{ t}$- Výhradní zatížitelnost (V-CZEN) $V_r = 147,0 \text{ t}$- Výjimečná zatížitelnost (V-CZEN) $V_e = 354,0 \text{ t}$
Zatížení/ nová zatížit. Mostu po rekonstrukci	dle ČSN 73 6222 08/2013: <ul style="list-style-type: none">- Normální zatížitelnost (V-CZEN) $V_n = 37,0 \text{ t}$- Výhradní zatížitelnost (V-CZEN) $V_r = 107,0 \text{ t}$- Výjimečná zatížitelnost (V-CZEN) $V_e = 187,0 \text{ t}$
Důležitá upozornění	

¹ rozdíl nivelet v bodě křížení

² šířka nosné konstrukce × délka nosné konstrukce

3. TECHNICKÉ ŘEŠENÍ MOSTU

3.1. Popis konstrukce mostu

Stávající mostní objekt, jedná se o trvalý, jednoplošný, přesýpaný objekt. Nosnou konstrukci mostu tvoří monolitická železobetonová deska délky 3,95 m při světlosti mostního otvoru 2,975 m a šířky 6,5 m. Rozpětí konstrukce je 3,5 m, nosná konstrukce je uložena na kamenné úložné prahy opěr prostřednictvím asfaltové lepenky (neověřeno). Mostní závěry a ložiska nejsou provedeny. Spodní stavba je tvořena masivními opěrami ze žulových kvádrů na cementovou maltu, resp. s výplňovým betonem. Za lícovým zdívem provedeno hrubé zdivo s výplňovým betonem (podle diagnostického průzkumu). Na opěry navazují masivní rovnoběžná křídla z kamenného zdiva. Založení mostu je pravděpodobně plošné na základových pasech. Na stávající železobetonovou desku a křídla z kamenného zdiva jsou přibetonovány ŽB římsy. Na římsách je osazeno ocelové trojmadlové zábradlí s betonovými sloupky a ocelové svodidlo svodnicového typu.

Mostní objekt po rekonstrukci bude doplněn o nasazenou ŽB desku zřízenou/spřaženou na stávající nosnou konstrukci mostu a spodní stavbu po odbourání stávajících závěrných zídek a čistí křídel. Nasazením desky s jejím vykonzolováním cca 0,48 m přes návodní a povodní hranu mostního objektu, zřízením ŽB monol. říms bude na mostním objektu a v předpolí mostu zřízena komunikace v kat. S6,5. V důsledku rozšíření mostního objektu z původních 6,71 m na 8,1 m bude v předpolí mostu v délce cca 12,0 m na každou stranu rozšířeno násypové těleso se zřízením svahů ve sklonu 1:2,0.

3.1.1. Zakládání a zemní práce

V rámci rekonstrukce mostu nedochází k úpravě a změně způsobu založení. Dle mostního listu je založení mostu plošné na základových pasech. Předpokládá se šířka základových pasů 1,25-1,50m. Základové pásy pravděpodobně z kamene prolitého betonem. Dle HMP a MMP se na mostním objektu nenachází poruchy signalizující překročení únosnosti základové spáry a poruchy v založení. Opevnění koryta vodního toku pod mostem je částečně podemleto, rozsah podemletí bude zjištěn během realizace.

Podloží - rostlý terén v bezprostřední okolí vodoteče je tvořeno nivními nezpevněnými sedimenty. Okolní terén je pak dle dat ČGS tvořen eluviálními zeminami, zvětralé matečné horniny – leptynitu a obecně kvartérními pokryvy, tedy zeminy třídy S4-SM až G2 – GP, viz. archivní sonda IGP mostu ev.č. 150-023 ve vzdálenosti 350m po toku. Identifikovaná zemina na předpolí je ve shodě s předpoklady ČGS. Základové spára je pravděpodobně tvořena zeminami shodnými s předpolím mostu **S4 – SM** dle DP.

Směrné normové charakteristiky písčitých zemí jsou převzaty z ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy.

Třída	Symbol	v	β	γ [kN/m ³]	E _{def} [MPa]	φ _{ef} [°]	C _{ef} [kPa]
				I _d = 0,67-1,0			
S4	SM	0,35	0,74	18,0	5-15	28-30	0-10

Tabulková výpočtová únosnost základové půdy je převzata z ČSN 73 1001 Základová půda pod plošnými základy.

Třída	Symbol	Tabulková výpočtová únosnost R _{dt} [kPa]			
		Šířka základu b [m]			
		0,5	1,0	3,0	6,0
S4	SM	175	225	300	250

3.1.2. Spodní stavba

Opěry tvoří masivní kamenné zděné úložné prahy a dříky z kamenného kvádrového zdiva. Na dřík opěry navazují rovnoběžná masivní křídla z kamenného kvádrového zdiva délky cca 3,0m. Stávající kamenné návodní křídlo při OP2 vykazuje stabilitní poruchy a vychýlení od svislé roviny. Křídlo bylo v minulosti zajištěno pomocí bet. skružík kladených na sebe.

Bourací práce v rámci spodní stavby budou provedeny v rozsahu odbourání stávajících závěrných zídek a ubourání částí křídel pro potřeby provedení dodatečně nasazené ŽB desky nosné konstrukce. Součástí bouracích prací bude rozebrání a opětovné přeznění návodního křídla při OP2 vč. rozebrání stávajícího zajištění bet. skružemi.

Uložení nosné konstrukce na úložném prahu je provedeno prostřednictvím přímého uložení na vrstvu asfaltové lepenky.

3.1.3. Nosná konstrukce

Stávající nosnou konstrukci mostu tvoří monolitická železobetonová deska délky 3,95 m při světlosti mostního otvoru 2,975 m a šířky 6,5 m. Rozpětí konstrukce je 3,5 m, nosná konstrukce je uložena na kamenné úložné prahy opěr prostřednictvím asfaltové lepenky (neověřeno). Výška desky je v příčném řezu 0,27 m (dle mostního listu 0,38 m). Sklon horního povrchu stávající mostovky je v podélném i příčném sklonu pravděpodobně vodorovný. Stávající ŽB deska je z betonu třídy **C35/45** (dle DP).

Nová nasazená ŽB monol. deska je v ploše stávající nosné konstrukce a závěrných zídek navržena jako přímo pojížděná (část desky I) s následným výškovým odskokem v délce křídel (část desky II) analogicky det. 305.91 VL4-SPK. Délka desky 10,975m, šířka desky 7,50.

Část desky I je horní povrch v příčném směru pod římsami ve vzdálenosti 0,25 m od odrazné obruby (úžlabí) veden spádu 6,0 % a následně povrch respektuje příčný sklon vozovky 2,5 %. Podélný spád je v délce stávající desky 0,0 % s následnou změnou na 4,0 % nad opěrami. Tl. desky v příčném řezu je od 0,37 m do 0,445 m.

Část desky II je horní povrch v příčném směru v 0,0 % spádu a v podélném směru je povrch vyspádován 4,0 % na konec, resp. začátek desky. Díky výškovému odskoku jsou po stranách desky vytvořeny nízké parapety v š. 0,50 m s 6,0 % sklonem horního povrchu směrem do vozovky. Na konci, resp. začátku zdi je navržen ozub š. 0,50 m.

Nasazená deska je navržena z betonu min. **C30/37 – XF3+XD1**. Před betonáží nové nasazené desky se provede očištění horního povrchu stávající ŽB desky tlakovou vodou max. hloubka 5 mm a provede se nátěr spojovacím můstkem.

Spřažení nasazené desky se stávající ŽB deskou je navrženo prostřednictvím spřahujících trnů z betonářské výztuže Ø16 mm tvaru L a U vlepovaných do vývrtu Ø22 mm dl. min. 100 mm v osově vzdálenosti v osově vzdálenosti 250 mm v podélném směru a v osově vzdálenosti 500 mm v příčném směru (celkem deska 13x15 = 197 vrtů).

Veškerá betonářská výztuž je z oceli **B500B** dle ČSN 42 0139.

3.1.4. Uložení nosné konstrukce

Na **opěrách 1,2** je nosná konstrukce uložena na stávající, pravděpodobně vrstvě asfaltové lepenky. Statické působení nosné konstrukce je prosté pole.

3.2. Materiál

3.2.1. Materiál stávající nosné konstrukce

Materiály nosné konstrukce jsou uvažovány podle provedeného diagnostického průzkumu. Beton nosné konstrukce je uvažován třídy **C35/45**, betonářská výztuž potom kvality **C37**. Charakteristiky materiálů se uvažují podle ČSN 73 0038 a příslušných částí ČSN EN 1992.

Beton C35/45	Pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$
	Pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$
	Mezní přetvoření	$\varepsilon_{cu} = 3,5\text{‰}$
	Modul pružnosti	$E_c = 34,0 \text{ GPa}$
	Součinitel	$\alpha_{cc} = 0,90$
	Součinitel pevnosti betonu	$\gamma_c = 1,50$
Betonářská výztuž (C37)	Mez kluzu	$f_{yk} = 210,0 \text{ MPa}$
	Modul pružnosti	$E_s = 210,0 \text{ GPa}$
	Součinitel materiálu	$\gamma_s = 1,15$
	Mezní přetvoření	$\varepsilon_s = 50\text{‰}$

3.2.2. Materiál nové nasezené desky

Pro jednotlivé konstrukční části mostu byly stanoveny třídy betonů a stupně vlivu prostředí podle ČSN EN 206+A2, ČSN EN 13 670, ČSN EN 1992 a kapitol 17 a 18 TKP-SPK. Výrobce betonu musí mít zavedený systém řízení výroby dle ČSN EN 206+A2, případně ČSN EN ISO 9001.

- NOSNÁ KONSTRUKCE DESKY

C30/37 - XD1, XF3

Navržená betonářská výztuž je z oceli **B500 B** dle ČSN 42 0139. Pro kladení betonářské výztuže do bednění je rozhodující údaj o nominální krycí vrstvě c_{nom} . Uvedené krytí platí pro veškerou výztuž, tzn. i pro konstrukční spony. Na výkresech je zároveň uvedena hodnota

Beton 30/37	Pevnost betonu v tlaku	$f_{ck} = 35,0 \text{ MPa}$
	Pevnost betonu v tahu	$f_{ctm} = 3,2 \text{ MPa}$
	Mezní přetvoření	$\varepsilon_{cu} = 3,5\text{‰}$
	Modul pružnosti	$E_c = 34,0 \text{ GPa}$
	Součinitel	$\alpha_{cc} = 0,90$
	Součinitel pevnosti betonu	$\gamma_c = 1,50$
Betonářská výztuž B500B	Mez kluzu	$f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$
	Modul pružnosti	$E_s = 210,0 \text{ GPa}$
	Součinitel materiálu	$\gamma_s = 1,15$
	Mezní přetvoření	$\varepsilon_s = 50\text{‰}$

4. STATICKÝ VÝPOČET

Předmětem statického výpočtu je určení zatížitelnosti nosné deskové konstrukce mostu tvořené stávající ŽB deskou doplněné o nasazenou ŽB desku spřaženou se stávající konstrukcí mostu.

Stávající ŽB prostě uložená deska je tl. 280 - 300mm v šířce 6,00m. Nová nasazená deska je v tl. 0,40m v místě stávající NK a následně přechází v podobě „zapuštěné přechodové desky“ na spodní stavbu. Šířka nasazené desky je 7,40m, tj. je cca 0,70m konzolovitě vyložená přes líc NK a křídla spodní stavby. Se stávající ŽB deskou je spřažena spřahující výztuží. Na spodní vrstvě je položena na vyrovnávací vrstvu betonu s předpokladem možného posunu v kontaktu beton x beton.

4.1. Materiál, materiálové parametry

Pevnostní a deformační charakteristiky betonu

prvek	tř. betonu	f_{ck} [MPa]	f_{ctm} [MPa]	$f_{ctk,0.05}$ [MPa]	E_{cm} [MPa]
Stávající deska	C35/45	35,0	3,20	2,20	3400
vyrovn. spřaž. deska	C30/37	30,0	2,90	2,00	33000
římsy	C30/37	30,0	2,90	2,00	33000

Pevnostní charakteristiky oceli

druh oceli	f_{yk} [MPa]	E_s [MPa]
C37	210	200000
B500B; B500A (R 10505)	500	200000

Návrhové hodnoty materiálových parametrů:

- tlaková pevnost betonu

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c$$

- tahová pevnost betonu pro MSÚ $f_{ctd} = f_{ctk,0.05} / \gamma_c$

α_{cc} – součinitel zohledňující dlouhodobé účinky na pevnosti v tlaku a nepříznivé účinky vyplývající ze způsobu zatížení, dle národního dodatku 0.85

γ_c – dílčí součinitel bezpečnosti pro beton 1.5

- tahová pevnost výztuže

$$f_{yd} = f_y / \gamma_s$$

γ_s – dílčí součinitel bezpečnosti pro betonářskou výztuž 1.15

4.2. Trvanlivost a krycí vrstva výztuže

Betonová krycí vrstva nosné výztuže je vzdálenost mezi povrchem výztuže (včetně třmínků a spon) nejbližším k nejbližšímu povrchu betonu a tímto nejbližším povrchem betonu.

- jmenovitá (nominální) tloušťka krycí vrstvy betonu u nových konstrukcí

$$c_{nom} = c_{min} + \Delta c_{dev} = 40 + 10 = 50 \text{ mm (pro konstrukce betonované na stavbě)}$$

$$c_{min} = \max(25 \text{ mm}; 40 + 0 + 0 + 0 = 40 \text{ mm}; 10 \text{ mm})$$

- jmenovitá (nominální) tloušťka krycí vrstvy betonu u stávající desky, hlavní výztuž

$$c_{nom} = 30 \text{ mm}$$

$$c_{min} = 20 \text{ mm}$$

4.3. Zatížení

Orientační zatížitelnost nosné konstrukce je stanovena pro následující zatěžovací stavy uvedeny souhrnně v Tab.1. Zatížení je uvažováno v souladu s ČSN EN 1991: Zatížení konstrukcí. Zatěžování dopravou je uvažováno modelem LM1, 6NV a zvláštním vozidlem dle ČSN 73 6222 a jsou uvedeny na Obr. 1.

STÁLÁ ZATÍŽENÍ

OZN.	POPIS	VÝPOČET	HODNOTA	POZN.
ZS1	vlastní tíha			
	stávajících částí spodní stavby	-	25,0 kN/m ³	
	vl. tíha stávající ŽB desky	-	25,0 kN/m ³	
ZS2	vl. tíha nasazené desky	-	25,0 kN/m ³	
ZS3	zatížení smrštěním betonu	-	-0,2 mm/m	
ZS4	ostatní stálá			
	konstrukce vozovky	$tl \cdot \gamma = 0.14 \cdot 23$	3,2 kN/m ²	
	ŽB římsa - pravá	$A \cdot \gamma = 0.27 \cdot 25$	6,8 kN/m	
	ŽB římsa - levá	$A \cdot \gamma = 0.27 \cdot 25$	6,8 kN/m	
	svodidla	-	1,5 kN/m	

PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ HLAVNÍ

OZN.	POPIS	VÝPOČET	HODNOTA	POZN.
ZS5	svislé pohyblivé zatížení			
a	LM1 (dvounápr. a rovn. zat.)	-		dle ČSN 73 6222
d	šestináprava 90,0t	-		dle ČSN 73 6222
c	zvláštní vozidlo devitináprava 180,0t	-		dle ČSN 73 6222

PROMĚNNÁ ZATÍŽENÍ VEDLEJŠÍ

OZN.	POPIS	VÝPOČET	HODNOTA	POZN.
ZS6	brzdné a rozjezdové síly			
	dle čl. 4.4.1	$Q_{ik} = 0.6 \alpha_{Q1} (2Q_1) + 0.1 \alpha_{Q1} q_1 w_i L$	261,6 kN	dle ČSN EN 1991-2
		$180 \alpha_{Q1} < Q_{ik} < 900 \text{ kN}$	261,6 kN	
ZS7a	rovnoměrné oteplení RZT +°C	$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0$	28,9 °C	neuvažuje se
ZS7b	rovnoměrné ochlazení RZT -°C	$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min}$	-33,4 °C	neuvažuje se
ZS8a	nerovnoměrné oteplení NZT +°C	$\Delta T_{M,heat} = T_{M,heat} \cdot k_{sur}$	7,5 °C	neuvažuje se
ZS8b	nerovnoměrné ochlazení NZT -°C	$\Delta T_{M,cool} = T_{M,cool} \cdot k_{sur}$	-8,0 °C	neuvažuje se

Tab. 1 Zatěžovací stavy

Pozn1. Pro výpočet rovnoměrného ochlazení a oteplení NK je uvažováno s průměrnými hodnotami teploty vzduchu ve stínu $T_{min} = -23.4^\circ\text{C}$ a $T_{max} = 37.4^\circ\text{C}$. Pro výpočet nerovnoměrného ochlazení a oteplení NK je uvažován typ 3 a výška mostního svršku 150mm.

4.4. Zatížitelnost

Zatížitelnost mostu se dodatečně stanoví dle ČSN 73 6222, ČSN 73 6221 a dle EC2.

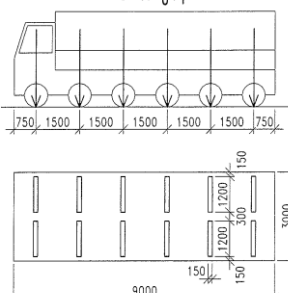
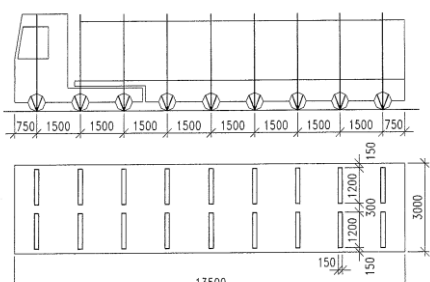
Zatížitelnost normální (V_n) – největší okamžitá celková hmotnost jednoho vozidla dle Obr. 1. Vozidla této hmotnosti mohou přejíždět most bez dopravního omezení (v libovolném počtu). Provoz chodců a cyklistů není omezen.

Zatížitelnost výhradní (V_r) – největší okamžitá celková hmotnost jednoho vozidla dle Obr.1, které smí přejíždět přes most jako jediné, tj. za vyloučení ostatních silničních vozidel, avšak bez dalších dopravních omezení. Provoz chodců a cyklistů ve vyhrazených pásích je zachován.

Zatížitelnost výjimečná (V_e) – největší okamžitá celková hmotnost jednoho vozidla dle Obr. 1, které smí přejet přes most pouze za vyloučení veškeré ostatní dopravy (včetně chodců a cyklistů) a za dodržení dalších omezujících opatření (přejezd předepsanou rychlostí, dodržení stanovené stopy).

Hodnoty dynamických součinitelů pro zatížení dopravou jsou uvažovány následovně:

- normální zatížitelnost – zatížení jedním zatěžovacími pruhy $\delta_2 = 1,25$
- výhradní zatížitelnost – zatížení celým vozidlem $\delta_2 = 1,25$
- výjimečná zatížitelnost – zatížení celou soupravou $\delta_2 = 1,05$

<p>LM1 - dvou náprava</p> <p><u>Půdorysná náhradní plocha:</u> TS LM1–3,0x5,0m <u>Pro zatížitelnost 32 tun na zatěžovací šířku 6,50m:</u> UDL (2,5kN/m²x2,4) 6,0 kN/m² TS (2x2x120kN) 16,0 kN/m² <u>Dynamický součinitel:</u> $\delta_2=1,25$</p>	<p>TYP ZATÍŽENÍ</p> <p>DVOUNÁPRAVA : Zat.pruhy č.1 a č.2</p> <p>"1" - TĚŽKÉ</p> <p>JEDNODUCHÁ NÁPRAVA : Zat.pruhy č.3 a č.4</p> <p>"2" - STŘEDNÍ</p> <p>ZBÝVAJÍCÍ PLOCHA ZAT.PROSTORU</p> <p>"3" - LEHKÉ</p> <p>PŮDORYS</p> <p>NEOMEZENÁ DÉLKA</p> <p>"3" - LEHKÉ</p> <p>"1" - TĚŽKÉ</p> <p>"3" - LEHKÉ</p> <p>"2" - STŘEDNÍ</p> <p>$V_{aw} = 2 \times 0,5 V_{aw}$</p> <p>$V_{ajw} = 0,5 V_{aw}$</p> <p>$V_{aw} = 100 v_n = 2 \times 50 v_n$ (no jedno kolo 25 v_n)</p> <p>$V_{ajw} = 50 v_n$ (no jedno kolo 25 v_n)</p> <p>1,5 v_n 1,0 v_n</p> <p>2x25 v_n 2x25 v_n</p> <p>25 v_n 25 v_n</p> <p>3,0 3,0 3,0</p> <p>PRŮH Č.1 PRŮH Č.3</p>
<p>6NV - šestinápravové vozidlo 90t</p> <p><u>Půdorysná náhradní plocha:</u> Vozidlo 900/150–3,0x8,0m <u>Pro zatížitelnost 90 tun na zatěžovací šířku 6,50m:</u> LM3 900/150 17,3 kN/m² <u>Dynamický součinitel:</u> $\delta_2=1,25$</p>	<p>$6 \times \frac{1}{6} V_r$</p> 
<p>ZVLÁŠTNÍ VOZIDLO - zvláštní vozidlo 180t</p> <p><u>Půdorysná náhradní plocha:</u> Vozidlo 1800/200–3,0x14,0m <u>Pro zatížitelnost 180 tun na zatěžovací šířku 6,50m:</u> LM3 1800/200 19,7 kN/m² <u>Dynamický součinitel:</u> $\delta_2=1,05$</p>	<p>$9 \times \frac{1}{9} V_e$</p> 

Obr. 1 Zatěžovací modely dopravou dle ČSN 73 6222

4.5. Kombinace zatížení

Návrhová hodnota účinku zatížení (E_d) se musí pro každý rozhodující stav stanovit prostřednictvím kombinace zatížení, které se mohou vyskytnout současně.

Kombinace zatížení pro trvalé a dočasné návrhové situace

Základní kombinace zatížení pro STR a GEO je dána vztahy (6.10), (6.10a) a (6.10b) dle ČSN EN 1990:

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\sum_{j \geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot \psi_{0,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

$$\sum_{j \geq 1} \xi \cdot \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{Q,i} \cdot Q_{k,i}$$

Charakteristická kombinace

Charakteristická kombinace zatížení pro ověření nevratných mezních stavů použitelnosti je dána vztahem (6.14b) dle ČSN EN 1990:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}$$

Častá kombinace

Častá kombinace zatížení pro ověření vratných mezních stavů použitelnosti je dána vztahem (6.15b) dle ČSN EN 1990:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \psi_{1,1} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i > 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

Kvazistálá kombinace

Kvazistálá kombinace zatížení je dána vztahem (6.16b) dle ČSN EN 1990:

$$\sum_{j \geq 1} G_{k,j} + P + \sum_{i \geq 1} \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}$$

ZATÍŽENÍ	ZNAČKA		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Zatížení dopravou (viz EN 1991-2, Tabulka 4.4)	gr1a (LM1+zatížení chodci nebo cyklisty)	TS (dvojnápravy)	0.75	0.75	0
		UDL(rovnoměrné zatížení)	0.40	0.40	0
		Zatížení chodci+zatížení cyklisty	0.40	0.40	0
	gr1b (jednotlivá náprava)		0	0.75	0
	gr2 (vodorovné síly)		0	0	0
	gr3 (zatížení chodci)		0	0	0
	gr4 (LM4 (zatížení davem lidí))		0	0.75	0
	gr5 (LM3 (zvláštní vozidla))		0	0	0
Zatížení větrem	F_{wk}				
	- Trvalé návrhové situace		0.60	0.20	0
	- Provádění		0.80	-	0
	F_w		1.00	-	-
Zatížení teplotou	T_k		0.60	0.60	0.50
Zatížení sněhem	$Q_{Sn,k}$ (během provádění)		1.00	-	-
Stavenišť. zatížení	Q_c		1.00	-	1.00

Tab. 2 Doporučené hodnoty součinitelů ψ pro mosty pozemních komunikací

4.6. Výpočtový model

Nosná konstrukce mostu ve stávajícím stavu působí jako prosté pole. Pro potřeby stanovení vnitřních sil byly vytvořeny dva výpočtové modely:

Prutový model

Numerický model pro stanovení vnitřních sil je vytvořen jako prostý nosník o jednom poli. V rámci zjednodušeného přepočtu účinku a roznosu zatížení v příčném směru bylo uvažováno s předpokladem tuhé desky v šířce 6,0m pro případ normálního zatížení dopravou LM1 a v šířce 6,0m pro případ výhradního a výjimečného zatížení dopravou.

Deskostěnový model

Numerický model pro ověření deformací a normálových napětí byl vytvořen jako deskostěnový model pro jednotlivé fáze výstavby:

1.fáze – model stávající NK

- stávající deska modelována v šířce 6,0m,
- uložení desky prosté,

2.fáze – model stávající NK vč. spodní stavby a nové nasazené ŽB desky

- nasazená deska spojena se stávající ŽB deskou modelována v šířce 6,0m
- na stávající opěry deska uložena kluzně (předpoklad stávající uložení na pružné/kluzné vrstvě),
- v předpolí nasazena deska pružně uložena, pružnostní konstanty plošného svislého podepření $K_z = 500 \text{ MN/m}^2$, pružnostní konstanty vodorovného podepření (zazubení na konci nasazené desky) $K_x = 25 \text{ MN/m}^2$,

- uložení stávající nosné konstrukce a nové nasazené desky na stávající opěru je modelováno pomocí kloubu na hraně plochy, přičemž je modelováno u_x – volné, u_y pružné 1000 MN/m^2 , u_z – tuhé a f_{ix} – tuhé,
- uložení/podepření spodní stavby tuhé ve směru Z, X, Y
- zatížení převedeno na liniové pro zatěžovací šířku 6,50m,

Průřezové charakteristiky stávající a sprážené desky

Jméno	Stávající nosná konstrukce
Typ	Obecný průřez
Material	C35/45
Výroba	obecný
Použití 2D MKP výpočet	*

A [m ²]	1,9500	
A y, z [m ²]		
I y, z [m ⁴]	0,014625	
I w [m ⁶], t [m ⁴]		
d y, z [mm]		
c YUSS, ZUSS [mm]	0	150
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]		

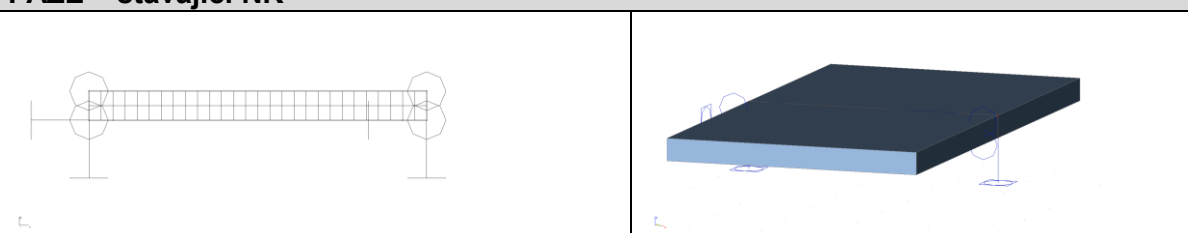
Jméno	Stáv. NK + nasazená deska
Typ	Obecný průřez
Material	C35/45 + C30/37
Výroba	obecný
Použití 2D MKP výpočet	*

A [m ²]	4,5500	
A y, z [m ²]		
I y, z [m ⁴]	0,18579	
I w [m ⁶], t [m ⁴]		
d y, z [mm]		
c YUSS, ZUSS [mm]	0	350
α [deg]	0,00	
A L, D [m ² /m]		

Stěnový model

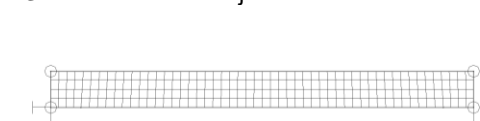
MKP model určený k výpočtu napjatosti v konstrukci při účincích smrštění v šířce stávající ŽB desky zatížené pretvořením 0.20mm/m nové nasazené desky sprážené se stávající NK.

FÁZE – stávající NK



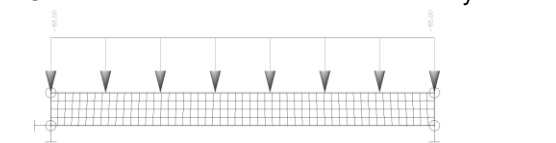
Zatížení

ZS1 vlastní tíha stávající NK



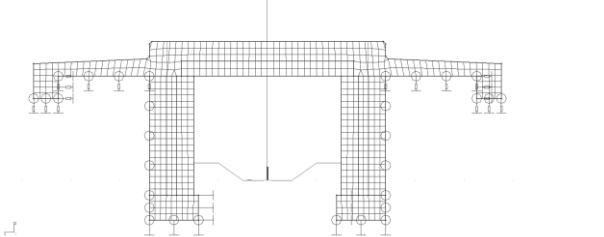
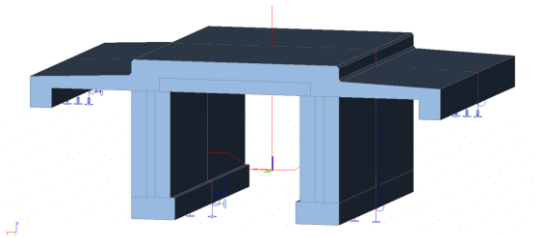
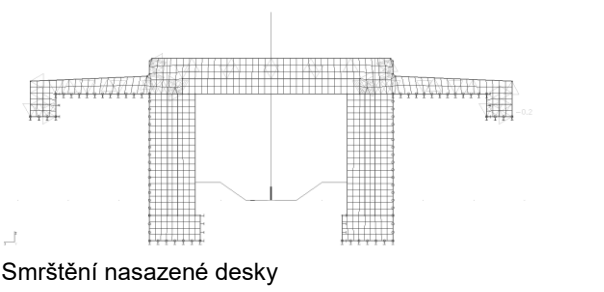
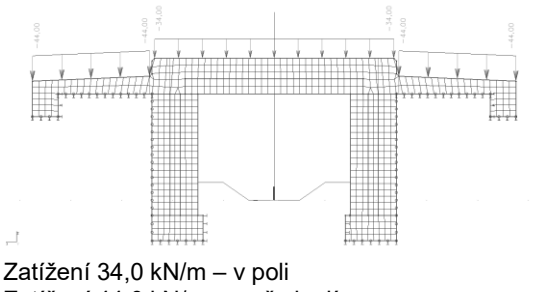
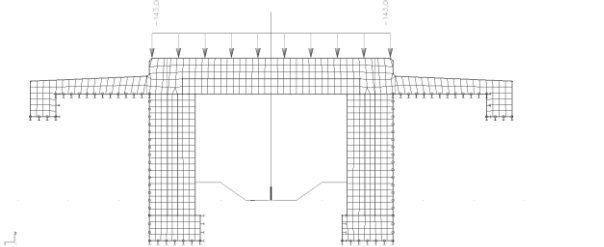
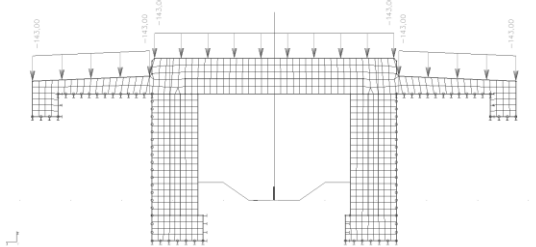
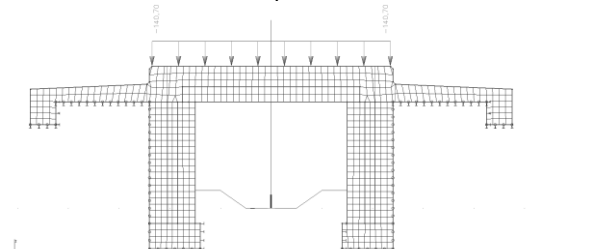
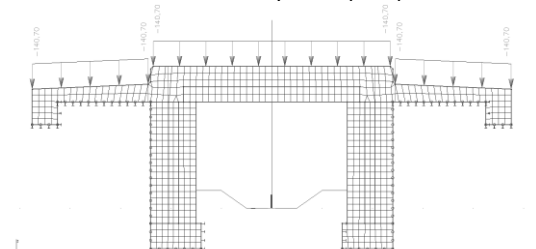
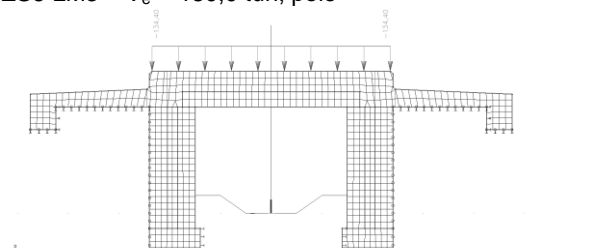
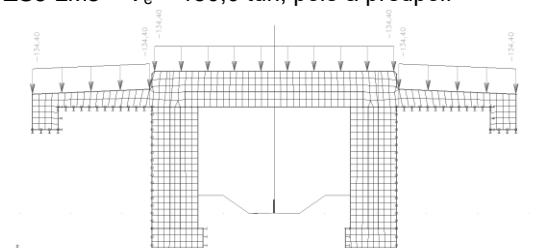
Objemový tíha betonu 25,0 kN/m³

ZS2 tíha čerstvého betonu nasazené desky



Tíha čerstvého betonu 65,0 kN/m tj. 25,0kN/m³ čerstvého betonu

FÁZE – nasazená deska sprážená se stávající NK

	
Zatížení	
<p>ZS3 smrštění -0,2mm/m</p>  <p>Smrštění nasazené desky</p>	<p>ZS4 ostatní stálé zatížení</p>  <p>Zatížení 34,0 kN/m – v poli Zatížení 44,0 kN/m – v předpolí</p>
<p>ZS5 LM1 – $V_n = 32,0$ tun, pole</p>  <p>Zatížení vč. dyn. součinitele</p>	<p>ZS5 LM1 – $V_n = 32,0$ tun, pole a předpolí</p> 
<p>ZS5 LM3 – $V_r = 90,0$ tun, pole</p> 	<p>ZS5 LM3 – $V_r = 90,0$ tun, pole a předpolí</p> 
<p>ZS5 LM3 – $V_e = 180,0$ tun, pole</p> 	<p>ZS5 LM3 – $V_e = 180,0$ tun, pole a předpolí</p> 

4.6.1. Vnitřní síly

ZS1

$$V_{g0,Ek} = 1,75 \cdot 25,00 \cdot 0,30 \cdot 6,50 = 85,31 \text{ kN}$$

$$M_{g0,Ek} = 0,125 \cdot 3,5 \cdot 3,5 \cdot 25,00 \cdot 0,30 \cdot 6,50 = 74,65 \text{ kNm}$$

$$V_{g0,Ed} = V_{Ek} \cdot \gamma = 85,31 \cdot 1,35 = 115,17 \text{ kN}$$

$$M_{g0,Ed} = M_{Ek} \cdot \gamma = 74,65 \cdot 1,35 = 100,78 \text{ kNm}$$

ZS2

$$V_{g0,Ek} = 1,75 \cdot 25,00 \cdot 0,40 \cdot 6,50 = 113,75 \text{ kN}$$

$$M_{g0,Ek} = 0,125 \cdot 3,5 \cdot 3,5 \cdot 25,00 \cdot 0,40 \cdot 6,50 = 99,531 \text{ kNm}$$

$$V_{g1,Ed} = V_{Ek} \cdot \gamma = 113,75 \cdot 1,35 = 153,56 \text{ kN}$$

$$M_{g1,Ed} = M_{Ek} \cdot \gamma = 99,531 \cdot 1,35 = 134,37 \text{ kNm}$$

ZS4

$$V_{g1,Ek} = 1,75 \cdot 23,0 \cdot 0,14 \cdot 6,5 \cdot 1,15 = 42,12 \text{ kN}$$

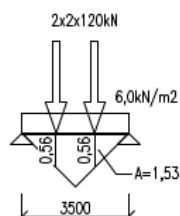
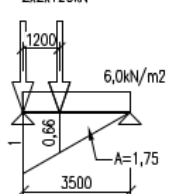
$$M_{g1,Ek} = 0,125 \cdot 3,5 \cdot 3,5 \cdot 23,0 \cdot 0,14 \cdot 6,50 \cdot 1,15 = 36,86 \text{ kNm}$$

$$V_{g1,Ed} = V_{Ek} \cdot \gamma = 42,12 \cdot 1,35 = 56,86 \text{ kN}$$

$$M_{g1,Ed} = M_{Ek} \cdot \gamma = 36,86 \cdot 1,35 = 49,76 \text{ kNm}$$

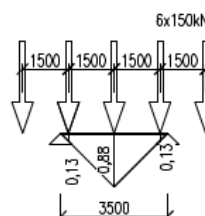
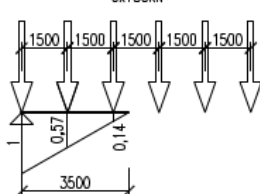
ZS5

LM1 (32,0t) - 2x TĚŽKÉ VOZIDLO
2x2x120kN



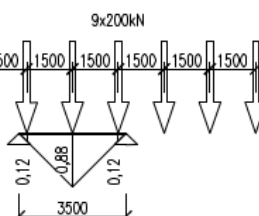
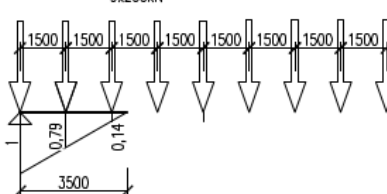
ŠESTINÁPRAVA (90,0t)

6x150kN



DEVITINÁPRAVA (180,0t)

9x200kN



LM1 (32,0t)

$$V_{Vn,Ek} = 1,75 \cdot 6,00 \cdot 6,50 + 2 \cdot 120 \cdot (1,00 + 0,66) = 466,65 \text{ kN}$$

$$M_{Vn,Ek} = 1,531 \cdot 6,0 \cdot 6,50 + 2 \cdot 120 \cdot (0,56 + 0,56) = 328,51 \text{ kNm}$$

$$V_{Vn,Ed} = V_{Ek} \cdot \delta \cdot \gamma = 466,65 \cdot 1,25 \cdot 1,35 = 787,47 \text{ kN}$$

$$M_{Vn,Ed} = M_{Ek} \cdot \delta \cdot \gamma = 328,51 \cdot 1,25 \cdot 1,35 = 554,36 \text{ kNm}$$

6-ti náprava (90,0t)

$$V_{Vr,Ek} = 150 \cdot (1,00 + 0,57 + 0,14) = 256,20 \text{ kN}$$

$$M_{Vr,Ek} = 150 \cdot (0,13 + 0,88 + 0,13) = 171,00 \text{ kNm}$$

$$V_{Vr,Ed} = V_{Ek} \cdot \delta \cdot \gamma = 256,20 \cdot 1,25 \cdot 1,35 = 432,34 \text{ kN}$$

$$M_{Vr,Ed} = M_{Ek} \cdot \delta \cdot \gamma = 171,00 \cdot 1,25 \cdot 1,35 = 288,56 \text{ kNm}$$

9-ti náprava (180,0t)

$$V_{Ve,Ek} = 200 \cdot (1,00 + 0,57 + 0,14) = 342,00 \text{ kN}$$

$$M_{Ve,Ek} = 200 \cdot (0,13 + 0,88 + 0,13) = 228,00 \text{ kNm}$$

$$V_{Ve,Ed} = V_{Ek} \cdot \delta \cdot \gamma = 342,00 \cdot 1,05 \cdot 1,35 = 484,79 \text{ kN}$$

$$M_{Ve,Ed} = M_{Ek} \cdot \delta \cdot \gamma = 228,00 \cdot 1,05 \cdot 1,35 = 323,19 \text{ kNm}$$

4.7. Únosnost kritického průřezu

Únosnost průřezu je stanovena za předpokladu výztuže neporušené a neoslabené korozivními účinky. Únosnost průřezu je stanovena pro samostatnou stávající ŽB desku bez uvažování ŽB nasazené desky (1. fáze) a s uvažováním ŽB nasazené desky v tl. min. 400mm (2. fáze) v polovině rozpětí (porušení ohybovým momentem) a nad opěrou v místě uložení (porušení posouvající silou).

4.7.1. MSÚ

<p><u>Stávající deska tl. 280-300mm v šířce 6000mm</u></p> <p>Třída betonu C35/45 Třída oceli C37</p> <p>Nosná výztuž: Profil 18 á 100mm</p> <p>Smyková výztuž – ohyby: Profil 18 á 300mm</p>	<p>Mezní stav únosnosti – porušení ohybem $M_{Rd} = 703,8 \text{ kNm}$</p> <p>Mezní stav únosnosti – porušení smykem - smyková síla přenášená betonem, průřez porušený trhlinami nevyztužený smykovou výztuží</p> <p>$V_{Rd,c} = 1152,4 \text{ kN}$</p> <p>- smyková síla přenášená betonářskou výztuží ohyby 32 Ø18mm, průřez porušený trhlinami</p> <p>$V_{Rd,s} = 520,4 \text{ kNm}$</p>
<p><u>Stávající deska tl. 280-300mm a spřažení s nasazenou deskou tl. 400mm v šířce 6000mm</u></p>	<p>Mezní stav únosnosti – porušení ohybem $M_{Rd} = 1948,3 \text{ kNm}$</p> <p>Mezní stav únosnosti – porušení smykem - smyková síla přenášená betonem, průřez porušený trhlinami nevyztužený smykovou výztuží</p> <p>$V_{Rd,c} = 1814,90 \text{ kN}$</p> <p>- smyková síla přenášená betonářskou výztuží, průřez porušený trhlinami</p> <p>$V_{Rd,s} = - \text{ kN}$</p>

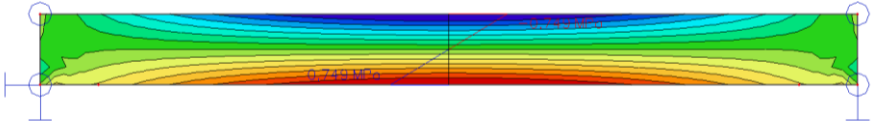
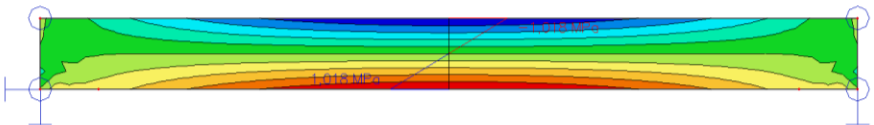
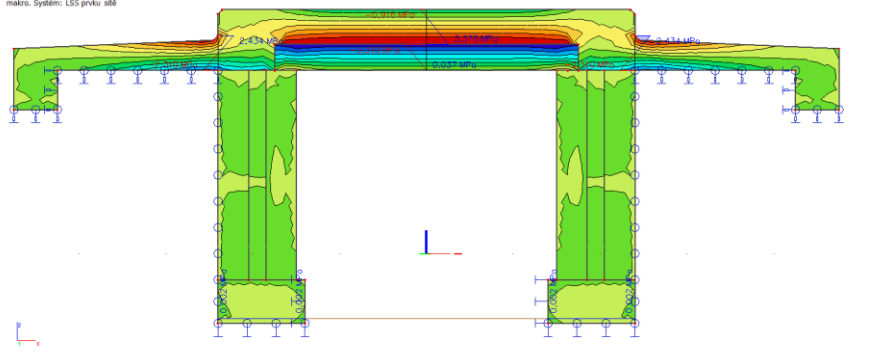
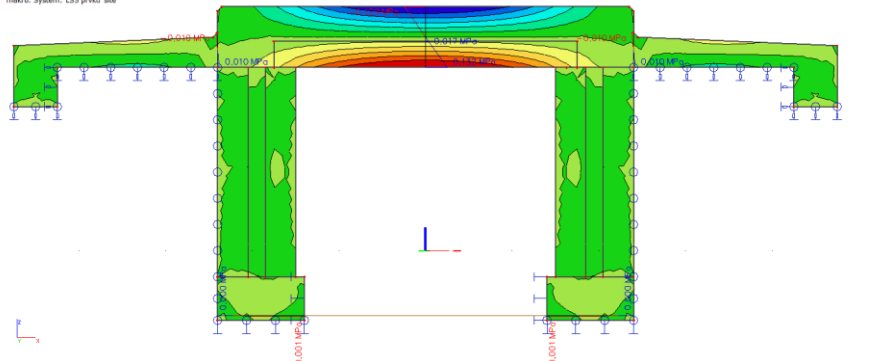
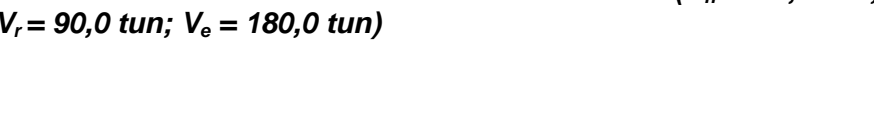
4.7.2. MSP

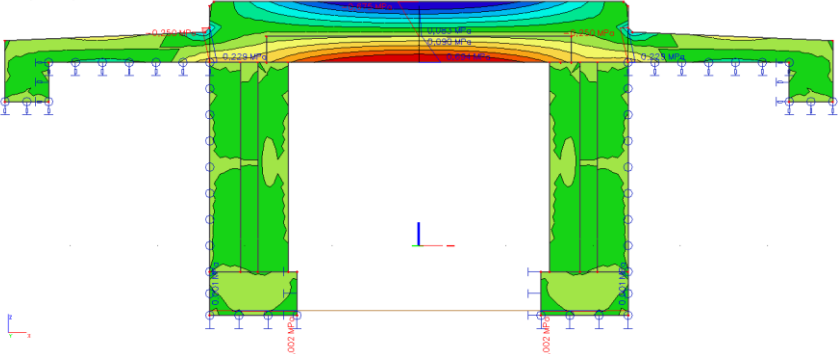
<p><u>Stávající deska tl. 280-300mm v šířce 6000mm</u></p> <p>Třída betonu C35/45 Třída oceli C37</p> <p>Nosná výztuž: Profil 18 á 100mm</p> <p>Smyková výztuž – ohyby: Profil 18 á 300mm</p>	<p>Omezení napětí – porušení výztuže $M_{Rk} = 725,0 \text{ kNm}$</p> <p>- omezení tahového namáhání v betonářské výztuži $0,8 \cdot f_{yk}$ a tlakového namáhání betonu $0,60 \cdot f_{ck}$ za předpokladu průřezu porušeného trhlinami</p>
<p><u>Stávající deska tl. 280-300mm a spřažení s nasazenou deskou tl. 400mm v šířce 6000mm</u></p>	<p>Omezení napětí – porušení výztuže $M_{Rk} = 2000,0 \text{ kNm}$</p> <p>- omezení tahového namáhání v betonářské výztuži $0,8 \cdot f_{yk}$ a tlakového namáhání betonu $0,60 \cdot f_{ck}$ za předpokladu průřezu porušeného trhlinami</p>

Pozn. Výpočet únosnosti stávající NK a NK se spřahující deskou je uvedeno v samostatných přílohách.

4.7.3. MSP

Ověření omezení napětí v polovině rozpětí NK

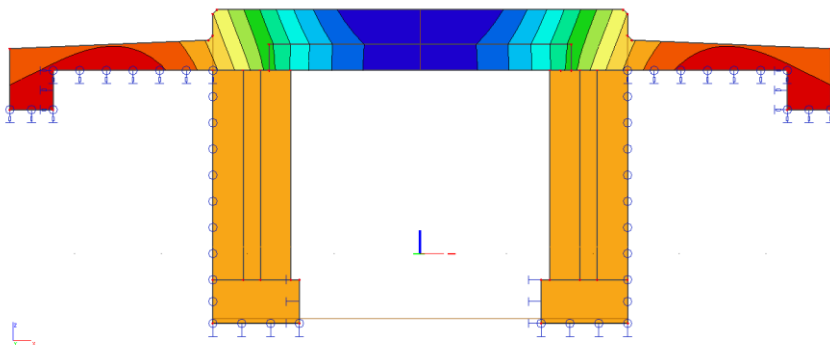
<p>1.FÁZE Vlastní tíha stávající nosné konstrukce</p> 	<p>Normálová napětí $\sigma_{h, s.NK} = -0,749 \text{ MPa}$ $\sigma_{d, s.NK} = 0,749 \text{ MPa}$</p>
<p>1.FÁZE Tíha čerstvého betonu nasazené desky</p> 	<p>Normálová napětí $\sigma_{h, s.NK} = -1,018 \text{ MPa}$ $\sigma_{d, s.NK} = 1,018 \text{ MPa}$</p>
<p>2.FÁZE Smrštění -0,20mm/m v rámci sprážením se stáv. NK</p> <p>2D napětí/přetvoření Hodnoty: ok Lineární výpočet Zatěžovací stav: ZS2 Průběh: Lichoběžníkový Extrém: SdF Výběr: Vše Přehled: V úložišti s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť</p> 	<p>Normálová napětí $\sigma_{h, s.NK} = -3,310 \text{ MPa}$ $\sigma_{d, s.NK} = 0,037 \text{ MPa}$ $\sigma_{h*} = -0,916 \text{ MPa}$</p>
<p>2.FÁZE Ostatní stálé zatížení</p> <p>2D napětí/přetvoření Hodnoty: ok Lineární výpočet Zatěžovací stav: ZS3 Průběh: Lichoběžníkový Extrém: SdF Výběr: Vše Přehled: V úložišti s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku síť</p> 	<p>Normálová napětí $\sigma_{h, s.NK} = 0,017 \text{ MPa}$ $\sigma_{d, s.NK} = 0,132 \text{ MPa}$ $\sigma_{h*} = -0,129 \text{ MPa}$</p>
<p>2.FÁZE Nahodilé zatížení LM1 a LM3 maximum ($V_n = 32,0 \text{ tun}$; $V_r = 90,0 \text{ tun}$; $V_e = 180,0 \text{ tun}$)</p> 	<p>Normálová napětí $\sigma_{h, s.NK} = 0,090 \text{ MPa}$ $\sigma_{d, s.NK} = 0,697 \text{ MPa}$ $\sigma_{h*} = -0,675 \text{ MPa}$</p>

<p>2D napětí/pletvoření Hodnoty: 0+ Lineární výpočet Třída: RC1 Průřez: Lichoběžníkový Extrém: SR Výběr: Vše Plocha: V úlicích s průměrováním na makro. Systém: LSS prvku s88</p> 	
<p>Celková hodnota normálových napětí v dolních a horních vláknech stávající desky a horních vláknech nasazené desky pro kombinaci dle ČSN EN 1991, vztah 6.14 v polovině rozpětí</p> <p>$\sigma_{d, s.NK} = 2,63 \text{ MPa} > f_{ctm} = 3,20 \text{ MPa}$ $\sigma_{h, s.NK} = -5,08 \text{ MPa} > 0,6 \cdot f_{ck} = -21,0 \text{ MPa} - \text{VYHOVÍ}$</p> <p>$\sigma_{h^*} = -1,72 \text{ MPa} > 0,6 \cdot f_{ck} = -18,0 \text{ MPa} - \text{VYHOVÍ}$</p> <p>Celková hodnota normálových napětí v dolních vláknech stávající desky pro kombinaci dle ČSN EN 1991, vztah 6.16 v polovině rozpětí</p> <p>$\sigma_{d, s.NK} = 1,94 \text{ MPa} < f_{ctm} = 3,20 \text{ MPa} - \text{trhliny nevzniknou}$</p>	

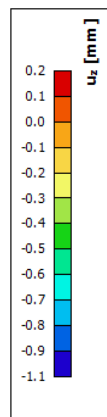
4.8. Ověření přetvoření konstrukce

2.FÁZE Smrštění -0,20mm/m v rámci sprážení se stáv. NK

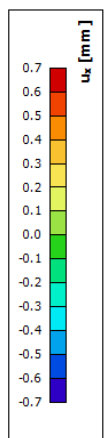
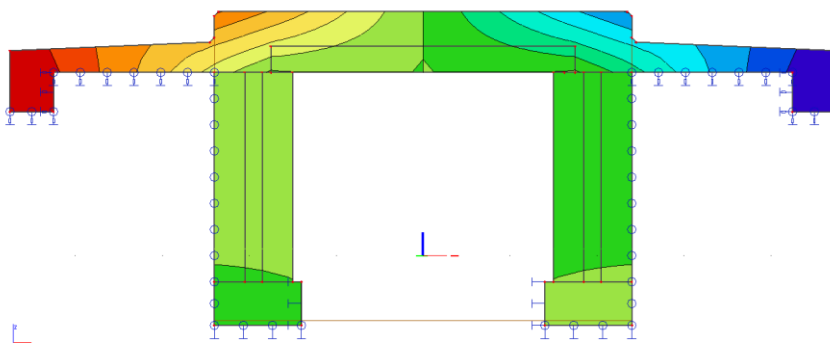
2D přímětřík
 Hodnoty: u_z
 Lineární výpočet
 Zastřehovací stav: ZS2
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Plocha: V úsecích s průměrováním
 Systém: Globální



Přetvoření



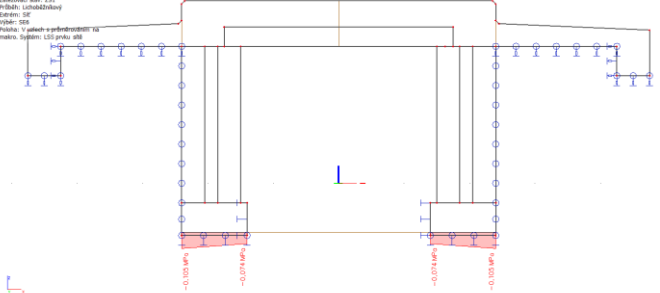
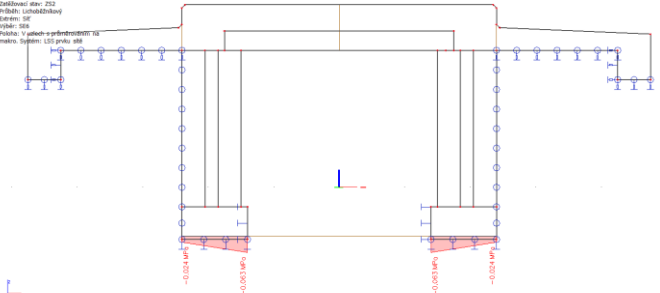
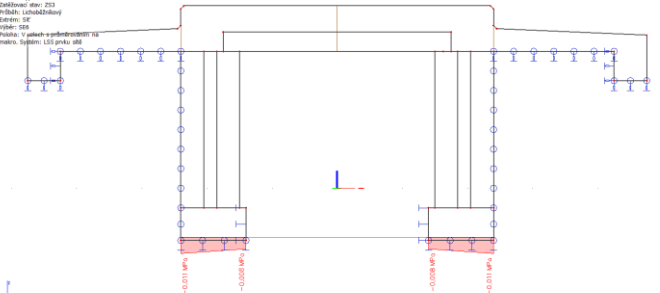
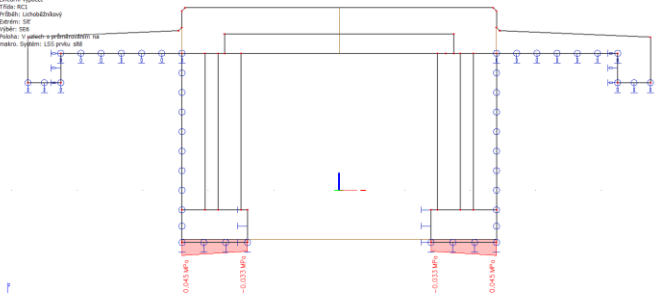
2D přímětřík
 Hodnoty: u_x
 Lineární výpočet
 Zastřehovací stav: ZS2
 Extrém: Globální
 Výběr: Vše
 Plocha: V úsecích s průměrováním
 Systém: Globální



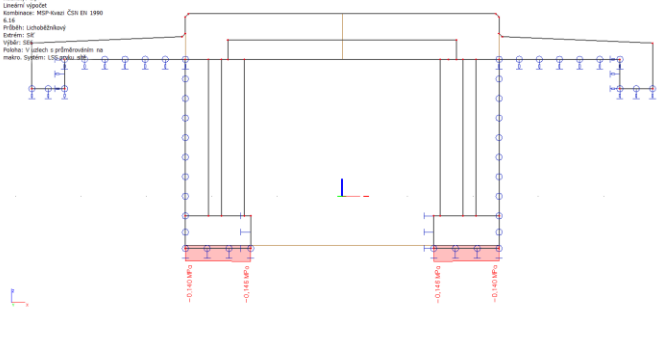
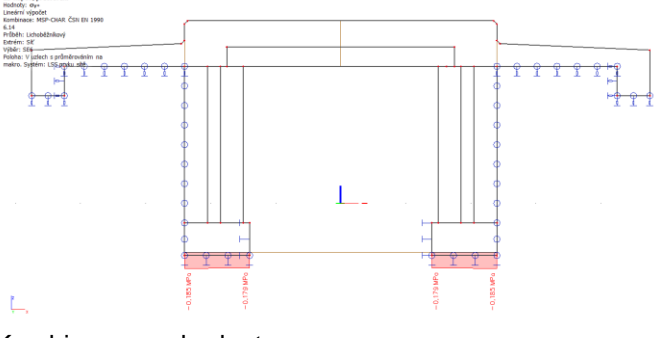
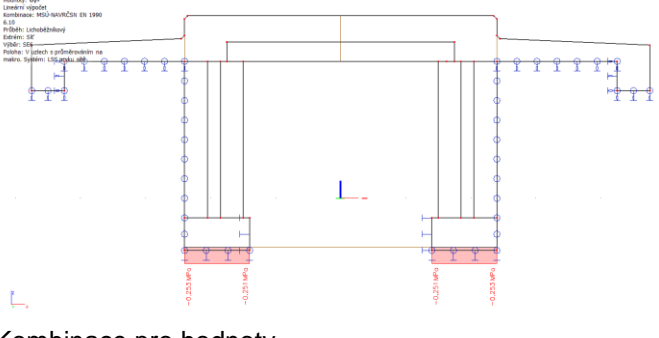
4.9. Ověření napětí v základové spáře bez vlivu smrštění nasazené desky

Tvar základu je neověřen, předpokládá se základ na šířku dřívku opěry 1,00m s přesazením 0,25m. Celková šířka základu se předpokládá 1,25m.

Zemina v základové spáře se uvažuje třídy S4 SM, písek hlinitý, ulehlý. Tabulková únosnost základové půdy dle ČSN 73 1001 **Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy** je stanovena pro šířku základu 1,25m interpolací mezilehlých hodnot na $R_{dt} = 260 \text{ kPa}$.

<p>Napětí v základové spáře od vlastní tíhy</p> 	<p>Max. kontaktní napětí $\sigma_{Ek,doprava} = 105,0 \text{ kPa}$</p>
<p>Napětí v základové spáře od smrštění nasazené desky</p> 	<p>Max. kontaktní napětí $\sigma_{Ek,doprava} = 63,0 \text{ kPa}$</p>
<p>Napětí v základové spáře od ostatního stálého zatížení</p> 	<p>Max. kontaktní napětí $\sigma_{Ek,doprava} = 11,0 \text{ kPa}$</p>
<p>Napětí v základové spáře od nahodilého zatížení</p> 	<p>Max. kontaktní napětí $\sigma_{Ek,doprava} = 45,0 \text{ kPa}$</p>

Kombinace dle ČSN EN 1990 vztah 6.16 – kvazi-stálá kombinace

	<p>Max. kontaktní napětí $\sigma_{Ekva,základ} = 146,0 \text{ kPa}$</p>
<p>Kombinace dle ČSN EN 1990 vztah 6.14 – charakteristická kombinace</p>	
 <p>Kombinace pro hodnoty</p> <ul style="list-style-type: none"> - Normální zatížitelnosti $V_n = 32,0 \text{ tun}$ - Výhradní zatížitelnosti $V_r = 90,0 \text{ tun}$ - Výjimečné zatížitelnosti $V_e = 180 \text{ tun}$ 	<p>Max. kontaktní napětí $\sigma_{Ek,základ} = 185,0 \text{ kPa}$</p>
<p>Kombinace dle ČSN EN 1990 vztah 6.10 – návrhová kombinace</p>	
 <p>Kombinace pro hodnoty</p> <ul style="list-style-type: none"> - Normální zatížitelnosti $V_n = 32,0 \text{ tun}$ - Výhradní zatížitelnosti $V_r = 90,0 \text{ tun}$ - Výjimečné zatížitelnosti $V_e = 180 \text{ tun}$ 	<p>Max. kontaktní napětí $\sigma_{Ek,základ} = 253,0 \text{ kPa}$</p> <p>Tab. únosnost zeminy $R_{bt} = 260,0 \text{ kPa}$</p> <p>– VYHOVÍ</p>

4.10. Zatížitelnost

Stanovení normální zatížitelnosti - 2.fáze

	Pole - porušení ohybovým momentem	Podpora - porušení posouvající silou	Pole - omezení napětí	Základová spára
Návrhová hodnota odolnosti	1656,06 kNm	1542,67 kN	1700,00 kNm	260,00 kPa
Účinky zatížení - vlastní tíha	174,18 kNm	199,06 kN	174,18 kNm	135,00 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Účinky zatížení - ost. stálé zat.	36,86 kNm	42,12 kN	36,86 kNm	12,00 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Účinky zatížení - nahodilé V_n	328,51 kNm	466,65 kN	328,51 kNm	39,20 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Dynamický součinitel	1,25 -	1,25 -	1,00 -	1,00 -

Hodnota zatížitelnosti	79,15 tun	49,46 tun	145,04 tun	37,22 tun
------------------------	------------------	------------------	-------------------	------------------

Stanovení výhradní zatížitelnosti - 2.fáze

	Pole - porušení ohybovým momentem	Podpora - porušení posouvající silou	Pole - omezení napětí	Základová spára
Návrhová hodnota odolnosti	1656,06 kNm	1542,67 kN	1700,00 kNm	260,00 kPa
Účinky zatížení - vlastní tíha	174,18 kNm	199,06 kN	174,18 kNm	135,00 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Účinky zatížení - ost. stálé zat.	36,86 kNm	42,12 kN	36,86 kNm	12,00 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Účinky zatížení - nahodilé V_n	171,00 kNm	256,20 kN	171,00 kNm	38,40 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Dynamický součinitel	1,25 -	1,25 -	1,00 -	1,00 -

Hodnota zatížitelnosti	427,65 tun	253,36 tun	783,66 tun	106,86 tun
------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Stanovení vyjimečné zatížitelnosti - 2.fáze

	Pole - porušení ohybovým momentem	Podpora - porušení posouvající silou	Pole - omezení napětí	Základová spára
Návrhová hodnota odolnosti	1656,06 kNm	1542,67 kN	635,00 kNm	260,00 kPa
Účinky zatížení - vlastní tíha	174,18 kNm	199,06 kN	174,18 kNm	135,00 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Účinky zatížení - ost. stálé zat.	36,86 kNm	42,12 kN	36,86 kNm	12,00 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Účinky zatížení - nahodilé V_n	228,00 kNm	342,00 kN	228,00 kNm	43,81 kPa
Dílčí součinitel zatížení	1,35 -	1,35 -	1,00 -	1,35 -
Dynamický součinitel	1,05 -	1,05 -	1,05 -	1,00 -

Hodnota zatížitelnosti	763,66 tun	451,90 tun	318,77 tun	187,33 tun
------------------------	-------------------	-------------------	-------------------	-------------------

Koeficient korozivního úbytku betonářské výztuže 0,95

5. ZÁVĚR

Zatížitelnost mostního objektu byla stanovena z pohledu mezní únosnosti nosné konstrukce tvořené stávající ŽB deskou a nasazenou ŽB deskou spřaženou se stávající NK. V rámci zjednodušeného přepočtu byla stanovena zatížitelnost při mezní únosnosti při porušení ohybovým momentem a posouvající silou, překročení omezení napětí v nosné konstrukci a překročení únosnosti základové spáry..

Zatížitelnost	Přepočet stávající NK (podrobný SV 2023)	Stanovená přepočtem V-CZEN	Pozn.
Normální V_n [tun]	28	37	Základová spára
Výhradní V_r [tun]	147	107	Základová spára
Výjimečná V_e [tun]	354	187	Základová spára

Tab. 3 Doporučená zatížitelnost mostu

V rámci dokumentace DPCS bude proveden přepočet zatížitelnosti mostu dle skutečně provedeného stavu a na základě aktualizovaných informací o stavebně-technickém stavu stávající ŽB deska a spodní stavby zjištěného během rekonstrukce mostního objektu.

!!! Projektová dokumentace neslouží k realizaci stavby !!!

6. PŘEDPISY, NORMY, POUŽITÉ PODKLADY

Normy

- ČSN EN 1990 ed.2 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí (02/2011),
- ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-1: Obecná zatížení – Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zat. pozemních staveb (03/2004, vč. změn),
- ČSN EN 1991-1-4 ed.2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-4: Obecná zatížení - Zatížení větrem (04/2013),
- ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí. Část 1-5: Obecná zatížení – Zatížení teplotou (05/2005, včetně změn),
- ČSN EN 1991-2 ed.2 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 2: Zatížení mostů dopravou (11/2015),
- ČSN EN 1992-1-1 ed.2 Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí. Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby (07/2011, vč. změny A1),
- ČSN EN 1992-2 Navrhování betonových konstrukcí - Část 2: Betonové mosty (05/2007, včetně změn),
- ČSN EN 206+A2 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda,
- ČSN 73 6201/2008 Projektování mostních objektů,
- ČSN 73 6222 Zatížitelnost mostů pozemních komunikací (07/2013, vč. změn),
- ČSN 73 6221 Prohlídky mostů pozemních komunikací (02/2018, vč. změn),
- ČSN ISO 13 880 Provádění betonových konstrukcí (06/2010, vč. změn),
- ČSN 73 1001 Zakládání staveb. Základová půda pod plošnými základy.

Software

- Scia Engineer 2019
- MS Office EXCEL 2022, Microsoft
- MS Office WORD 2022, Microsoft

Ostrava, prosinec 2025

Ing. Michal Kostelecký
ROAD-TRAFFIC s.r.o.
Husova 220
742 83 Klimkovice
mob.:
e-mail:

7. PŘÍLOHY

7.1. Stanovení návrhové únosnosti stávající ŽB desky

Betonový průřez - obdelník, mezní stav únosnosti

dle ČSN EN 1992-1-1

materiál

$f_{ck} =$	35,0 MPa	C35/45	$E_{cm} =$	34 GPa
$\alpha_{cc} =$	0,85		$\varepsilon_{cu3} =$	-0,0035
$f_{cd} =$	19,8 MPa		$E_s =$	200 GPa
$f_{yk} =$	206,0 MPa	10 216 E	$f_y/E_s =$	0,0009
$f_{yd} =$	179,1 MPa		$\varepsilon_{su} =$	0,0150

geometrie

$b =$	6,000 m	65	Ø	18 dolní povrch	$A_{sd} =$	0,01654 m ²
$h =$	0,280 m	0	Ø	20 horní povrch	$A_{sh} =$	0 m ²
$z_i =$	0,030 m					
$z_i =$	0,000 m					
$d_d =$	0,250 m	k horním vláknům				
$d_s =$	0,280 m	k horním vláknům				

vnitřní síly

$M_{Ed} =$	703,0 kNm
$V_{Ed} =$	520,0 kN

poloha NO

$x =$	0,031 m
$x_{lim} =$	0,199 m

$x < x_{lim}$ vyhovuje - dolní výztuž je využita na mez kluzu

mezní ohybový moment

$M_{Rd} =$	703,8 kNm
------------	-----------

$M_{Ed} < M_{Rd}$ VYHOVUJE

mezní posouvající síly pro prvky nevyžadující smykové výztužení

$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} k (100 \rho_1 f_{ck})^{1/3} b_w d$	$V_{Rd,c} =$	1152,4 kN	$k =$	1,89
$v_{min} = 0,035 k^{1,5} f_{ck}^{0,5}$	$v_{min} =$	0,54 MPa	$C_{Rd,c} =$	0,12
$\min V_{Rd,c} = v_{min} b_w d$	$\min V_{Rd,c} =$	809,9 kN	$\rho_1 =$	0,0110

$V_{Ed} < V_{Rd,c}$ vyhovuje - smyková výztuž dle k-čních zásad

mezní posouvající síly pro prvky vyžadující smykové výztužení

třminky

počet stříhů 0 Ø 8 á 100 mm

$V_{Rd,s} =$	0 kN	na m ²
--------------	------	-------------------

ohyby

počet profilů 34 Ø 18 $\alpha =$ 45 ° sklon ohybů

$V_{Rd,oh} =$	520,7 kN
---------------	----------

tlaková diagonála

$\cot \theta =$	1	$\cot \theta \in \langle 1,0; 2,5 \rangle$	$\theta =$	45,0 °
$v =$	0,516	Pozn. $V_{Rd,max}$ pro $\cot \theta = 2,5$ ná být větší jak $V_{Ed, max}$, jinak je nutno zvětšit průřez.		
$V_{Rd,max} =$	7293,3 kN	$V_{Rd,max}(\theta) =$	5032,37 kNm	průřez vyhovuje

$\min(V_{Rd,s,oh}, V_{Rd,max}) =$ 520,7 kN

$V_{Ed} < V_{Rd,c}$ VYHOVUJE

zvětšení tahové síly v podélné výztuži

$\Delta F = V_{Ed} / 2 \cdot (\cot \theta - \cot \alpha)$	$\Delta F =$	260 kN	$A_{s,nut} =$	0,00145 m ²
do oblasti podpěr je nutno zavést min.			6 ks	Ø 20 mm

Betonový průřez - obdélník, mezní stav použitelnosti

dle ČSN EN 1992-1-1

materiál

$f_{ck} =$	35,0 MPa	C35/45
$\alpha_{cc} =$	0,85	
$f_{ctm} =$	3,20 MPa	
$E_c =$	34000 MPa	
$f_{yk} =$	206,0 MPa	10 216 E
$E_s =$	200000 MPa	

omezující napětí

beton	
$0.6f_{ck} =$	21,0 MPa
$(0.45f_{ck} =$	15,8 MPa)

výztuž

$0.8f_{yk} =$	164,8 MPa
---------------	-----------

geometrie

$b =$	6,000 m	$\alpha =$	5,88
$h =$	0,280 m		

62	Ø	18 dolní povrch
0	Ø	20 horní povrch

$A_{sd} =$	0,01578 m ²	$z_i =$	0,030 m	k dolním vláknům
$A_{sh} =$	0,00000 m ²	$z_i =$	0,030 m	k dolním vláknům

ideální průřezové charakteristiky - průřez porušený trhlinami

$C_{g,i} =$	0,134 m
$A_i =$	1,7728 m ²
$I_i =$	0,0120 m ⁴

ohybový moment od účinků zatížení

$M_{Ek} =$	725,0 kNm
------------	-----------

posouzení omezení napětí v betonu

$\sigma_{c,d} =$	8,1 MPa	<	3,2 MPa
$\sigma_{c,h} =$	-8,8 MPa	>	-21,0 MPa

PRŮŘEZ JE PORUŠENÝ TRHLINAMI

ideální průřezové charakteristiky - průřez porušený trhlinami

poloha NO od horního okraje

$x =$	0,074 m
$A_i =$	0,5358 m ²
$S_i =$	0,0164 m ³
$I_i =$	0,0037 m ⁴

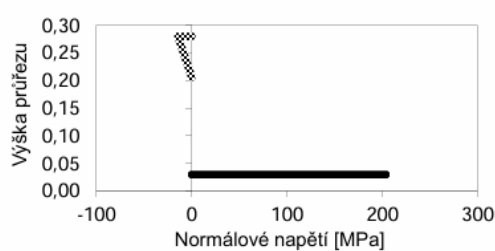
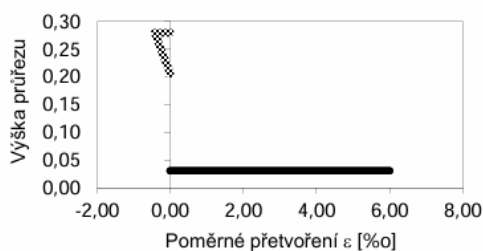
ohybový moment od účinků zatížení

$M_{Ek} =$	725,0 kNm
------------	-----------

posouzení omezení napětí v betonu a výztuži

$\sigma_c =$	-14,5 MPa	>	-21,0 MPa
$\sigma_{s,d} =$	203,9 MPa	<	164,8 MPa
$\sigma_{s,h} =$	203,9 MPa	<	164,8 MPa

PRŮŘEZ VYHOVÍ



7.2. Stanovení návrhové únosnosti stávající ŽB desky spřažené s nasazenou deskou

Betonový průřez - obdelník, mezní stav únosnosti

dle ČSN EN 1992-1-1

materiál

$f_{ck} =$	35,0 MPa	C35/45	$E_{cm} =$	34 GPa
$\alpha_{cc} =$	0,85		$\varepsilon_{cu3} =$	-0,0035
$f_{cd} =$	19,8 MPa		$E_s =$	200 GPa
$f_{yk} =$	206,0 MPa	10 216 E	$f_y/E_s =$	0,0009
$f_{yd} =$	179,1 MPa		$\varepsilon_{su} =$	0,0150

geometrie

$b =$	6,000 m	65	Ø	18 dolní povrch	$A_{sd} =$	0,01654 m ²
$h =$	0,700 m	0	Ø	20 horní povrch	$A_{sh} =$	0 m ²
$z_i =$	0,030 m					
$z_i =$	0,000 m					
$d_d =$	0,670 m	k horním vláknům				
$d_s =$	0,700 m	k horním vláknům				

vnitřní síly

$M_{Ed} =$	1948,0 kNm
$V_{Ed} =$	1814,0 kN

poloha NO

$x =$	0,031 m
$x_{lim} =$	0,533 m

$x < x_{lim}$ vyhovuje - dolní výztuž je využita na mez kluzu

mezní ohybový moment

$M_{Rd} = 1948,3 \text{ kNm}$

$M_{Ed} < M_{Rd}$ VYHOVUJE

mezní posouvající síly pro prvky nevyžadující smykové výztužení

$V_{Rd,c} = C_{Rd,c} \cdot k(100\rho_1 f_{ck})^{1/3} b_w d$	$V_{Rd,c} =$	1814,9 kN	$k =$	1,55
$v_{min} = 0,035 \cdot k^{1,5} f_{ck}^{0,5}$	$v_{min} =$	0,40 MPa	$C_{Rd,c} =$	0,12
$\min V_{Rd,c} = v_{min} \cdot b_w \cdot d$	$\min V_{Rd,c} =$	1600,6 kN	$\rho_1 =$	0,0041

$V_{Ed} < V_{Rd,c}$ vyhovuje - smyková výztuž dle k-čních zásad

mezní posouvající síly pro prvky vyžadující smykové výztužení

třmínky

počet stříhů 0 Ø 8 á 100 mm

$V_{Rd,s} = 0 \text{ kN}$ na m'

ohyby

počet profilů 15 Ø 18 $\alpha = 45^\circ$ sklon ohybů

$V_{Rd,oh} = 635,8 \text{ kN}$

tlaková diagonála

$\cot \theta =$	1	$\cot \theta \in (1,0; 2,5)$	$\theta =$	45,0 °
$v =$	0,516	Pozn. $V_{Rd,max}$ pro $\cot \theta = 2,5$ ná být větší jak $V_{Ed, max}$ jinak je nutno zvětšit průřez.		
$V_{Rd,max} =$	20188,1 kN	$V_{Rd,max}(\theta) =$	13929,81 kNm	průřez vyhovuje

$\min(V_{Rd,s,oh}; V_{Rd,max}) = 635,8 \text{ kN}$

$V_{Ed} < V_{Rd,c}$ NEVYHOVUJE

zvětšení tahové síly v podélné výztuži

$\Delta F = V_{Ed}/2 \cdot (\cot \theta - \cot \alpha)$	$\Delta F =$	907 kN	$A_{s,nut} =$	0,00506 m ²
		do oblasti podpěr je nutno zavést min.	20 ks	Ø 20 mm

Betonový průřez - obdélník, mezní stav použitelnosti

dle ČSN EN 1992-1-1

materiál

$f_{ck} =$	35,0 MPa	C35/45
$\alpha_{cc} =$	0,85	
$f_{ctm} =$	3,20 MPa	
$E_c =$	34000 MPa	
$f_{yk} =$	206,0 MPa	10 216 E
$E_s =$	200000 MPa	

omezující napětí

beton	
$0.6f_{ck} =$	21,0 MPa
$(0.45f_{ck} =$	15,8 MPa)
výztuž	
$0.8f_{yk} =$	164,8 MPa

geometrie

$b =$	6,000 m	$\alpha =$	5,88
$h =$	0,700 m		

62	Ø	18 dolní povrch
0	Ø	20 horní povrch

$A_{sd} =$	0,01578 m ²	$z_i =$	0,030 m	k dolním vláknům
$A_{sh} =$	0,00000 m ²	$z_i =$	0,030 m	k dolním vláknům

ideální průřezové charakteristiky - průřez porušený trhlinami

$c_{g,i} =$	0,343 m
$A_i =$	4,2928 m ²
$I_i =$	0,1806 m ⁴

ohybový moment od účinků zatížení

$M_{Ek} =$	2000,0 kNm
------------	------------

posouzení omezení napětí v betonu

$\sigma_{c,d} =$	3,8 MPa	<	3,2 MPa
$\sigma_{c,h} =$	-4,0 MPa	>	-21,0 MPa

PRŮŘEZ JE PORUŠENÝ TRHLINAMI

ideální průřezové charakteristiky - průřez porušený trhlinami

poloha NO od horního okraje	$x =$	0,129 m
	$A_i =$	0,8688 m ²
	$S_i =$	0,0502 m ³
	$I_i =$	0,0315 m ⁴

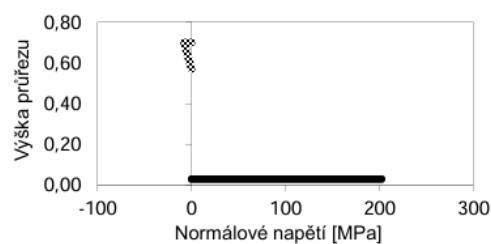
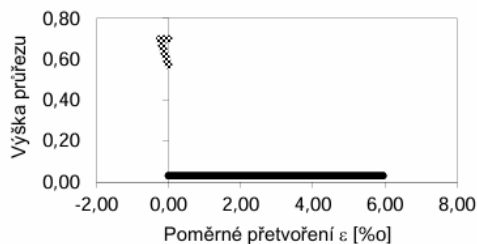
ohybový moment od účinků zatížení

$M_{Ek} =$	2000,0 kNm
------------	------------

posouzení omezení napětí v betonu a výztuži

$\sigma_c =$	-8,2 MPa	>	-21,0 MPa
$\sigma_{s,d} =$	202,2 MPa	<	164,8 MPa
$\sigma_{s,h} =$	202,2 MPa	<	164,8 MPa

PRŮŘEZ VYHOVÍ



7.3. Návrh spřahující výztuže na styku stávající desky a nasazené desky

Spřažení ŽB desky s nosníky prefa nosníky dle ČSN EN 1992-1-1

Průřezové charakteristiky

betonový průřez spřažený

$h = h_c =$	0,700 m
$A_c =$	4,474 m ²
$z_c =$	0,347 m
$I_{cy} =$	0,183 m ⁴
$b =$	6,000 m
$d =$	0,650 m

původní NK (průřez neporušený trhlinami)

$h_{nosník} =$	0,300 m
$A_c =$	1,950 m ²
$z_c =$	0,150 m
$I_{cy} =$	0,015 m ⁴
$b =$	6,000 m
$a =$	0,050 m
$d =$	0,250 m

poloha výztuže k dolnímu okraji

účinná výška

nadbetonávka

$h_{deska} =$	0,400 m
$A_c =$	2,524 m ²
$z_c =$	0,500 m
$I_{cy} =$	0,0336 m ⁴
$b =$	6,500 m

$\alpha = 1,0$ poměr modulů pruž.

Průběh smykového toku ve styčné spáře od účinku posouvající síly a smrštění

délka nosníku (NK)

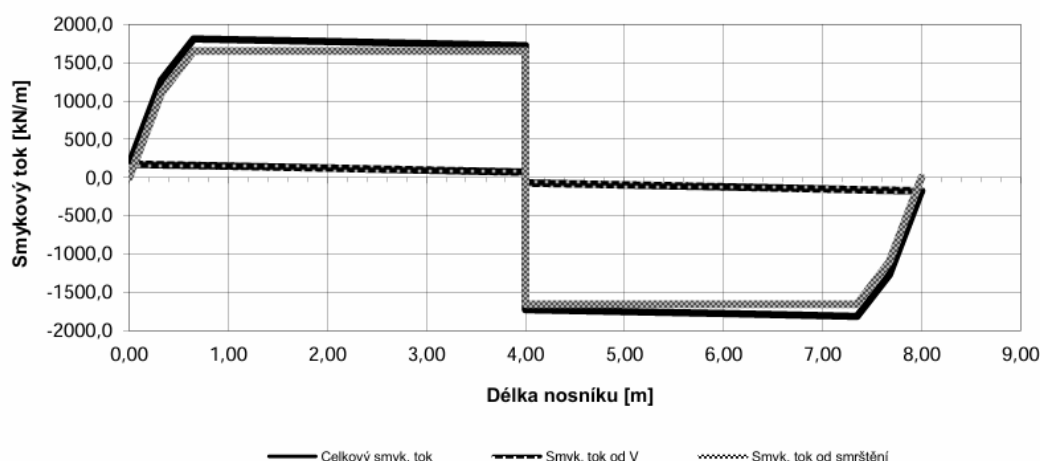
$l =$	8,000 m
-------	---------

smyk. tok od V od účinku působících na spřaženou k-ci

$V_{Ed}(0) =$	500,0 kN	$V_{Ed,V}(0) =$	175,3 kN/m
$V_{Ed}(l/2) =$	200,0 kN	$V_{Ed,V}(l/2) =$	70,1 kN/m

smyk. tok od smrštění

$V_{Ed,s}(0) =$	0,0 kN/m
$V_{Ed,s}(l/2) =$	1652,7 kN/m



Pozn. Nárůst smykového toku od smrštění v oblasti podpěr (opěr) je uvažován bilineárně na délku účinné výšky spřaženého nosníku d . Předpokládá se průřez neporušený trhlinami.

Spražení ŽB desky s nosníky prefa nosníky

dle ČSN EN 1992-1-1

beton spráhující desky	C30/37	výztuž spráhující desky	B500B,A
$f_{tk} =$	30,0 MPa	$f_{yk} =$	500,0 MPa
$f_{tck} =$	2,00 MPa	$\gamma_M =$	1,15
$\gamma_c =$	1,5	$f_{yd} =$	434,8 MPa
$f_{ctd} =$	1,3 MPa	beton původní NK	C35/45
$E_c =$	33000 MPa	$E_c =$	34000 MPa

posouvající síla od účinku zatížení

$$V_{Ed}(d) = 475,6 \text{ kN}$$

smyková síla od smrštění nového betonu

$\varepsilon_{bsf}=$	0,0003		
$t_1=$	80 let	$\beta_1=$	1,000
$t_2=$	120 let	$\beta_2=$	1,000
$t_3=$	5 dnů	$\beta_3=$	0,145
$t_4=$	40 let	$\beta_4=$	1,000

$\varepsilon_{si} = 0,00000$	přetvoření od smrštění staré konstrukce
$\varepsilon_{sn} = 0,00026$	přetvoření od smrštění nové konstrukce
$\Delta\varepsilon = 0,00026$	rozdíl přetvoření od smrštění

$z =$	0,585 m	rameno vnitřních sil 0.9.d
$b_i =$	6,000 m	šířka styčné plochy

$V_{Ed,s} =$	1652,7 kN/m	smykový tok od smrštění (průřez neporušený trhlinami)
$V_{Ed,v} =$	166,8 kN/m	smykový tok od vnitřních sil ($V_{Ed}(d)$) výpočet dle
$V_{Ed} =$	1819,4 kN/m	celkový smykový tok

smyková únosnost na styčné ploše u betonů různého stáří

$$V_{Rd,i} = c \cdot f_{ctd} + \mu \sigma_n + \rho \cdot f_{yd} (\mu \sin \alpha + \cos \alpha) \leq 0,5 v \cdot f_{cd}$$

$V_{Rd,i} =$	2276,0 kN/m	na 1m' délky	$V_{Ed} =$	1819,4 kN/m	VYHOVUJE
$0,5 v \cdot f_{cd} =$	4488,0 kN/m	na 1m' délky	$0,25 \cdot V_{Ed} =$	454,9 kN/m	

$c =$	0,25	velmi hladký*	*velmi hladký: povrch vybetonovaný do ocelového, plastového nebo speciálně upraveného bednění
$\mu =$	0,50		
$\sigma_n =$	0,0 MPa	napětí vyvozené min. normál. silou působící kolmo na styč. plochu	
$V_{Rd,c} =$	333,3 kNm	smyková únosnost na styčné ploše přenášena betonem	
$A_s =$	0,02681 m ²		
$A_i =$	6,000 m ²	plocha styku na 1m' délky a šířku b_i	
$\rho =$	0,0045		
$V_{Rd,s} =$	1942,6 kNm	smyková únosnost na styčné ploše přenášena výztuží	

výztuž styčné plochy (spřahovací trny)

$\alpha =$	90 °	odklon výztuže od roviny styčné plochy			
20	Ø	16 mm	á	150 mm	na šířku styčné plochy
výztuž nadbetonávky - podélná a příčná při obou površích					
2	Ø	12 mm	á	150 mm	na šířku styčné plochy

$N_{Rd, pod.} =$	4032,2 kN/šířky styčné plochy	$<$	$N_{Ed, smr.} =$	1604,1 kN/šířky styč. plochy
------------------	-------------------------------	-----	------------------	------------------------------

Veškeré tahové namáhání od smrštění v nadbetonávce převezme podélná výztuž.

7.4. Stanovení návrhové únosnosti základové půdy

Výpočet mostní opěry

Vstupní data

Projekt

Datum : 23.05.2025

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Mostní opěry : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Výpočet zdí

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)

Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)

Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe

Tvar zemního klínu : počítat šikmý

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]
Proměnné zatížení :	$\gamma_Q =$	1,50 [-]	0,00 [-]
Zatížení vodou :	$\gamma_w =$	1,35 [-]	

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na překlopení :	$\gamma_{Rv} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce odporu na posunutí :	$\gamma_{Rh} =$	1,10 [-]	
Součinitel redukce odporu základové půdy :	$\gamma_{Re} =$	1,00 [-]	

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	$\psi_0 =$	0,70 [-]	
Součinitel časté hodnoty :	$\psi_1 =$	0,50 [-]	
Součinitel kvazistálé hodnoty :	$\psi_2 =$	0,30 [-]	

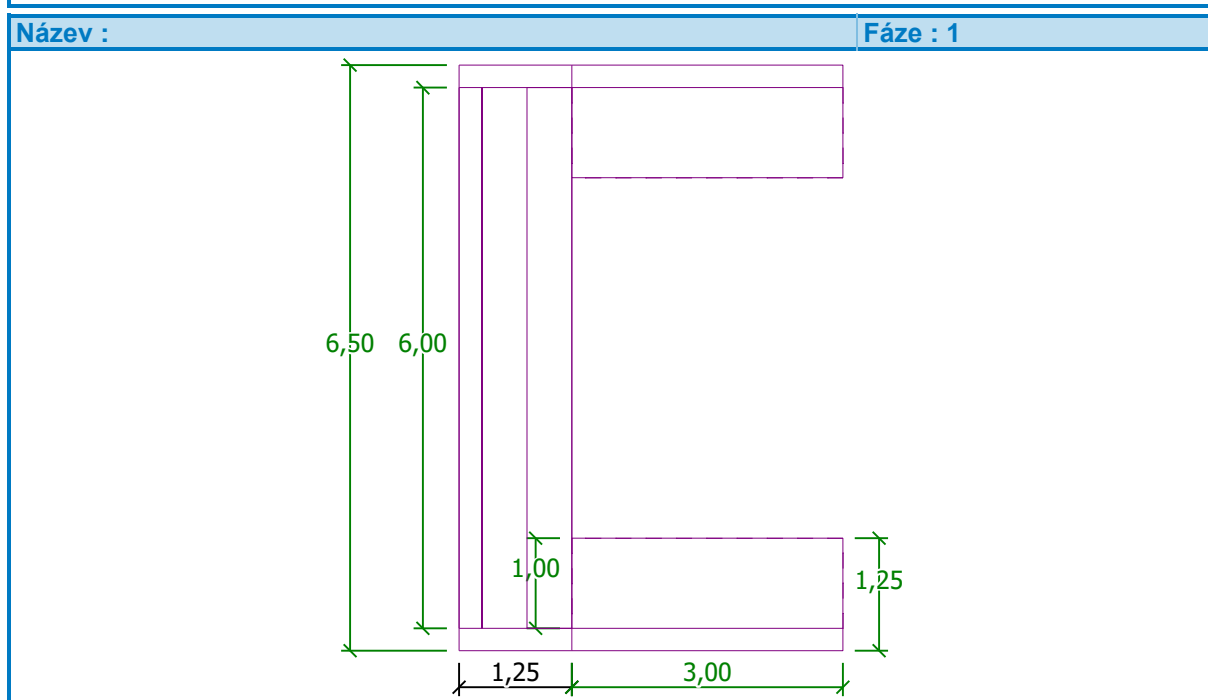
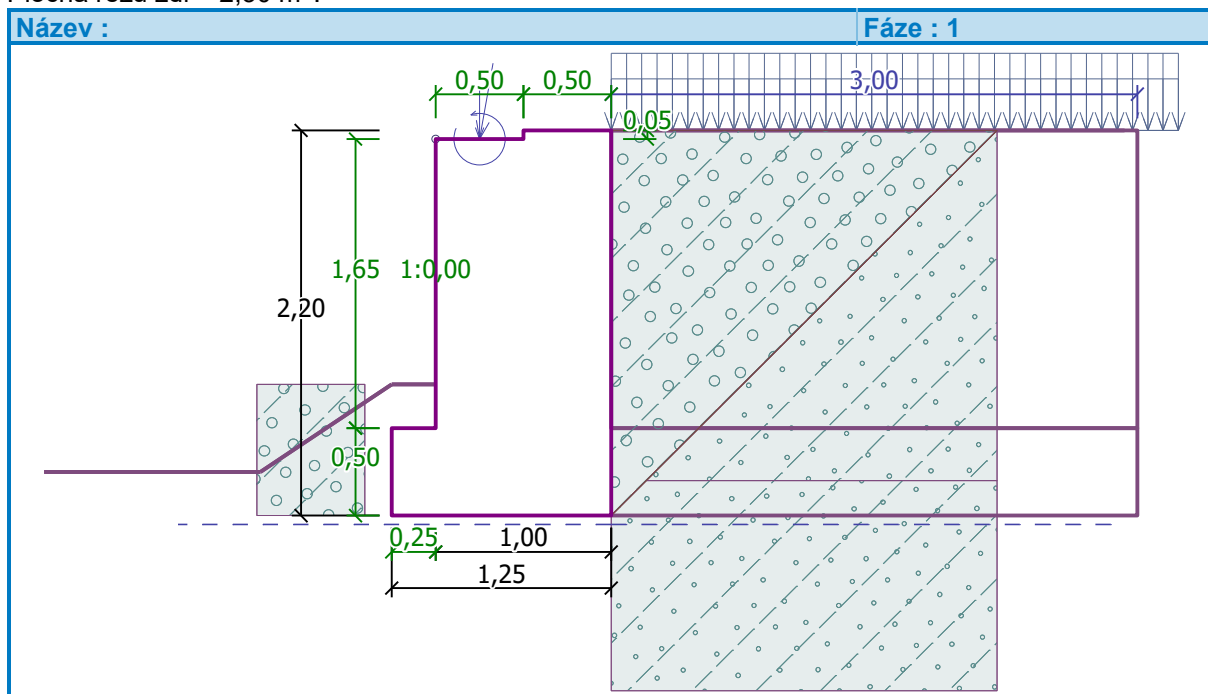
Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	0,05
3	0,00	1,70
4	0,00	2,20
5	-1,25	2,20
6	-1,25	1,70
7	-1,00	1,70
8	-1,00	0,05
9	-0,50	0,05

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
10	-0,50	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.

Plocha řezu zdi = 2,30 m².



Délka mostní opěry = 6,00 m

Délka základu opěry = 6,50 m

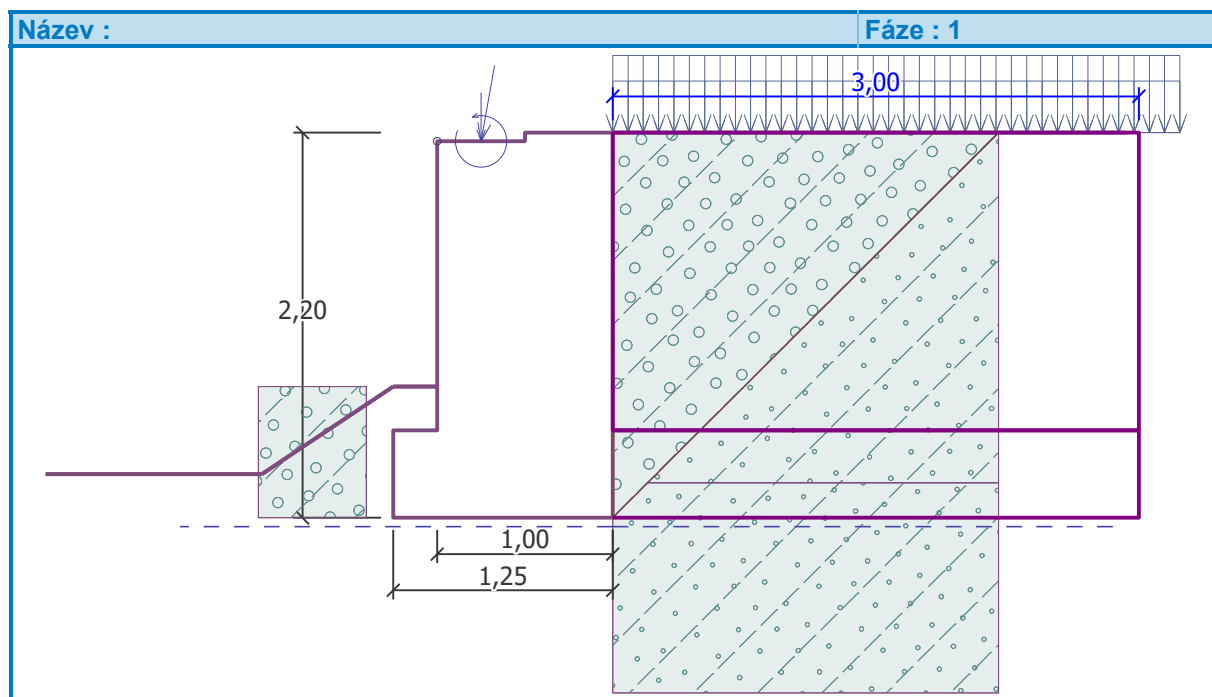
Křídla opěry - prodloužená symetrická

Tloušťka křídla = 1,00 m

Délka křídla za závěr. zídou = 3,00 m

Délka základu křídla = 3,00 m

Šířka základu křídla = 1,25 m



Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 12/15

Válcová pevnost v tlaku

$$f_{ck} = 12,00 \text{ MPa}$$

Pevnost v tahu

$$f_{ctm} = 1,60 \text{ MPa}$$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

$$f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$$

Parametry zemin

Třída S4 - středně ulehý

Objemová tíha :

$$\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$$

Napjatost :

efektivní

Úhel vnitřního tření :

$$\varphi_{ef} = 29,00^\circ$$

Soudržnost zeminy :

$$c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$$

Třecí úhel kce-zemina :

$$\delta = 14,50^\circ$$

Zemina :

nesoudržná

Obj.tíha sat.zeminy :

$$\gamma_{sat} = 18,00 \text{ kN/m}^3$$

Třída S4 - ulehý

Objemová tíha :

$$\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$$

Napjatost :

efektivní

Úhel vnitřního tření :

$$\varphi_{ef} = 30,00^\circ$$

Soudržnost zeminy :

$$c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$$

Třecí úhel kce-zemina :

$$\delta = 14,50^\circ$$

Zemina :

nesoudržná

Obj.tíha sat.zeminy :

$$\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$$

Třída G4 - ulehý

Objemová tíha :

$$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$$

Napjatost :

efektivní

Úhel vnitřního tření :

$$\varphi_{ef} = 32,50^\circ$$

Soudržnost zeminy :

$$c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$$

Třecí úhel kce-zemina :

$$\delta = 14,50^\circ$$

Zemina :

nesoudržná

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{\text{sat}} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Zásyp za konstrukcí

Zemina na líci konstrukce - Třída G4 - ulehý

Zatěžovací stav, zatížení od mostu

Název : Reakce most.

Typ zatěžovacího stavu : provozní stav.

Síly od mostu

Svislá síla $F_s = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná síla $F_v = 0,00 \text{ kN}$

Umístění $a_1 = 0,00 \text{ m}$

Výška $v = 0,00 \text{ m}$





Síly od přechodové desky

Svislá síla $F_s = 0,00 \text{ kN}$

Vodorovná síla $F_v = 0,00 \text{ kN}$

Umístění $a_2 = 0,00 \text{ m}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	2,00	Třída S4 - ulehý	
2	2,00	Třída S4 - ulehý	
3	1,00	Třída S4 - ulehý	
4	-	Třída G4 - ulehý	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

Hladina podzemní vody za konstrukcí je v hloubce 2,25 m

Hladina podzemní vody před konstrukcí je v hloubce 2,25 m

Podloží u paty konstrukce je nepropustné.

Vztlak v základové spáře od rozdílných tlaků není uvažován.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přítížení		Působ.	Vel.1 [kN/m ²]	Vel.2 [kN/m ²]	Poř.x x [m]	Délka l [m]	Hloubka z [m]
	nové	změna						
1	Ano		stálé	20,00				na terénu
2	Ano		proměnné	30,00				na terénu

Číslo	Název
1	Stálé zatížení
2	Nahodilé zatížení

Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce: klidový

Zemina na líci konstrukce - Třída G4 - ulehý

Výška zeminy před zdí $h = 0,75 \text{ m}$

Tvar terénu na lici konstrukce

Číslo	Souřadnice x[m]	Hloubka z[m]
1	0,00	0,00
2	0,00	-0,75
3	-0,25	-0,75
4	-1,00	-0,25
5	-2,00	-0,25

Počátek [0,0] je umístěn do levého spodního okraje konstrukce.
Kladná souřadnice +z směřuje dolů.

Zadané síly působící na konstrukci

Číslo	Síla		Název	Působ.	F_x	F_z	M	x	z
	nová	změna			[kN/m]	[kN/m]	[kNm/m]	[m]	[m]
1	Ano		Vlastní tíha NK	stálé	0,00	45,00	0,00	-0,75	0,05
2	Ano		LM1 Vn=32,0 tun	proměnné	-12,50	70,00	0,00	-0,75	0,05
3	Ano		Smrštění	stálé	0,00	0,00	-5,00	-0,75	0,05

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá
Zed' se nemůže přemístit, je počítána na zatížení tlakem v klidu.

Posouzení čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. překl.	Koef. posun.	Koef. napětí
Tíh.- zed'	0,00	-1,04	52,90	0,72	1,000	1,000	1,350
Odpor na lici	-2,56	-0,26	0,00	0,25	1,000	1,000	1,350
Tlak v klidu	14,18	-0,73	0,00	1,25	1,350	1,350	1,350
Tlak vody	0,00	-2,20	0,00	1,25	1,000	1,000	1,350
Stálé zatížení	13,57	-1,10	0,00	1,25	1,350	1,350	1,350
Nahodilé zatížení	20,36	-1,10	0,00	1,25	1,500	1,500	1,500
Křídla opěry	0,00	-1,35	39,10	2,75	1,000	1,000	1,350
Reakce mostu	0,00	-2,15	0,00	0,25	-	-	-
Reakce přech.desky	0,00	-2,20	0,00	1,25	-	-	-
Vlastní tíha NK	0,00	-2,15	45,00	0,50	1,000	1,000	1,350
LM1 Vn=32,0 tun	12,50	-2,15	70,00	0,50	1,500	0,000	1,500
Smrštění	0,00	-2,15	0,00	0,50	1,350	1,000	1,350

Posouzení mostní opěry

Šířka fiktivního základu opěry = 2,40 m

Posouzení na překlopení

Moment vzdorující $M_{res} = 145,42$ kNm/m

Moment klopící $M_{ovr} = 105,41$ kNm/m

Zed' na překlopení VYHOVUJE

Posouzení na posunutí

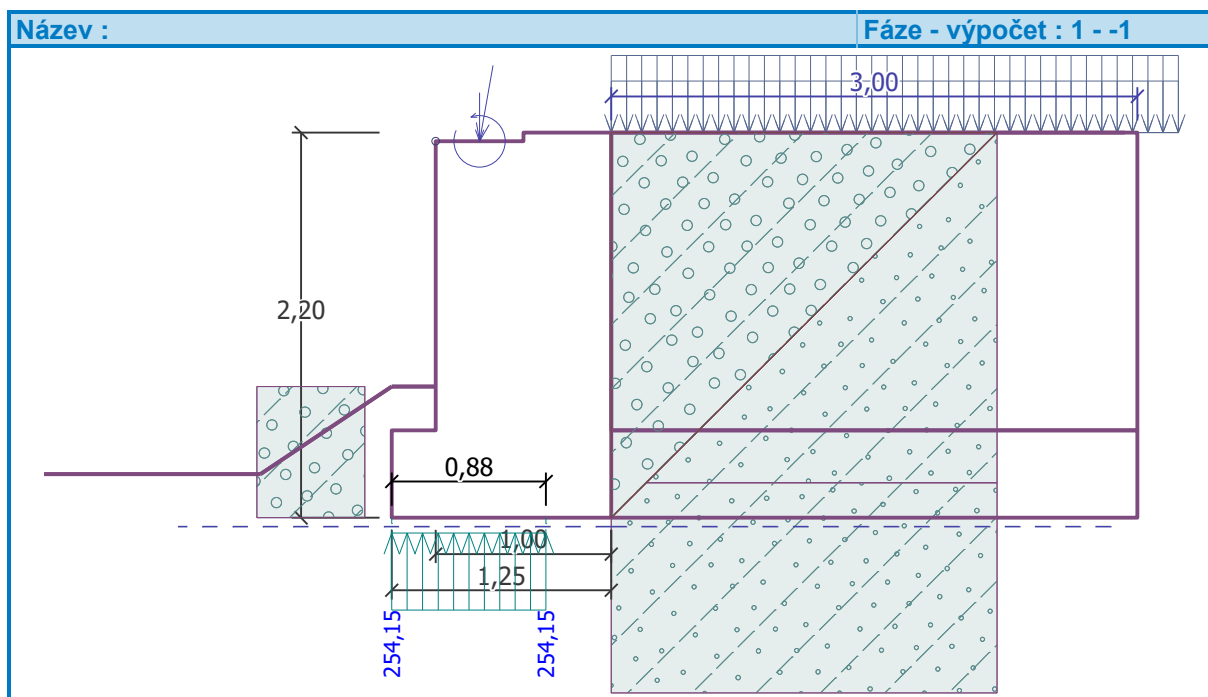
Vodor. síla vzdorující $H_{res} = 79,10$ kN/m

Vodor. síla posunující $H_{act} = 60,41$ kN/m

Zed' na posunutí VYHOVUJE

Celkové posouzení - OPĚRA VYHOVUJE

Maximální napětí v základové spáře : 254,15 kPa



Únosnost základové půdy

Síly působící ve středu základové spáry

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]	Excentricita [-]	Napětí [kPa]
1	169,01	267,65	77,14	0,263	234,59
2	170,32	223,38	60,59	0,317	254,15

Normové síly působící ve středu základové spáry (výpočet sedání)

Číslo	Moment [kNm/m]	Norm. síla [kN/m]	Pos. síla [kN/m]
1	115,10	191,08	53,77
2	115,10	191,08	42,23

Dimenzace čís. 1

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F _{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F _{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
Tíh.- zed'	0,00	-0,84	38,52	0,50	1,000	1,350	1,000
Odpor na líci	-0,27	-0,08	0,00	0,00	1,000	1,000	1,000
Tlak v klidu	8,47	-0,57	0,00	1,00	1,350	1,000	1,350
Tlak vody	0,00	-1,70	0,00	1,00	1,000	1,000	1,000
Stálé zatížení	10,49	-0,85	0,00	1,00	1,350	1,000	1,350
Nahodilé zatížení	15,73	-0,85	0,00	1,00	1,500	0,000	1,500
Křídla opěry	0,00	-0,85	39,10	2,50	1,000	1,350	1,000
Reakce mostu	0,00	-1,65	0,00	0,00	-	-	-
Reakce přech.desky	0,00	-1,70	0,00	1,00	-	-	-
Vlastní tíha NK	0,00	-1,65	45,00	0,25	1,350	1,350	1,000

Název	F_{hor} [kN/m]	Působíště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působíště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.síla	Koef. pos.síla
LM1 $V_n=32,0$ tun	12,50	-1,65	70,00	0,25	1,500	1,500	1,500
Smrštění	0,00	-1,65	0,00	0,25	1,350	1,000	1,000

Dimenzace dříku opěry - vstupní data:

Spára je navržena z prostého betonu; výp.šířka 1m.

Vnitřní síly : $M = 39,32$ kNm/m; $N = -243,37$ kN/m; $V = 67,66$ kN/m

Výška průřezu $h = 1,00$ m

Dimenzace dříku opěry - výsledky:

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 472,43$ kN/m $> 67,66$ kN/m $= V_{Ed}$

Tlaková síla na mezi únosnosti $N_{Rd} = 4331,90$ kN/m $> 243,37$ kN/m $= N_{Ed}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 140,12$ kNm/m $> 39,32$ kNm/m $= M_{Ed}$

Únosnost průřezu VYHOVUJE

Dimenzace čís. 2

Dimenzace spáry křídlo / opěra - vstupní data:

Spára je navržena z prostého betonu; výp.šířka 1m.

Vnitřní síly : $M = 47,85$ kNm/m; $N = 0,00$ kN/m; $V = 31,90$ kN/m

Výška průřezu $h = 1,00$ m

Dimenzace spáry křídlo / opěra - výsledky:

Posouvající síla na mezi únosnosti $V_{Rd} = 199,11$ kN/m $> 31,90$ kN/m $= V_{Ed}$

Moment na mezi únosnosti $M_{Rd} = 99,56$ kNm/m $> 47,85$ kNm/m $= M_{Ed}$

Únosnost průřezu VYHOVUJE

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Projekt

Datum : 23.05.2025

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : procentem Sigma,Or

Koef. omezení deformační zóny : 10,0 [%]

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0,333

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1,40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1,10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída S4 - ulehlá		30,00	10,00	18,00	8,50	
2	Třída G4 - ulehlý		32,50	4,00	19,00	9,00	

Pro výpočet tlaku v klidu jsou všechny zeminy zadány jako nesoudržné.

Parametry zemín

Třída S4 - ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 18,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 30,00^\circ$

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$

Edometrický modul : $E_{oed} = 20,00 \text{ MPa}$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 18,50 \text{ kN/m}^3$

Třída G4 - ulehlý

Objemová tíha : $\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 32,50^\circ$

Soudržnost zeminy : $c_{ef} = 4,00 \text{ kPa}$

Edometrický modul : $E_{oed} = 108,00 \text{ MPa}$

Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

Založení

Typ základu: excentrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 0,80 \text{ m}$

Hloubka základové spáry $d = 0,75 \text{ m}$

Tloušťka základu $t = 0,50 \text{ m}$

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0,00^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0,00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = $20,00 \text{ kN/m}^3$

Geometrie konstrukce

Typ základu: excentrická patka

Délka patky $x = 1,25 \text{ m}$

Šířka patky $y = 6,00 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 1,00 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 6,00 \text{ m}$

Objem patky = $3,75 \text{ m}^3$

Vzdál. osy sloupu od kraje patky ve směru x = $0,75 \text{ m}$

Vzdál. osy sloupu od kraje patky ve směru y = $3,00 \text{ m}$

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23,00 \text{ kN/m}^3$

Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 12/15

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 12,00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 1,60 \text{ MPa}$

Modul pružnosti $E_{cm} = 27000,00 \text{ MPa}$





Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500,00 \text{ MPa}$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1,00	Třída S4 - ulehlá	
2	1,00	Třída S4 - ulehlá	
3	2,00	Třída G4 - ulehlý	
4	-	Třída G4 - ulehlý	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	Ano		Výpočtové s redukcí M na 50%	Návrhové	1452,00	0,00	552,50	393,83	0,00

HPV + nestlačitelné podloží

Hladina podzemní vody je v hloubce $0,85 \text{ m}$ od původního terénu.

Nestlačitelné podloží je v hloubce $4,00 \text{ m}$ od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení čís. 1

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
Výpočtové s redukcí M na 50%	Ano	-0,11	0,00	251,40	272,06	92,41	Ano
Výpočtové s redukcí M na 50%	Ne	-0,11	0,00	255,57	275,96	92,61	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 116,44$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 10,12$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obecný

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (Výpočtové s redukcí M na 50%)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 2,07$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 6,39$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 275,96$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 255,57$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0,090 < 0,333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0,000 < 0,333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0,090 < 0,333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (Výpočtové s redukcí M na 50%)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 867,20$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 393,83$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Dimenzace čís. 1

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru x

$0,25 \text{ m} \leq 0,25 \text{ m}$

Maximální vyložení patky je menší než $0,50 \cdot \text{tloušťka patky}$, výztuž není nutná.

Posouzení podélné výztuže základu ve směru y

$0,00 \text{ m} \leq 0,25 \text{ m}$

Maximální vyložení patky je menší než $0,50 \cdot \text{tloušťka patky}$, výztuž není nutná.

Posouzení základu na protlačení

Normálová síla v sloupu = 1452,00 kN

Maximální únosnost na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy	=	1161,61 kN
Síla přenášená smykovou pevností patky	=	290,39 kN
Uvažovaný obvod sloupu	u_0	= 6,00 m
Smykové napětí na obvodu sloupu	$V_{Ed,max}$	= 0,11 MPa
Únosnost na obvodu sloupu	$V_{Rd,max}$	= 1,83 MPa

Základ na protlačení VYHOVUJE

7.5. Diagnostický průzkum, zatížitelnosti stávající nosné konstrukce 03/2022

Most ev. č. 34719-1 - Most přes potok za Perknovem

Výpočet zatížitelnosti a návrh opravy mostu

26. dubna 2022



27. 4. 2022

Mott MacDonald
Národní 984/15
110 00
Praha 1
Česká republika

T +420 221 412 800
mottmac.com

Mott MacDonald
Národní 984/15
110 00
Praha 1
Česká republika

T +420 221 412 800
mottmac.com

ESLAB, spol. s r.o.
Běluňská 2913/11,
Praha 9 - Horní Počernice
193 00

Most ev. č. 34719-1 - Most přes potok za Perknovem

Výpočet zatížitelnosti a návrh opravy mostu

26. dubna 2022

Záznam o vydání a revizi

Revize	Datum	Autor	Registrace	Schvalovatel	Popis
00	26.4.2022	MDr	VHa	VHa	

Odkaz v dokumentu: 423816BT06 | 01 | 01

Třída informací: Standardní

Tento dokument je vydán pro stranu, která si jej objednala a pouze pro specifické účely spojené s výše uvedeným projektem. Nesmí být využíván jinou stranou ani k jinému účelu.

Nepřijímáme žádnou odpovědnost za důsledky používání tohoto dokumentu jinou stranou nebo jeho používání k jinému účelu. Nepřijímáme žádnou odpovědnost za jakékoli chyby nebo opomenutí způsobená chybami nebo opomenutími v datech, které nám dodaly jiné strany.

Tento dokument obsahuje důvěrné informace a proprietární duševní vlastnictví. Bez našeho svolení a svolení strany, která si jej objednala, nesmí být poskytnut jiným stranám.

Obsah

Shrnutí pro vedoucí pracovníky	1
1 Technická zpráva	2
1.1 Popis konstrukce	2
1.2 Metodika stanovení zatížitelnosti	3
1.2.1 Model konstrukce	3
1.2.2 Zatížení konstrukce	3
1.2.3 Zatížitelnost mostu	3
1.3 Návrh opravy mostu	4
1.4 Literatura	4
1.5 Použité programy	4
1.6 Závěr	4
2 Základní údaje a geometrie mostu	6
2.1 Popis konstrukce mostu	6
2.2 Stav konstrukce a uspořádání nosné výztuže	8
2.2.1 Projektová dokumentace	8
2.2.2 Diagnostický průzkum a vyhodnocení stavu mostu	8
2.2.3 Hlavní prohlídka mostu	9
2.3 Model pro statickou analýzu	9
2.3.1 Obecně	9
2.3.2 Geometrie	10
2.3.3 Materiály nosné konstrukce	10
2.3.4 Charakteristiky rozhodujících průřezů	10
3 Zatížení a kombinace zatížení	11
3.1 Stálá zatížení	11
3.1.1 Vlastní tíha nosné konstrukce	11
3.1.2 Ostatní stálé zatížení	11
3.2 Proměnná zatížení	11
3.2.1 Všeobecně	11
3.2.2 Normální zatížitelnost	12
3.2.3 Výhradní zatížitelnost	13
3.2.4 Výjimečná zatížitelnost	14
3.2.5 Dynamické účinky zatížení	15
3.3 Kombinace zatížení	15
4 Stanovení zatížitelnosti mostu	16
4.1 Způsob stanovení zatížitelnosti	16
4.2 Vnitřní síly od zatížení	16

4.2.1	Stálá zatížení	16
4.2.2	Zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti	16
4.2.3	Zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti	17
4.2.4	Zatížení pro stanovení výjimečné zatížitelnosti	19
4.3	Stanovení zatížitelnosti mostu	20
4.3.1	Všeobecně	20
4.3.2	Mezní stav únosnosti	20
4.3.3	Zatížitelnost na jednu nápravu	24
4.4	Shrnutí zatížitelnosti mostu	24
5	Návrh opravy mostu	25
5.1	Základní principy	25
5.2	Vyhodnocení stávajícího stavu mostu	25
5.3	Variantní řešení	27
5.3.1	Obecně	27
5.3.2	Varianta A – Oprava a rozšíření stávajícího mostu	27
5.3.3	Varianta B – náhrada stávající nosné konstrukce mostu a rozšíření spodní stavby	29
5.3.4	Odhad stavebních nákladů	31

Shrnutí pro vedoucí pracovníky

Předmětem tohoto statického výpočtu je stanovení zatížitelnosti nosné konstrukce mostu ev. č. 34719-1 – Most přes potok za Perknovem. Most ve správě Krajské správy a údržby silnic Vysočiny, KSÚSV Havlíčkův Brod, převádí silnici III/34719 přes místní vodoteč.

Zatížitelnost mostu byla stanovena podrobným statickým výpočtem podle ČSN 73 6222 na základě provedené mimořádné prohlídky a diagnostického průzkumu konstrukce. Při stanovení zatížitelnosti se vycházelo z dostupné dokumentace mostu (mostní list) a provedeného diagnostického průzkumu (Horský s.r.o.). Zatížitelnost mostu je uvedena v následující tabulce:

Zatížitelnost mostu (lávky)	
Normální zatížitelnost (3-nápravové vozidlo)	28 t
Výhradní zatížitelnost (6-nápravové vozidlo)	147
Výjimečná zatížitelnost (9-nápravové vozidlo) v ose mostu	354 t
Zatížitelnost na jednu nápravu - V_1	16,4 t

Rozhodující prvky z hlediska stanovení zatížitelnosti jsou části desky u okrajů a osy mostu, rozhodujícím namáháním pro stanovení zatížitelnosti je smyk u podpor.

Zatížitelnost mostu je stanovena pro stavební stav stanovený mimořádnou prohlídkou mostu, při jeho změně je nutno upravit hodnoty zatížitelnosti!

Návrh opravy je proveden za předpokladů daných diagnostickým výpočtem a provedeným výpočtem zatížitelnosti stávajícího mostu. Jako základní předpoklad je uvažováno zvětšení volné šířky na mostě na 6,5 m, což zajistí po zbývajících dobu životnosti dostatečný komfort provozu na mostě s uvažováním využití převáděné komunikace. Pro opravu mostu jsou navrženy dvě základní možnosti:

Varianta A zahrnující zachování stávající konstrukce, opravu jejích částí a prvků s navrhovaným doplněním desky mostovky monolitickou dobetonávkou umožňující rozšíření vozovky na mostě a osazení odpovídajícího záchytného systému.

Varianta B zahrnující výměnu nosné konstrukce mostu (demolici desky mostovky a její náhradu prefabrikovanou železobetonovou rámovou konstrukcí s navazujícím rozšířením stávajících křídel mostu pro dosažení požadované šířky vozovky a osazení odpovídajícího záchytného systému na mostě.

K jednotlivým variantám byly vypracovány základní výkresy (podélný a příčný řez) a zpracován odhad stavebních nákladů podle metodiky SFDI pro stupeň DÚR. Podrobné výsledky jsou uvedeny v příslušných kapitolách této zprávy.

1 Technická zpráva

1.1 Popis konstrukce

Most ev. č. 34719-1 převádí silnici III/34719 přes bezejmenný potok za Perknovem (část města Havlíčkův Brod). Jedná se o jednoplový železobetonový most.

Nosnou konstrukci mostu tvoří monolitická železobetonová deska světlosti 3,0 m a šířky 6,45 m. Rozpětí konstrukce je 3,5 m, nosná konstrukce je uložena přímo na kamenné úložné prahy opěr. Mostní závěry nejsou provedeny.

Spodní stavba je tvořena masivními opěrami ze žulových kvádrů na cementovou maltu, resp. s výplňovým betonem. Za lícovým zdívem provedeno hrubé zdivo s výplňovým betonem (podle diagnostického průzkumu). Na opěry navazují masivní rovnoběžná křídla z kamenného zdiva. Založení mostu je pravděpodobně plošné na základových pasech.

Základní údaje o mostní konstrukci (dle mostního listu):

Správce	Kraj Vysočina, Krajská správa a údržba silnic Vysočiny, KSÚSV Havlíčkův Brod, cestmistrovství Havlíčkův Brod
Délka NK mostu	4,00 m
Celková šířka	6,56 m
Délka přemostění	3,00 m
Stavební výška	cca 1,00 m
Šířka mezi zábradlími	6,00 m
Šířka mezi obrubami	6,00 m
Šikmost	100 g
Celkový počet polí	1

Na mostě je provedena živičná vozovka, která je přebalena cca 200 mm nad úroveň již navýšených říms. Římsy na mostě jsou monolitické ŽB, na vtoku je římsa nadbetonována o 100 mm pro osazení ocelového silničního svodidla. Vlevo na mostě je na vtoku osazeno mostní zábradlí s betonovými sloupky a RT tyčemi, na výtoku potom ocelové silniční svodidlo.

Podle poslední MPM (V. Havlíček, 03/2022) je nosná konstrukce mostu hodnocena stupněm V – Špatný a spodní stavba mostu je hodnocena stupněm V – Špatný. Do konstrukce lokálně zatéká, zejména pod římsou na povodní straně, na nosné konstrukci byla v místech zatékání zastižena odprýsknutá krycí vrstva a koroze betonářské výztuže – lokálně až 10 % průřezové plochy. Beton konstrukce je plošně karbonatovaný do hloubky max. 10 mm, zvýšený obsah chloridových iontů nebyl zjištěn.

Na konstrukci byl proveden diagnostický průzkum zaměřený na základní vlastnosti materiálů a uspořádání výztuže pro potřeby stanovení zatížitelnosti a návrhu opravy. Diagnostickým průzkumem byla zjištěna pevnost betonu nosné konstrukce odpovídající třídě C35/45. Beton nosné konstrukce není odolný proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám (CHRL). Pevnost

povrchových vrstev betonu v tahu nosné konstrukce je vyšší než 1,5 MPa. Zjištěné množství Cl- nepřekročilo maximální hodnotu 0,4% pro železobetonové konstrukce. Při provádění bouraných sond a odběrů vzorků navíc došlo k vytékání nahromaděné vody, což svědčí o nefunkční izolaci nosné konstrukce. V sondách ke konstrukční výztuži bylo zjištěno, že podélná výztuž je hladká průměru 18 mm, příčná hladká průměru 5 mm. Pro účely výpočtu se předpokládá kvalita výztuže C37. Pruty s větší krycí vrstvou jsou bez koroze či s mírnou povrchovou korozí. V místech s oslabenou či již odpadlou krycí vrstvou betonu se již koroze výztuže projevuje výrazněji.

Pevnost kamenných bloků opěr je velmi vysoká, pohybuje se v rozmezí 85,3 - 197,8 MPa, výplňový beton má pevnost 10,0 - 10,5 MPa. Spáry mezi kamennými bloky je tvořena mokřým pískem, pevnost tedy nelze stanovit.

1.2 Metodika stanovení zatížitelnosti

1.2.1 Model konstrukce

Vnitřní síly pro stanovení zatížitelnosti byly stanoveny na plošném modelu konstrukce (viz kapitola 1.6). Materiálové parametry prvků byly stanoveny na základě projektové dokumentace, provedeného diagnostického průzkumu a podle ČSN 73 0038.

1.2.2 Zatížení konstrukce

Nedopravní zatížení konstrukce je uvažováno podle příslušných částí ČSN EN 1991, proměnné dopravní zatížení je uvažováno v intencích ČSN 73 6222. Kombinace zatížení jsou stanoveny podle zásad ČSN EN 1990 doplněných o ustanovení ČSN 73 6222.

Zatížení dopravou je na konstrukci umístěno do nejnepříznivější polohy, která je stanovena na základě pojezdů příslušných sestav zatížení po konstrukci mostu. Výpočtem byly stanoveny maximální hodnoty vnitřních sil na nosnících.

Dynamické účinky zatížení jsou uvažovány dynamickým součinitelem podle ČSN 73 6222. Dynamické součinitele pro jednotlivé druhy zatížitelnosti jsou uvažovány hodnotou odpovídající náhradnímu rozpětí konstrukce 3,50 m.

1.2.3 Zatížitelnost mostu

Zatížitelnost nosné konstrukce mostu je stanovena podrobným statickým výpočtem. Odolnost konstrukce je stanovena na základě informací z dostupné dokumentace a v návaznosti na výsledky diagnostického průzkumu.

Únosnost rozhodujících průřezů byla stanovena podle zásad ČSN EN 1992-1-1, přičemž materiálové charakteristiky byly stanoveny na základě dokumentace skutečného provedení, podle ČSN ISO 13822 a ČSN 73 0038. Výpočet únosnosti rozhodujících průřezů a stanovení zatížitelnosti je obsahem kapitoly 4 tohoto statického výpočtu. Při výpočtu odolnosti se uvažují vlastnosti konstrukce a jednotlivých materiálů podle výsledků diagnostického průzkumu, včetně oslabení průřezů a betonářské výztuže.

Při stanovení zatížitelnosti se současně předpokládá, že vliv únavy je malý a o zatížitelnosti mostu nerozhoduje. Dále se předpokládá, že zatížitelnost spodní stavby po opravě je dostatečná a neovlivňuje celkovou zatížitelnost mostu. Tento předpoklad je založen na stávajícím uspokojivém chování mostu.

1.3 Návrh opravy mostu

Návrh opravy je proveden za předpokladů daných diagnostickým výpočtem a provedeným výpočtem zatížitelnosti stávajícího mostu. Jako základní předpoklad je uvažováno zvětšení volné šířky na mostě na 6,5 m, což zajistí po zbývajících dobu životnosti dostatečný komfort provozu na mostě s uvažováním využití převáděné komunikace. Pro opravu mostu jsou navrženy dvě základní možnosti:

Varianta A zahrnující zachování stávající konstrukce, opravu jejích částí a prvků s navrhovaným doplněním desky mostovky monolitickou dobetonávkou umožňující rozšíření vozovky na mostě a osazení odpovídajícího záchytného systému.

Varianta B zahrnující výměnu nosné konstrukce mostu (demolici desky mostovky a její náhradu prefabrikovanou železobetonovou rámovou konstrukcí s navazujícím rozšířením stávajících křídel mostu pro dosažení požadované šířky vozovky a osazení odpovídajícího záchytného systému na mostě.

K jednotlivým variantám byly vypracovány základní výkresy (podélný a příčný řez) a zpracován odhad stavebních nákladů podle metodiky SFDI pro stupeň DÚR. Podrobné výsledky jsou uvedeny v příslušných kapitolách této zprávy.

1.4 Literatura

- [1] ČSN EN 1990 – Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [2] ČSN EN 1991 – Eurokód 1: Zatížení konstrukcí
- [3] ČSN EN 1992 – Eurokód 2: Navrhování betonových konstrukcí
- [4] ČSN EN 1993 – Eurokód 3: Navrhování ocelových konstrukcí
- [5] ČSN EN 1997 – Eurokód 7: Navrhování geotechnických konstrukcí
- [6] ČSN 73 6222 – Zatížitelnost mostů pozemních komunikací
- [7] Mostní list mostu ev. č. 34719-1
- [9] Diagnostický průzkum mostu, Horský s.r.o.
- [10] Soubor hlavních a běžných prohlídek mostu, systém BMS
- [11] Soubor platných technických předpisů a norem pro navrhování mostů, vč. TKP a TP

1.5 Použité programy

- [S1] MS Office 2010
- [S2] Autodesk AutoCAD 2018
- [S3] Scia Engineer

1.6 Závěr

Zatížitelnost mostu byla stanovena podrobným statickým výpočtem se zohledněním vlivu skutečného stavu průřezů zjištěného diagnostickým průzkumem. Stanovená zatížitelnost platí pro stavební stav konstrukce zastižený při diagnostickém průzkumu mostu. Pokud dojde ke změně stavu je nutno zatížitelnost mostu upravit!

Výpočtem byly stanoveny následující hodnoty jednotlivých zatížitelnosti:

Zatížitelnost mostu (lávky)	
Normální zatížitelnost (3-nápravové vozidlo)	28 t
Výhradní zatížitelnost (6-nápravové vozidlo)	147
Výjimečná zatížitelnost (9-nápravové vozidlo) v ose mostu	354 t
Zatížitelnost na jednu nápravu - V_1	16,4 t

Rozhodující prvky z hlediska stanovení zatížitelnosti jsou části desky u okrajů a osy mostu, rozhodujícím namáháním pro stanovení zatížitelnosti je smyk u podpor.

V Praze 25. 4. 2022

Ing. Michal Drahorád, Ph.D.

Mott MacDonald CZ, spol. s r.o.

2 Základní údaje a geometrie mostu

2.1 Popis konstrukce mostu

Nosnou konstrukci mostu tvoří monolitická železobetonová deska světlosti 3,0 m a šířky 6,45 m. Rozpětí konstrukce je 3,5 m, nosná konstrukce je uložena přímo na kamenné úložné prahy opěr. Mostní závěry nejsou provedeny.



Obrázek 1: Ilustrační fotografie mostu

Spodní stavba je tvořena masivními opěrami ze žulových kvádrů na cementovou maltu, resp. s výplňovým betonem. Za lícovým zdivem provedeno hrubé zdivo s výplňovým betonem (podle diagnostického průzkumu). Na opěry navazují masivní rovnoběžná křídla z kamenného zdiva. Založení mostu je pravděpodobně plošné na základových pasech.

Mostní svršek je tvořen živičnou vozovkou, která je přebalena cca 200 mm nad úroveň již navýšených říms. Celková tloušťka vozovky je tak cca 600 mm. Římsy na mostě jsou monolitické ŽB, na vtoku je římsa nadbetonována o 100 mm pro osazení ocelového silničního svodidla. Vlevo na mostě je na vtoku osazeno mostní zábradlí s betonovými sloupky a ocelovými vodorovnými tyčemi, na výtoku potom ocelové silniční svodidlo.



2.2 Stav konstrukce a uspořádání nosné výztuže

2.2.1 Projektová dokumentace

K mostu se nedochovala projektová dokumentace. K dispozici je pouze mostní list.

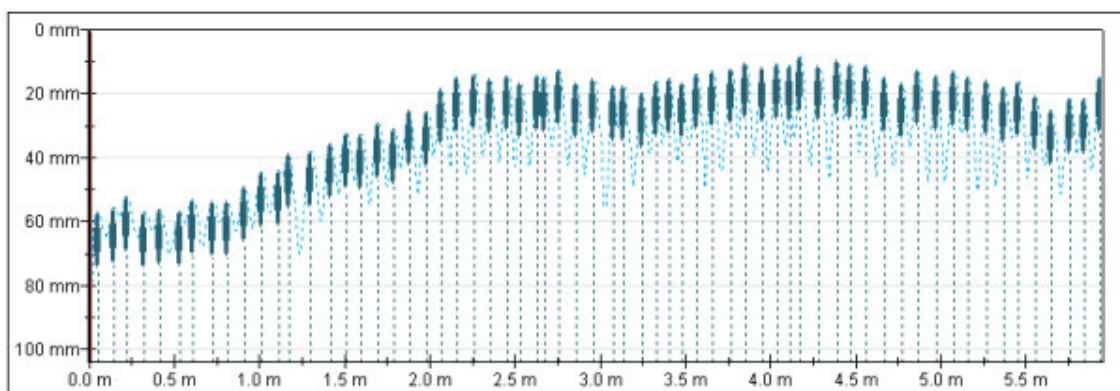
2.2.2 Diagnostický průzkum a vyhodnocení stavu mostu

Diagnostický průzkum byl proveden pracovníky firmy Horský s.r.o. v 03/2022. Diagnostický průzkum byl zaměřen na nosnou konstrukci a spodní stavbu pro účely stanovení zatížitelnosti a návrh opravy mostu.

Podle poslední MPM (V. Havlíček, 03/2022) je nosná konstrukce mostu hodnocena stupněm V – Špatný a spodní stavba mostu je hodnocena stupněm V – Špatný. Do konstrukce lokálně zatéká, zejména pod římsou na povodňové straně, na nosné konstrukci byla v místech zatékání zastižena odprýsknutá krycí vrstva a koroze betonářské výztuže.

Diagnostickým průzkumem byla zjištěna pevnost betonu nosné konstrukce odpovídající třídě C35/45. Beton nosné konstrukce není odolný proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám (CHRL). Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu nosné konstrukce je vyšší než 1,5 MPa. Zjištěné množství Cl⁻ nepřekročilo maximální hodnotu 0,4% pro železobetonové konstrukce. Při provádění bouraných sond a odběrů vzorků navíc došlo k vytékání nahromaděné vody, což svědčí o nefunkční izolaci nosné konstrukce. Karbonatace betonu nosné konstrukce dosahuje do hloubky max. 7 mm.

V sondách ke konstrukční výztuži bylo zjištěno, že podélná výztuž je hladká průměru 18 mm, příčná hladká průměru 5 mm. Pro účely výpočtu se předpokládá kvalita výztuže C37. Pruty s větší krycí vrstvou jsou bez koroze či s mírnou povrchovou korozí. V místech s oslabenou či již odpadlou krycí vrstvou betonu se již koroze výztuže projevuje výrazněji. Maximální zjištěné oslabení bylo do 5% průřezové plochy výztuže. Nedestruktivním vyhledáváním výztuž bylo zjištěno, že se v nosné konstrukci nachází 64 prutů podélné výztuže (vzdálenost cca 95 mm), z nichž polovina (32 prutů) je smyková. Příčná výztuž je provedena v osové vzdálenosti cca 100 mm.



Obrázek 5: Rozmístění hlavní nosné výztuže ve středu rozpětí jako vyhodnocení skenování výztuže
(zdroj: Horský s.r.o.)



Obrázek 6: Typický stav na podhledu nosné konstrukce

Pevnost kamenných bloků opěr je velmi vysoká, pohybuje se v rozmezí 85,3 - 197,8 MPa, výplňový beton má pevnost 10,0 - 10,5 MPa. Spáry mezi kamennými bloky je tvořena mokřým pískem, pevnost tedy nelze stanovit.



Obrázek 7: Typický stav kamenného zdiva spodní stavby (opěra a křídlo)

2.2.3 Hlavní prohlídka mostu

Poslední hlavní prohlídka byla provedena v roce 2020 a zařadila nosnou konstrukci do stavebního stavu IV. Spodní stavba byla zařazena do stupně stavebního stavu V (špatný podle ČSN 73 6221), a to z důvodu podemletí základu opěr.

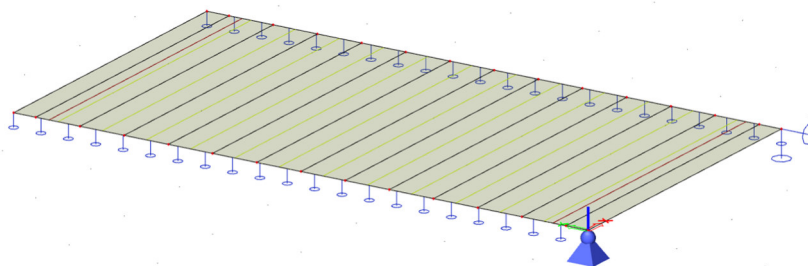
2.3 Model pro statickou analýzu

2.3.1 Obecně

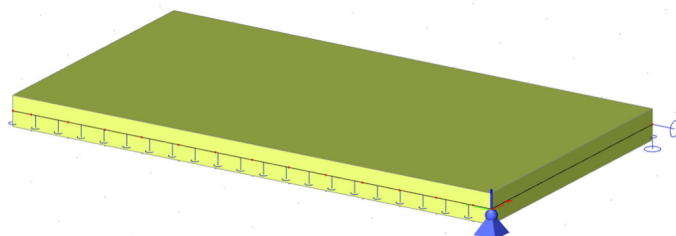
Pro výpočet vnitřních sil od vlastní tíhy nosníků a pro stanovení účinků předpětí je konstrukce modelována jako desková s vloženými pruty modelujícími samostatné nosníky. Konstrukce je uložena prostě na opěrách. Získané vnitřní síly jsou následně konfrontovány s odolností konstrukce stanovenou na základě postupů ČSN EN 1990, ČSN EN 1992 a ČSN 73 0038.

2.3.2 Geometrie

Geometrie výpočetního modelu odpovídá skutečným rozměrům konstrukce a je patrná z obrázku 8 a 9. Poloha a množství výztuže v nosné konstrukci se pro potřeby stanovení zatížitelnosti uvažuje podle výsledků diagnostického průzkumu (viz výše).



Obrázek 8: Schéma kombinovaného modelu konstrukce – L = 3,50 m



Obrázek 9: Render prostorového modelu konstrukce

2.3.3 Materiály nosné konstrukce

Materiály nosné konstrukce jsou uvažovány podle provedeného diagnostického průzkumu. Beton nosné konstrukce je uvažován třídy C35/45, betonářská výztuž potom kvality C37. Charakteristiky materiálů se uvažují podle ČSN 73 0038 a příslušných částí ČSN EN 1992. Souhrn vlastností je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1: Souhrn vlastností materiálů nosné konstrukce

Beton (C35/45)	Pevnost v tlaku	$f_{ck} = 50 \text{ MPa}$
	Součinitel materiálu	$\gamma_C = 1,5$
	Mezní přetvoření	$\varepsilon_{cu} = 3,5 \text{ ‰}$
	Součinitel pevnosti v tlaku	$\alpha_{cc} = 0,90$
Betonářská výztuž (C37)	Mez kluzu	$f_{yk} = 210 \text{ MPa}$
	Součinitel materiálu	$\gamma_S = 1,15$
	Mezní přetvoření	$\varepsilon_{su} = 50 \text{ ‰}$

Oslabení výztuže se uvažuje v krajní části desky 5% průřezové plochy, ve vnitřní části desky se potom oslabení výztuže neuvažuje.

V rámci výpočtu zatížitelnosti se předpokládá, že spodní stavba o zatížitelnosti mostu nerozhoduje, a podrobné vlastnosti materiálů proto nejsou stanoveny.

2.3.4 Charakteristiky rozhodujících průřezů

Deska mostovky je pro účely stanovení zatížitelnosti uvažována tloušťky 380 mm.

3 Zatížení a kombinace zatížení

3.1 Stálá zatížení

3.1.1 Vlastní tíha nosné konstrukce

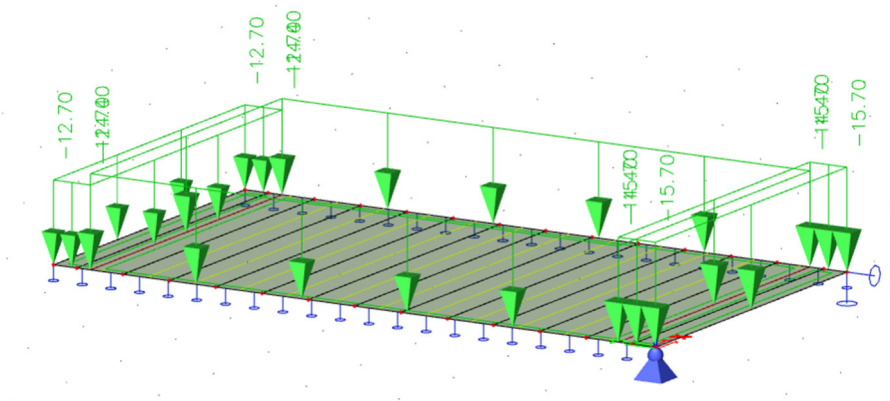
Vlastní tíha nosné konstrukce je stanovena hodnotami podle geometrie konstrukce a je generována automaticky na základě zadané geometrie konstrukce (tloušťky konstrukce).

3.1.2 Ostatní stálé zatížení

Ostatní stálá zatížení jsou stanovena hodnotami odpovídajícími skutečně zastížené geometrii a materiálům nosné konstrukce. Průzkumem bylo zjištěno, že základní geometrie konstrukce odpovídá původním projektové dokumentaci (viz Obrázek 2 a Obrázek 3). Hodnoty zatížení aplikované na model konstrukce jsou shrnuty v následující tabulce.

Tabulka 2: Výpočet ostatního stálého zatížení

Římsa, vč. bet. zábradlí	Tloušťka 0,41 m, vč. přesahu	$g_a = 26 \text{ kNm}^{-3}$	$G_{\text{řim}} = 12,7 \text{ kNm}^{-2}$
Vozovka	Tloušťka cca 0,6 m	$g_c = 24 \text{ kNm}^{-3}$	$G_{\text{voz}} = 14,4 \text{ kNm}^{-2}$
Pravá římsa, vč. svodidla	Tloušťka 0,51 m, vč. přesahu	$g_z = 26 \text{ kNm}^{-3}$	$G_{P2} = 15,3 \text{ kNm}^{-2}$



Obrázek 10: Schéma zatížení ostatního stálého

3.2 Proměnná zatížení

3.2.1 Všeobecně

Z proměnných zatížení se pro stanovení zatížitelnosti uvažuje pouze proměnné zatížení dopravou podle ČSN 73 6222. Ostatní proměnná zatížení se vzhledem k rozměrům, statickému schématu a umístění mostu neuvažují (teplota, sníh, vítr).

3.2.2 Normální zatížitelnost

3.2.2.1 Rozdělení vozovky na zatěžovací pruhy

S ohledem na šířku vozovky na mostě (5,50 m šířka vozovky) se na vozovce umístí vždy pouze dva „těžké“ (pruh 1) pruhy zatížení podle ČSN 73 6222, a to vždy v nejméně příznivé poloze. Šířka pruhů je uvažována vždy 2,75 m. V těchto pruzích je aplikováno zatížení rovnoměrné a zatížení vozidly. Zbývající plocha je zatížena pouze rovnoměrným zatížením o hodnotě v_n , která závisí na normální zatížitelnosti mostu.



Obrázek 11: Schéma uspořádání na mostě

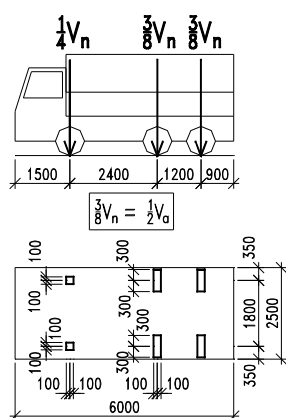
Uspořádání zatížení v pruzích zohledňuje všechny možné polohy zatížení na mostě.

3.2.2.2 Zatížení na vozovce

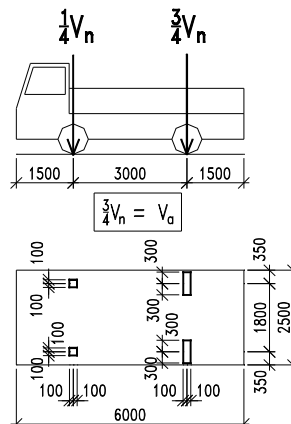
Pro stanovení normální zatížitelnosti mostu je uvažována pouze varianty zatížení třínápravovými a dvounápravovými vozidly podle ČSN 73 6222. Celková tíha zadní nápravy (resp. náprav) vozidel v pruzích typu 1 (těžké) je rovna $100 v_n$, v těchto pruzích navíc působí rovnoměrné zatížení $2,5 v_n$. V pruzích typu 2 (střední) je celková tíha zadní nápravy rovna $50 v_n$ a současně v pruzích působí rovnoměrné zatížení o velikosti $1,0 v_n$. Zatížení chodníků není uvažováno, protože na mostě nejsou chodníky provedeny.

Umístění zatížení v podélném a příčném směru je voleno tak, aby na konstrukci vyvolalo extrémní účinky.

a) třínápravové vozidlo $V_n \geq 16t$

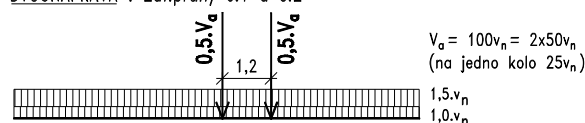


b) dvounápravové vozidlo $V_n < 16t$

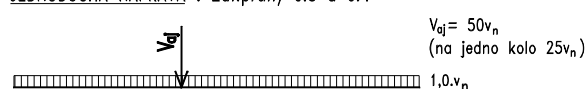


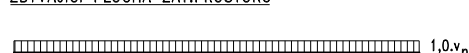
Obrázek 12: Schéma zatížení 2NV a 3NV pro stanovení normální zatížitelnosti

“1” – TĚŽKÉ

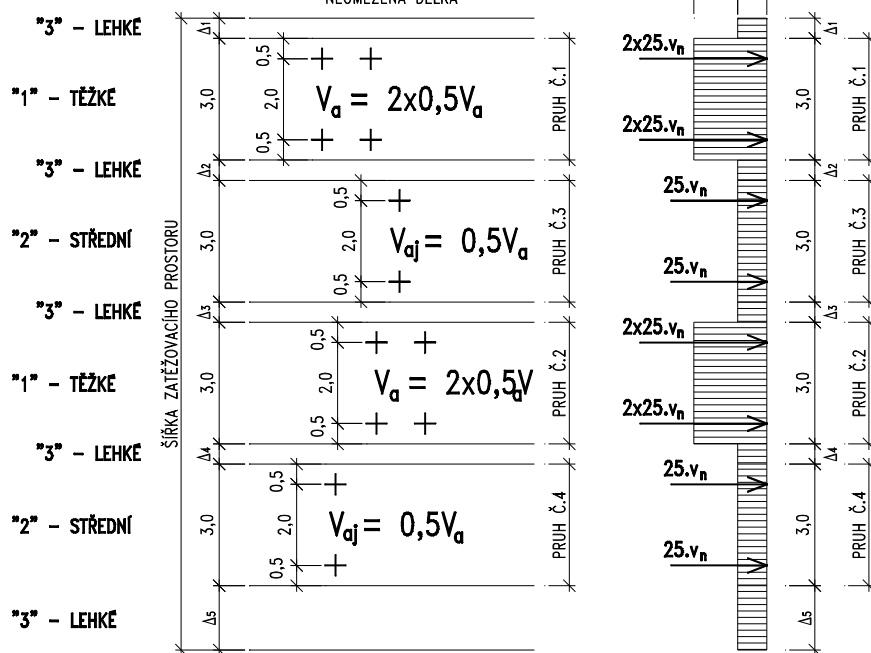
$$\frac{1}{a} \quad \frac{1}{a}$$


1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016, 2017, 2018, 2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025, 2026, 2027, 2028, 2029, 2030, 2031, 2032, 2033, 2034, 2035, 2036, 2037, 2038, 2039, 2040, 2041, 2042, 2043, 2044, 2045, 2046, 2047, 2048, 2049, 2050, 2051, 2052, 2053, 2054, 2055, 2056, 2057, 2058, 2059, 2060, 2061, 2062, 2063, 2064, 2065, 2066, 2067, 2068, 2069, 2070, 2071, 2072, 2073, 2074, 2075, 2076, 2077, 2078, 2079, 2080, 2081, 2082, 2083, 2084, 2085, 2086, 2087, 2088, 2089, 2090, 2091, 2092, 2093, 2094, 2095, 2096, 2097, 2098, 2099, 2100, 2101, 2102, 2103, 2104, 2105, 2106, 2107, 2108, 2109, 2110, 2111, 2112, 2113, 2114, 2115, 2116, 2117, 2118, 2119, 2120, 2121, 2122, 2123, 2124, 2125, 2126, 2127, 2128, 2129, 2130, 2131, 2132, 2133, 2134, 2135, 2136, 2137, 2138, 2139, 2140, 2141, 2142, 2143, 2144, 2145, 2146, 2147, 2148, 2149, 2150, 2151, 2152, 2153, 2154, 2155, 2156, 2157, 2158, 2159, 2160, 2161, 2162, 2163, 2164, 2165, 2166, 2167, 2168, 2169, 2170, 2171, 2172, 2173, 2174, 2175, 2176, 2177, 2178, 2179, 2180, 2181, 2182, 2183, 2184, 2185, 2186, 2187, 2188, 2189, 2190, 2191, 2192, 2193, 2194, 2195, 2196, 2197, 2198, 2199, 2200, 2201, 2202, 2203, 2204, 2205, 2206, 2207, 2208, 2209, 2210, 2211, 2212, 2213, 2214, 2215, 2216, 2217, 2218, 2219, 2220, 2221, 2222, 2223, 2224, 2225, 2226, 2227, 2228, 2229, 2230, 2231, 2232, 2233, 2234, 2235, 2236, 2237, 2238, 2239, 2240, 2241, 2242, 2243, 2244, 2245, 2246, 2247, 2248, 2249, 2250, 2251, 2252, 2253, 2254, 2255, 2256, 2257, 2258, 2259, 2260, 2261, 2262, 2263, 2264, 2265, 2266, 2267, 2268, 2269, 2270, 2271, 2272, 2273, 2274, 2275, 2276, 2277, 2278, 2279, 2280, 2281, 2282, 2283, 2284, 2285, 2286, 2287, 2288, 2289, 2290, 2291, 2292, 2293, 2294, 2295, 2296, 2297, 2298, 2299, 2300, 2301, 2302, 2303, 2304, 2305, 2306, 2307, 2308, 2309, 2310, 2311, 2312, 2313, 2314, 2315, 2316, 2317, 2318, 2319, 2320, 2321, 2322, 2323, 2324, 2325, 2326, 2327, 2328, 2329, 2330, 2331, 2332, 2333, 2334, 2335, 2336, 2337, 2338, 2339, 2340, 2341, 2342, 2343, 2344, 2345, 2346, 2347, 2348, 2349, 2350, 2351, 2352, 2353, 2354, 2355, 2356, 2357, 2358, 2359, 2360, 2361, 2362, 2363, 2364, 2365, 2366, 2367, 2368, 2369, 2370, 2371, 2372, 2373, 2374, 2375, 2376, 2377, 2378, 2379, 2380, 2381, 2382, 2383, 2384, 2385, 2386, 2387, 2388, 2389, 2390, 2391, 2392, 2393, 2394, 2395, 2396, 2397, 2398, 2399, 2400, 2401, 2402, 2403, 2404, 2405, 2406, 2407, 2408, 2409, 2410, 2411, 2412, 2413, 2414, 2415, 2416, 2417, 2418, 2419, 2420, 2421, 2422, 2423, 2424, 2425, 2426, 2427, 2428, 2429, 2430, 2431, 2432, 2433, 2434, 2435, 2436, 2437, 2438, 2439, 2440, 2441, 2442, 2443, 2444, 2445, 2446, 2447, 2448, 2449, 2450, 2451, 2452, 2453, 2454, 2455, 2456, 2457, 2458, 2459, 2460, 2461, 2462, 2463, 2464, 2465, 2466, 2467, 2468, 2469, 2470, 2471, 2472, 2473, 2474, 2475, 2476, 2477, 2478, 2479, 2480, 2481, 2482, 2483, 2484, 2485, 2486, 2487, 2488, 2489, 2490, 2491, 2492, 2493, 2494, 2495, 2496, 2497, 2498, 2499, 2500, 2501, 2502, 2503, 2504, 2505, 2506, 2507, 2508, 2509, 2510, 2511, 2512, 2513, 2514, 2515, 2516, 2517, 2518, 2519, 2520, 2521, 2522, 2523, 2524, 2525, 2526, 2527, 2528, 2529, 2530, 2531, 2532, 2533, 2534, 2535, 2536, 2537, 2538, 2539, 2540, 2541, 2542, 2543, 2544, 2545, 2546, 2547, 2548, 2549, 2550, 2551, 2552, 2553, 2554, 2555, 2556, 2557, 2558, 2559, 2560, 2561, 2562, 2563, 2564, 2565, 2566, 2567, 2568, 2569, 2570, 2571, 2572, 2573, 2574, 2575, 2576, 2577, 2578, 2579, 2580, 2581, 2582, 2583, 2584, 2585, 2586, 2587, 2588, 2589, 2590, 2591, 2592, 2593, 2594, 2595, 2596, 2597, 2598, 2599, 2600, 2601, 2602, 2603, 2604, 2605, 2606, 2607, 2608, 2609, 2610, 2611, 2612, 2613, 2614, 2615, 2616, 2617, 2618, 2619, 2620, 2621, 2622, 2623, 2624, 2625, 2626, 2627, 2628, 2629, 2630, 2631, 2632, 2633, 2634, 2635, 2636, 2637, 2638, 2639, 2640, 2641, 2642, 2643, 2644, 2645, 2646, 2647, 2648, 2649, 2650, 2651, 2652, 2653, 2654, 2655, 2656, 2657, 2658, 2659, 2660, 2661, 2662, 2663, 2664, 2665, 2666, 2667, 2668, 2669, 2670, 2671, 2672, 2673, 2674, 2675, 2676, 2677, 2678, 26





NEOMEZENÁ DĚLKA



Obrázek 13: Schéma zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti podle ČSN 73 6222

Roznášení zatížení je uvažováno na tloušťku vozovky pod úhlem 2:1 a do střednice desky mostu, tedy zvětšení šířky kola na každou stranu je:

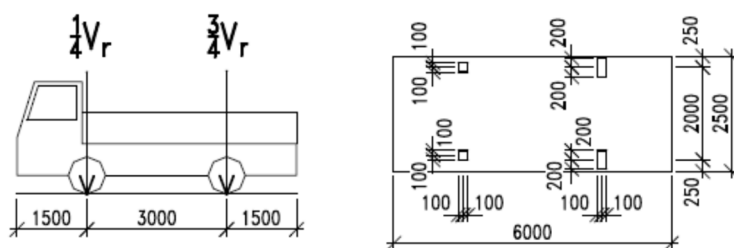
$$600/2 + 380/2 = 490 \text{ mm}$$

3.2.3 Výhradní zatížitelnost

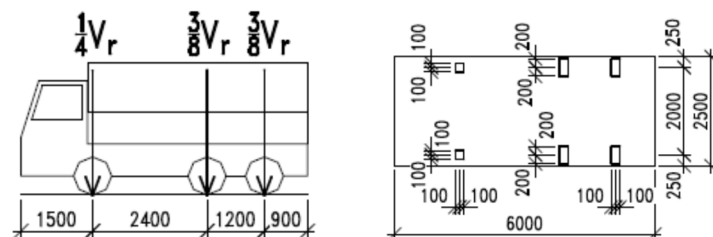
Výhradní zatížitelnost mostu je stanovena na základě schémat vozidel výhradní zatížitelnosti podle ČSN 73 6222. Výhradní zatížitelnost je stanovena podle pravidel ČSN 73 6222, a to za použití trojice základních vozidel dvou, tří a šestnápravových. Vozidlo je na mostě vždy jen jedno (umístěné v nejnepříznivější poloze), současně s ním nepůsobí na vozovce žádné další zatížení (ani rovnoměrné). Zatížení vozidlem je vždy uvažováno jako hlavní proměnné zatížení.

Roznášení zatížení je uvažováno na tloušťku vozovky pod úhlem 2:1 a do střednice desky mostu, tedy zvětšení šířky kola na každou stranu je:

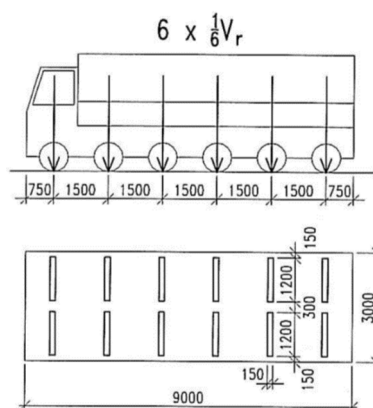
$$600/2 + 380/2 = 490 \text{ mm}$$



Obrázek 14: Schéma dvounápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti



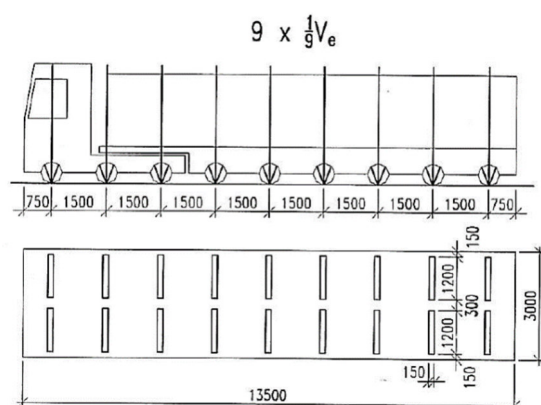
Obrázek 15: Schéma třínápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti



Obrázek 16: Schéma 6-ti nápravového vozidla pro stanovení výhradní zatížitelnosti

3.2.4 Výjimečná zatížitelnost

Výjimečná zatížitelnost je stanovena na základě schématu zvláštní soupravy jako maximální hmotnost 9-ti nápravového vozidla pohybujícího se na mostě v předepsané stopě na mostě (resp. ve vzdálenosti $\pm 0,5$ m od této osy). Při stanovení výjimečné zatížitelnosti se neuvažuje žádné jiné dopravní zatížení na mostě. Stopa pojezdu se uvažuje podél vnitřního okraje směrového oblouku na mostě.



Obrázek 17: Schéma 9-ti nápravového vozidla pro stanovení výjimečné zatížitelnosti

Roznášení zatížení je uvažováno na tloušťku vozovky pod úhlem 2:1 a do střednice desky mostu, tedy zvětšení šířky kola na každou stranu je:

$$600/2 + 380/2 = 490 \text{ mm}$$

3.2.5 Dynamické účinky zatížení

Dynamické účinky zatížení dopravou se uvažují podle ČSN 73 6222

Normální zatížitelnost (dva pruhy)	$\delta = 1,20$
Výhradní zatížitelnost (zatížení celým vozidlem)	$\delta = 1,25$
Výjimečná zatížitelnost	$\delta = 1,05$

3.3 Kombinace zatížení

Z hlediska kombinací zatížení jsou pro stanovení zatížitelnosti použity kombinace zatížení v mezním stavu únosnosti. Pro stanovení zatížitelnosti z hlediska mezní únosnosti jsou vyčísleny kombinace podle vztahu 6.10 podle ČSN EN 1990/A2 a zásad ČSN 73 6222. Součinitele zatížení a součinitele kombinace pro stanovení kombinací zatížení jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Součinitele zatížení

Stav	Jméno	Součinitel zatížení γ_F	Redukční součinitel ξ	Součinitel kombinace		
				ψ_0	ψ_1	ψ_2
1	Vlastní tíha	1,35	0,85	-	-	-
2	Ostatní stálé	1,35	0,85	-	-	-
3	Zatížení vozidly	1,35	-	0,75	0,75	0

4 Stanovení zatížitelnosti mostu

4.1 Způsob stanovení zatížitelnosti

Zatížitelnost mostu je stanovena podrobným statickým výpočtem podle ČSN 73 6222, a to na základě dostupné dokumentace mostu a výsledků provedeného diagnostického průzkumu.

Pro mezní stav únosnosti je odolnost konstrukce stanovena podrobným statickým výpočtem založeným na skutečném vyztužení průřezu podle dokumentace skutečného provedení a ověřeném diagnostickým průzkumem, včetně zahrnutí vlivu oslabení výztuže korozí. Mezní smyková odolnost je stanovena metodou příhradové analogie podle ČSN EN 1992-2. Protože se jedná o masivní most, navíc zatížený jen relativně malým zatížením, nebyl vliv únavy stanovován.

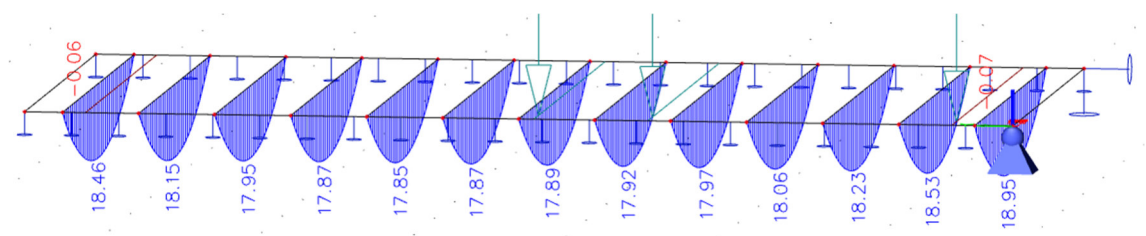
Kombinace zatížení, součinitele zatížení γ_z , součinitele kombinace ψ a redukční součinitel ξ jsou stanoveny podle ČSN EN 1990 a ČSN 73 6222 (viz kapitola 3.3). Součinitele jednotlivých použitých materiálů γ_M viz kapitola 2.3.3.

4.2 Vnitřní síly od zatížení

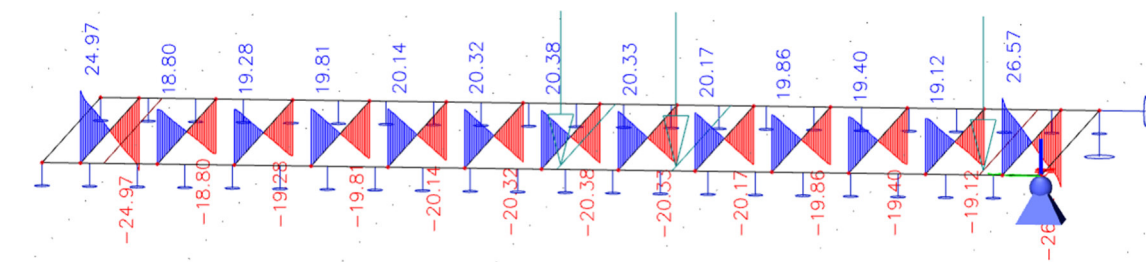
Vnitřní síly od zatížení jsou stanoveny na několika modelech v závislosti na působení konstrukce pro příslušné typy zatížení (viz 1.2.1). V následujících odstavcích jsou uvedeny charakteristické hodnoty jednotlivých zatížení, bez zahrnutí dynamických účinků.

4.2.1 Stálá zatížení

Účinky stálých zatížení jsou stanoveny dohromady. Účinky zatížení v charakteristických hodnotách jsou uvedeny na obrázku 18 a 19 (vč. extrémních hodnot).



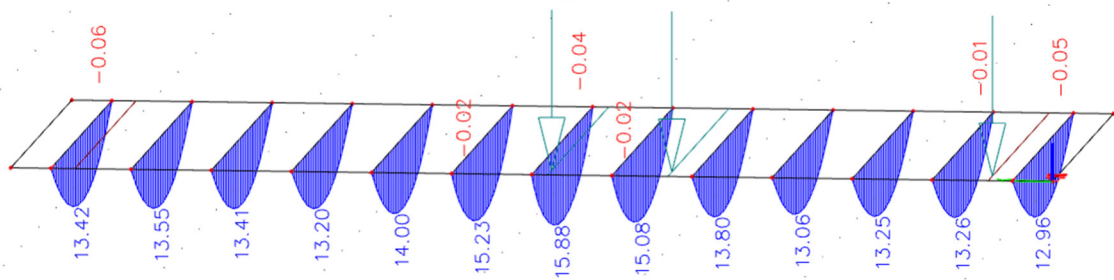
Obrázek 18: Průběh momentů od stálého a ostatního stálého zatížení



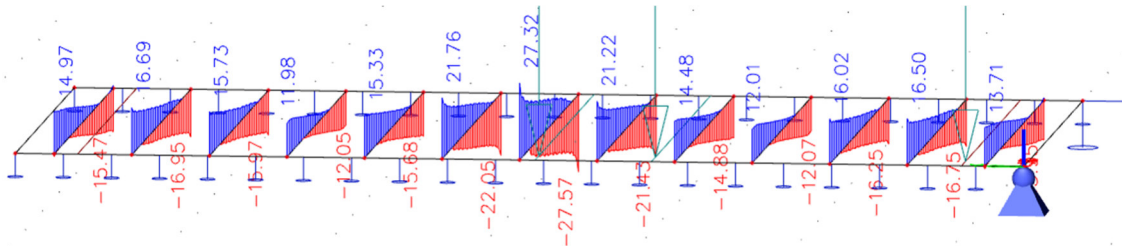
Obrázek 19: Průběh posouvajících sil od stálého a ostatního stálého zatížení

4.2.2 Zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti

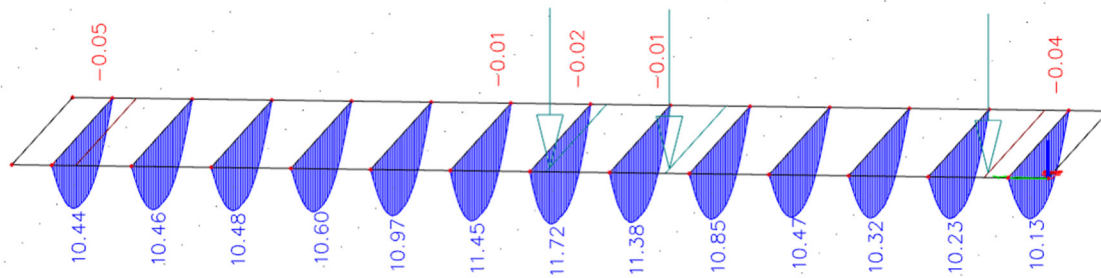
Charakteristické účinky základního zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti pro rozhodující 2 a 3-nápravové vozidlo jsou uvedeny na následujících obrázcích (vč. extrémních hodnot).



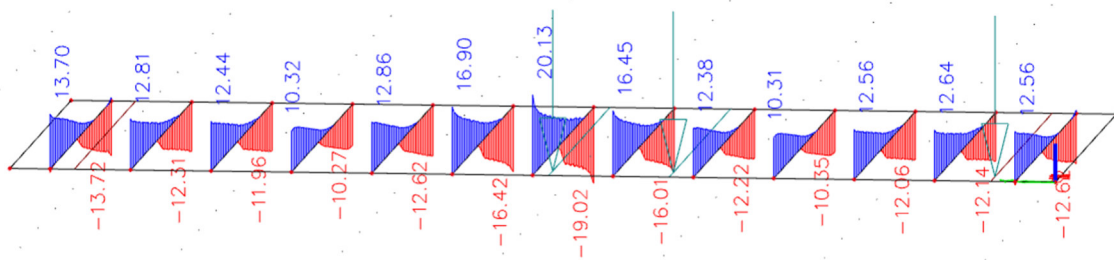
Obrázek 20: Průběh momentů od zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti – 2NV



Obrázek 21: Průběh posouvajících sil od zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti – 2NV



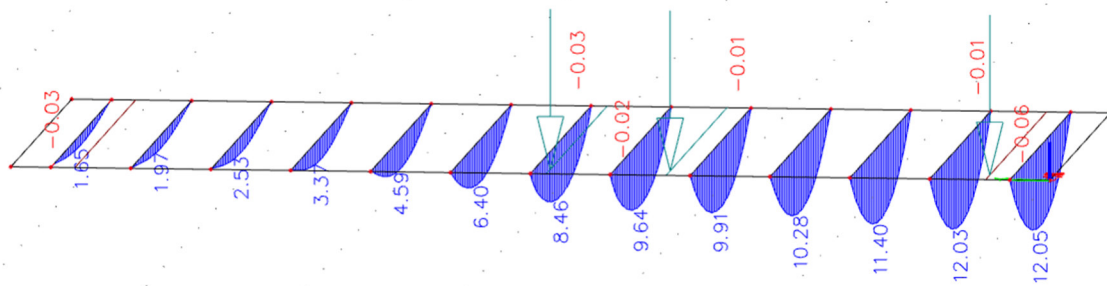
Obrázek 22: Průběh momentů od zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti – 3NV



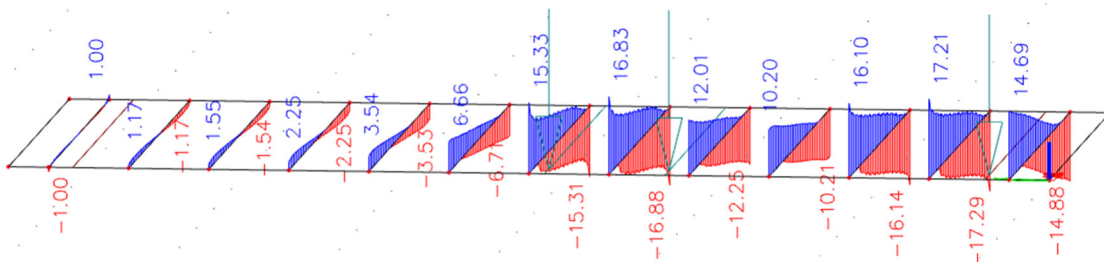
Obrázek 23: Průběh posouvajících sil od zatížení pro stanovení normální zatížitelnosti – 3NV

4.2.3 Zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti

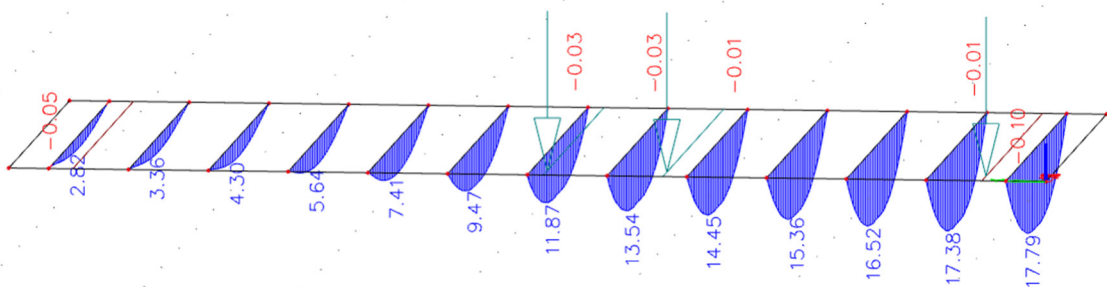
Charakteristické účinky základního zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti ukazují následující obrázky (vč. extrémních hodnot).



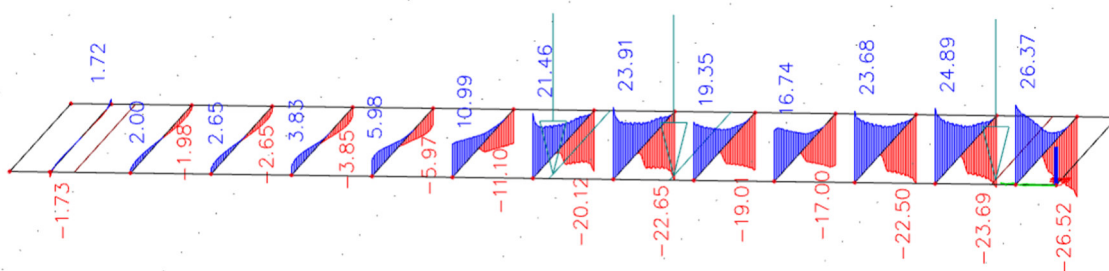
Obrázek 24: Obálka extrémních momentů od zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti – 2NV



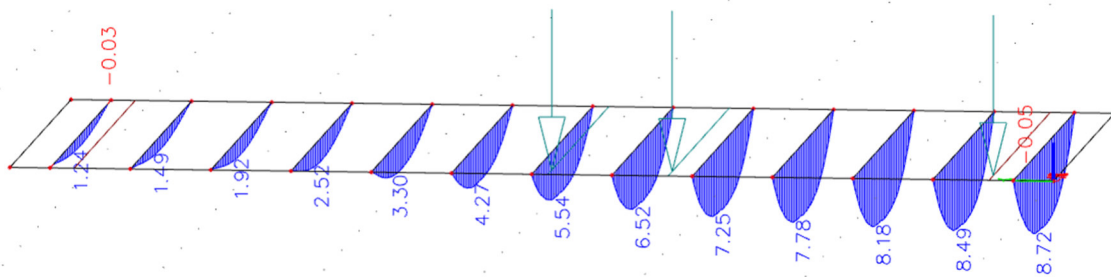
Obrázek 25: Obálka extrémních posouvajících sil od zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti – 2NV



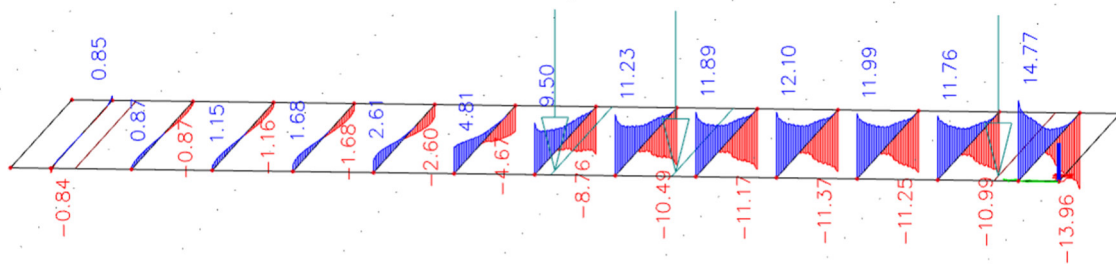
Obrázek 26: Obálka extrémních momentů od zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti – 3 NV



Obrázek 27: Obálka extrémních posouvajících sil od zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti – 3NV



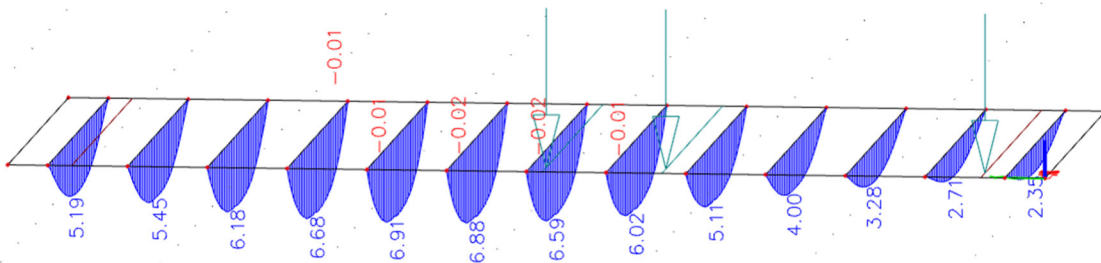
Obrázek 28: Obálka extrémních momentů od zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti – 6 NV



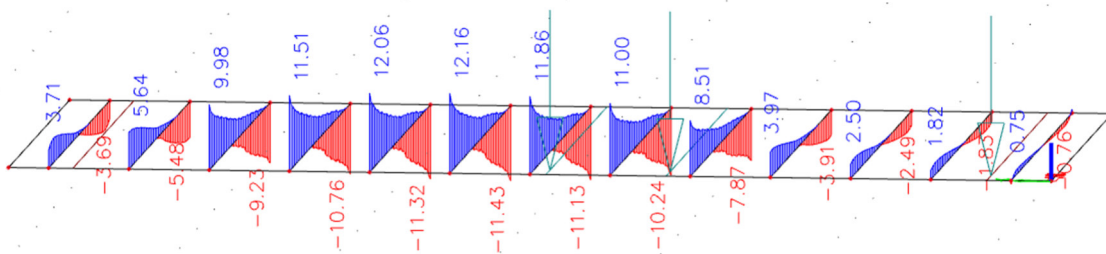
Obrázek 29: Obálka extrémních posouvajících sil od zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti – 6NV

4.2.4 Zatížení pro stanovení výjimečné zatížitelnosti

Charakteristické účinky základního zatížení pro stanovení výjimečné zatížitelnosti ukazují Obrázek 30 a Obrázek 31 (vč. extrémních hodnot). Vozidlo se pohybuje podél vnitřního kraje směrového oblouku na mostě.



Obrázek 30: Obálka extrémních momentů od zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti – 9 NV



Obrázek 31: Obálka extrémních posouvajících sil od zatížení pro stanovení výhradní zatížitelnosti – 9NV

4.3 Stanovení zatížitelnosti mostu

4.3.1 Všeobecně

Výsledky uvedené v kapitole 4.2 jsou vyhodnoceny v tabulkovém procesoru EXCEL. Zatížitelnost je stanovena v rozhodujících průřezích nosné konstrukce na základě odolnosti kritického průřezu. Pro momentovou únosnost se jedná přibližně o střed rozpětí mostu. Pro smykovou únosnost se jedná o místo podepření. Hodnoty únosnosti i zatížení jsou s ohledem na uspořádání konstrukce stanoveny na celou šířku konstrukce. Zatížitelnost mostu je s ohledem na typ konstrukce (ŽB deska) stanovena pouze v mezním stavu únosnosti.

Vyhodnocení zatížitelnosti je provedeno na základě následujícího vztahu:

$$V_c = (E_{Rd} - E_{G,d}) / V_{1,d} * M_1,$$

kde V_c je příslušná hledaná zatížitelnost (resp. hmotnost zadních náprav pro V_n),

E_{Rd} je návrhová odolnost konstrukce,

$E_{G,d}$ je návrhový účinek vlastní tíhy a ostatního stálého zatížení (vozovka),

$V_{1,d}$ je návrhový účinek jednotkového zatížení pro stanovení zatížitelnosti, vč. dynamických účinků zatížení,

M_1 je hmotnost jednotkového vozidla.

4.3.2 Mezní stav únosnosti

4.3.2.1 Obecně

Jako odolnosti kritických průřezů je použito hodnot získaných podrobným výpočtem podle zásad platných předpisů (ČSN EN) – viz dále. Pro stanovení zatížitelnosti je potom použito vztahu z odstavce 4.3.1.

4.3.2.2 Stanovení ohybové odolnosti rozhodujících průřezu

Stanovení ohybové odolnosti průřezů je provedeno podle zásad ČSN EN 1992, a to metodou mezních přetvoření. Charakteristiky materiálů a průřezů jsou přitom uvedeny v 2.3.3. Vyztužení je patrné z obrázků v kapitole 2.2.1.

Stanovení momentu odolnosti, vč. vlivu oslabení výztuže o 5 % vlivem koroze je provedeno v následující tabulce.

MOMENT UNOSNOSTI ŽB PRŮŘEZU - METODA MEZNÍCH PŘETVOŘENÍ

GEOMETRIE PRŮŘEZU

BETON - OBDÉLNÍK

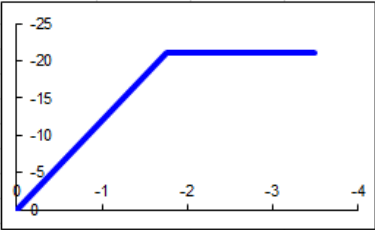
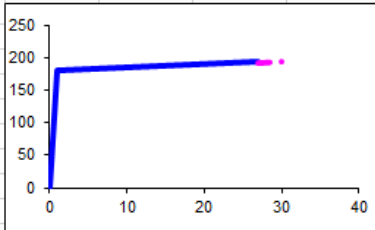
Výška průřezu :	0.380	m
Šířka průřezu :	0.500	m

BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ

	z	n	profil	Korozní	Plocha
	[m]	[ks]	[mm]	oslabení	[mm ²]
✓ (1)	0.040	5	18	5%	1208.7
✓ (2)	0.359	0	32	5%	0.0
✓ (3)	0.040	0	0	5%	0.0

$A_{s,min} = 0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} \cdot b \cdot d$

	685.4	mm ²
--	-------	-----------------

NÁVRHOVÉ CHARAKTERISTIKY MATERIÁLU					
BETON			BETONÁŘSKÁ VÝZTUŽ		
$f_{ck} =$	35.0	MPa	$f_{yk} =$	207.0	MPa
$f_{ctm} =$	3.2	MPa	$\gamma_s =$	1.15	[-]
$\gamma_c =$	1.5	[-]	$f_{yd} =$	180.0	MPa
$\alpha_{cc} =$	0.9	[-]	$E_s =$	200.0	GPa
$f_{od} =$	21.0	MPa	$\epsilon_{uk} =$	30.00	[$\cdot 10^{-3}$]
$\epsilon_{c3} =$	-1.75	[$\cdot 10^{-3}$]	$\epsilon_{ud}/\epsilon_{uk} =$	0.90	[-]
$\epsilon_{cu3} =$	-3.50	[$\cdot 10^{-3}$]	$k = f_t/f_y =$	1.08	[-]
					
STANOVENÍ POLOHY NEUTRÁLNÍ OSY A MOMENTU ÚNOSNOSTI					
Poloha rozhodujících vláken :		0.380	[m]	Úprava polohy N.O.	
Přetvoření v rozhodujících vláknech :		-3.5	[$\cdot 10^{-3}$]	<input type="button" value="+ 0,1 mm"/> <input type="button" value="- 0,1 mm"/>	
Excentricita rozhodujících vláken :		0.030	[m]	<input type="button" value="+ 1,0 mm"/> <input type="button" value="- 1,0 mm"/>	
Vzdálenost N.O. od spodních vláken		0.350	m		
Materiál	Síla [MN]	ϵ_{max} [$\cdot 10^{-3}$]	e [m]	M [MNm]	Posouzení
Beton	-0.239	-3.5	0.019	-0.004	Max.přetvoření betonu vyhovuje
Výztuž (1)	0.238	35.8	-0.310	-0.074	Max.přetvoření výztuže nevyhovuje
Výztuž (2)	0.000	-1.1	0.009	0.000	Max.přetvoření výztuže vyhovuje
Výztuž (3)	0.000	35.8	-0.310	0.000	Max.přetvoření výztuže nevyhovuje
Sílová podmínka rovnováhy					
Celkem				0.000	MN
Moment únosnosti průřezu na mezi únosnosti					
$M_{Rd} =$				0.0783	MNm
Rameno vnitřních sil :					
z =				0.328	m

Ohybová odolnost průřezu s betonářskou výztuží oslabenou korozí:

$$M_{Rd} = 78,3 \text{ kNm}$$

4.3.2.3 Stanovení smykové odolnosti rozhodujících průřezů

Stanovení smykové odolnosti je provedeno metodou náhradní příhradové analogie. Pro stanovení odolnosti jsou uvažovány ohyby průměru 18 mm z výztuže C37 zastižené diagnostickým průzkumem. Oslabení profilů betonářské výztuže je uvažováno podle zjištění diagnostického průzkumu. Výpočet je uspořádán v následující tabulce.

Smyková únosnost průřezu podle ČSN EN 1992-1-1					
Rozměry průřezu :			Smyková výztuž - materiál :		
Výška	h =	0.380	m	Mez kluzu	f_{yk} = 207 MPa
Min.šířka	b_w =	0.500	m	Souč.materiálu	γ_s = 1.15 -
				Návrh.mez kluzu	f_{ywd} = 180.0 MPa
Ohybová výztuž :			Trmeny :		
Krytí výztuže	c =	0.030	m	Profil	ϕ = 12 mm
Profil výztuže	ϕ =	18	mm	Střížnost	0 -
Množství výztuže	n =	3	ks	Vzdálenost	s = 0.250 m
Statická výška	d =	0.341	m		
Rameno vn.sil	z =	0.307	m		
Beton :			Ohyby :		
Char.pevnost	f_{ck} =	16.0	MPa	Profil	ϕ = 18 mm
Souč.materiálu	γ_c =	1.50	-	Vzdálenost	s = 1.000 m
Redukční souč.v tlaku	α_{oo} =	0.90	-	Ohybů v trhlíně	n = 2.5 ks
Návrh.pevnost	f_{od} =	9.6	MPa	Sklon	α = 45.000 °
Součinitel smyk.pevnosti	ν_1 =	0.56	-	Sklon tlač.éných diagonál :	
				cotg θ = 1.5 -	
Únosnost ve smyku bez smykové výztuže :					
Součinitel tl. prvku	k =	1.77	-	$V_{Rd,c,1}$ =	65.5 kN
St. vyztužení ohyb.výzt.	ρ_1 =	0.00373	-	$V_{Rd,c,min}$ =	56.0 kN
Prům.napětí od předpětí	σ_{op} =	0.00	MPa		
				$V_{Rd,c} = 65.5$ kN	
Únosnost tlač.éné diagonály :					
Prům.éné napětí od předpětí	σ_{cp} =	0.00	MPa		
Součinitel napětí v tl.pásu	α_{cp} =	1.00			
$V_{Rd,max} = \alpha_{cp} * b_w * z * \nu_1 * f_{cd} * cotg \theta / (1 + cotg^2 \theta)$					
	$V_{Rd,max} = 381.8$ kN				
Únosnost smykové výztuže :					
Trmeny			Ohyby		
A_{sw} =	0.0	mm ²	A_{sw} =	636.2	mm ²
$\rho_{w,s}$ =	0.00000	-	$\rho_{w,b}$ =	0.00180	-
$V_{Rd,s} = A_{sw} * z * f_{ywd} * cotg \theta / s$			$V_{Rd,s} = A_{sw} * f_{ywd} * sin \alpha$		
	$V_{Rd,s} = 0.0$ kN			$V_{Rd,s} = 81.0$ kN	
	Celkem				
	$V_{Rd,s} = 81.0$ kN				
	$\rho_{w,b} = 0.00180$ -				
	$\rho_{w,min} = 0.00155$ -				
	> OK				

Ohybová odolnost průřezu:

$$V_{Rd} = 81,0 \text{ kN}$$

4.3.2.4 Stanovení zatížitelnosti

Zatížitelnost je stanovena podrobným statickým výpočtem na základě odolností rozhodujících průřezů uvedených v předcházejících odstavcích této kapitoly. Zatížitelnost v rozhodujících průřezích a pro rozhodující způsoby namáhání je stanovena v následující tabulce.

Poznámka: Hodnoty smykových sil jsou redukovány pro průřezy ve vzdálenosti 0,35 m od osy uložení.

Odolnost průřezu																				
	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
Odolnost	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
Plná	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	81	81	81	81	81	81	81	81	81	81
Redukovaná	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	78.3	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0	81.0
Účinky zatížení - charakteristické																				
Zatížení	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10	N1	N2	N3	N4	N5	N6	N7	N8	N9	N10
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
	Smyk (kN)																			
Stálá zatížení	19.0	18.5	18.1	18.0	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	17.9	22.6	16.2	16.5	16.9	17.1	17.3	17.3	17.3	17.1	16.8
Chodník	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1
Normální - 2NV	13.0	13.3	13.1	13.8	15.1	15.9	15.2	14.6	10.9	13.4	12.3	15.1	14.6	10.9	13.4	19.3	24.8	19.9	15.0	10.9
Normální - 3NV	10.1	10.2	10.3	10.5	10.9	11.4	11.7	11.5	11.0	10.6	11.3	11.3	11.3	9.4	11.2	14.9	18.1	15.2	11.6	9.3
Výhradní - 2NV	12.1	12.0	11.4	10.3	9.9	9.6	8.5	6.4	6.4	6.4	13.4	15.6	14.6	9.2	11.1	15.2	13.8	6.0	6.0	6.0
Výhradní - 3NV	17.8	17.4	16.5	15.4	14.5	13.5	11.9	9.5	7.4	7.4	23.9	22.4	12.3	15.3	17.5	21.5	19.4	10.0	5.4	5.4
Výhradní - 6NV	8.7	8.5	8.2	7.8	7.3	6.5	5.5	4.3	3.3	3.3	13.3	10.6	10.8	10.9	10.7	10.1	8.6	4.1	4.1	4.1
Výjimečné	5.2	5.5	6.2	6.7	6.9	6.9	6.6	6.0	5.1	4.0	3.3	5.0	9.0	10.4	10.9	11.0	10.7	9.9	7.7	3.6

Vyhodnocení zatížitelnosti jednotlivých nosníků je uvedeno v následující tabulce.

Zatížitelnost	Zat. t
Normální - 2NV	20.2
Normální - 3NV	27.8
Výhradní - 2NV	38.0
Výhradní - 3NV	43.8
Výhradní - 6NV	147.0
Výjimečné	353.9
Zatížitelnost	Zat. t
Normální	27.8
Výhradní	147.0
Výjimečná	353.9

Rozhodující prvky z hlediska stanovení zatížitelnosti jsou části desky u okrajů a osy mostu, rozhodujícím namáháním pro stanovení zatížitelnosti je smyk u podpor.

4.3.3 Zatížitelnost na jednu nápravu

Zatížitelnost na jednu nápravu je primárně stanovena z hodnoty výhradní zatížitelnosti mostu pro třínápravové vozidlo.

$$V_1 = V_{r,3NV} / 8 * 3 = 43,8 / 8 * 3 = 16,4 \text{ t}$$

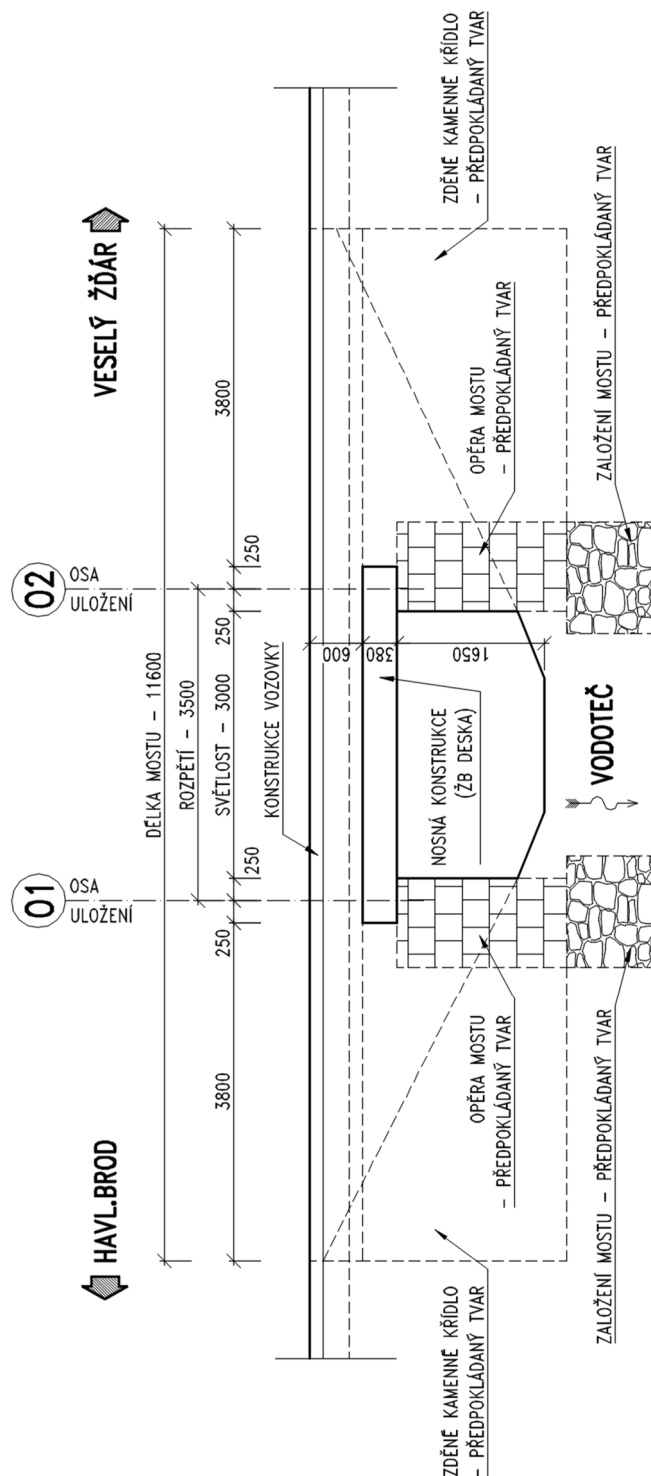
4.4 Shrnutí zatížitelnosti mostu

Zatížitelnost mostu byla stanovena podrobným statickým výpočtem se zohledněním vlivu skutečného stavu průřezů zjištěného diagnostickým průzkumem. Stanovená zatížitelnost platí pro stavební stav konstrukce zastižený při mimořádné prohlídce a diagnostickém průzkumu mostu. Pokud dojde ke změně stavu je nutno zatížitelnost mostu upravit!

Stanovené hodnoty zatížitelnosti po zaokrouhlení podle ČSN 73 6222 jsou:

Zatížitelnost mostu (lávky)	
Normální zatížitelnost (3-nápravové vozidlo)	28 t
Výhradní zatížitelnost (6-nápravové vozidlo)	147
Výjimečná zatížitelnost (9-nápravové vozidlo) v ose mostu	354 t
Zatížitelnost na jednu nápravu - V_1	16,4 t

Rozhodující prvky z hlediska stanovení zatížitelnosti jsou části desky u okrajů a osy mostu, rozhodujícím namáháním pro stanovení zatížitelnosti je smyk u podpor.



Obrázek 33: Schéma stávajícího stavu – Podélný řez

Provedený diagnostický průzkum potvrdil sanovatelnost a následnou využitelnost stávajících konstrukcí mostu tak, aby byla zajištěna požadovaná zbytková životnost mostu při zachování výše uvedených funkčních vlastností, resp. funkční způsobilosti, mostu. Nedostatečnou mrazuvzdornost betonu je přitom možno řešit technickými opatřeními, např. zamezením přístupu vody do kritických částí mostu.

5.3 Variantní řešení

5.3.1 Obecně

Jsou navrženy dvě základní varianty opravy mostu:

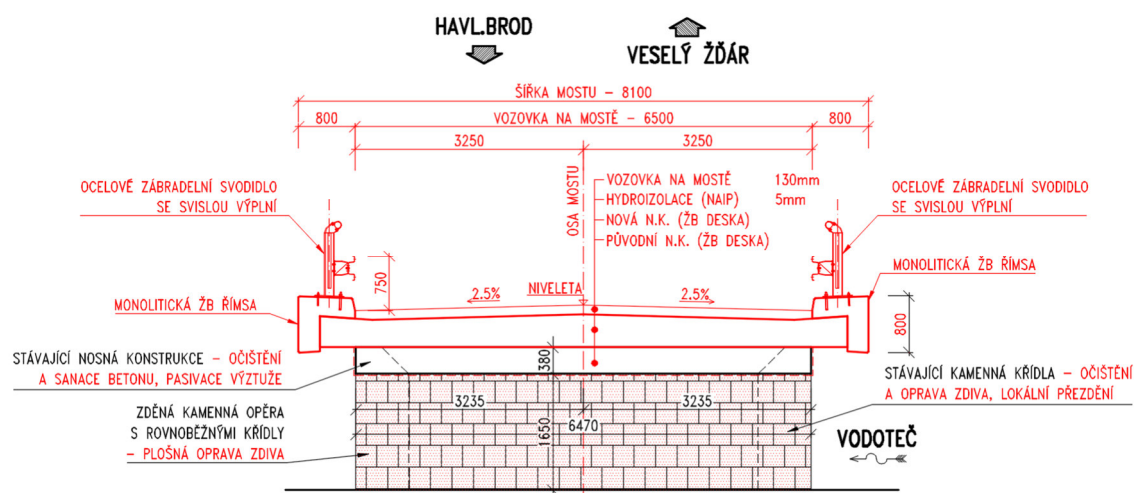
Varianta A zahrnující zachování stávající konstrukce, opravu jejích částí a prvků s navrhovaným doplněním desky mostovky monolitickou dobetonávkou umožňující rozšíření vozovky na mostě a osazení odpovídajícího záchytného systému.

Varianta B zahrnující výměnu nosné konstrukce mostu (demolici desky mostovky a její náhradu prefabrikovanou železobetonovou rámovou konstrukcí s navazujícím rozšířením stávajících křídel mostu pro dosažení požadované šířky vozovky a osazení odpovídajícího záchytného systému na mostě.

Podrobnější popis variant je uveden v následujících odstavcích.

5.3.2 Varianta A – Oprava a rozšíření stávajícího mostu

Stávající most bude zachován a všechny jeho části budou opraveny. Schémata uvádějí Obrázek 34 a Obrázek 35.



Obrázek 34: Schéma opravy Varianta A – Příčný řez

Spodní stavba mostu bude celoplošně očištěna, bude provedeno přespárování zdiva a pravé křídlo opěry 2 bude přezděno.

Stávající nosná konstrukce bude obnažena, celoplošně očištěna a stávající obnažená výztuž bude očištěna a pasivována. Následně bude provedena reprofilace spodního líce a boků nosné konstrukce do původního tvaru. Na horní hraně stávající desky mostovky bude provedena spřahující výztuž a následně na ni bude vybetonována monolitická železobetonová deska šířky 7,50 m. Tato deska bude přetažena na opěrách až na konce říms, kde bude ukončena a napojena na konstrukci vozovky. Horní povrch nové desky bude proveden ve střeovitém spádu, v místech opěr bude provedeno zesílení desky mostovky, případně může být v návaznosti na zjištěné geologické poměry provedeno zesílení založení mostu mikropilotami.

Na horním povrchu monolitické železobetonové desky bude provedena celoplošná izolace a mostní svršek. Mostní svršek bude tvořen třívrstvou asfaltovou vozovkou a monolitickými železobetonovými římsami šířky 800 mm. Na římsách bude osazeno ocelové zábradelní svodidlo

[illegible]

Obrázek 35: Schéma opravy Varianta A – Podélný řez

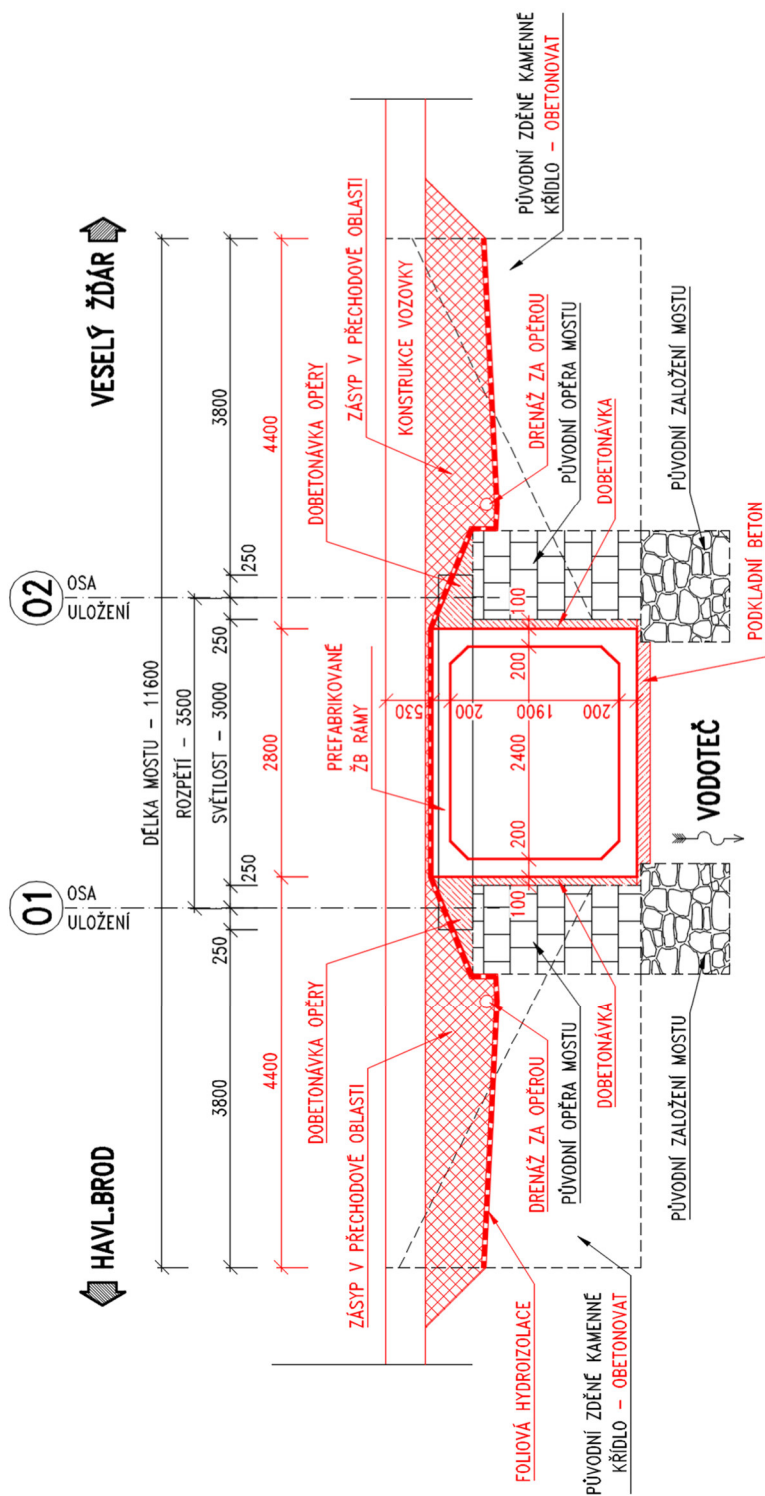
5.3.3 Varianta B – náhrada stávající nosné konstrukce mostu a rozšíření spodní stavby

Spodní stavba mostu bude zachována, mezi stávající opěry bude vložena konstrukce z prefabrikovaných železobetonových ráků (typ IZM) vhodných rozměrů. Prostor mezi opěrami a rubem rákové konstrukce bude vyplněn betonem. Stávající křídla budou obetonována tak, aby bylo možno provést na křídlech římsy a osadit svodidla.

Stávající nosná konstrukce bude snesena a nahrazena prefabrikovanými železobetonovými rámy typu IZM. Předpokládaný světlý rozměr mostního otvoru je 2,4 x 1,9 m. Na čelech budou provedeny dobetonávky a na nich potom monolitické železobetonové římsy. Konstrukce bude založena plošně na podkladním betonu ve stávajícím korytě pod mostem.

Na konstrukci bude provedena celoplošná foliová izolace s příčným odvodněním za opěrami přetažená až na konec říms na křídlech. Mostní svršek bude tvořen klasickou vozovkou ve skladbě shodné jako na předpolích a monolitickými železobetonovými římsami šířky 800 mm. Na římsách bude osazeno ocelové zábradelní svodidlo se svislou výplní. Odvodnění mostu se předpokládá podélným spádem na konce říms, mostní závěry ani ložiska nejsou navrženy.

Výhodami varianty je zachování stávající spodní stavby (omezení demolic) a provádění nových konstrukcí s využitím stávajících konstrukcí. Nové konstrukce však poskytují významně vyšší jistotu při zajištění trvanlivosti a návrhové životnosti. Konstrukci je rovněž možno navrhnout na zatížení podle platných norem pro navrhování nových mostů. Mez nevýhody patří omezení průtočného profilu a mírné změny vyvolaným změnami záborů.



Obrázek 37: Schéma opravy Varianta B – Podélný řez

5.3.4 Odhad stavebních nákladů

Při odhadu stavebních nákladů se vychází z ukazatelů podle metodiky SFDI pro stupeň projektové dokumentace DÚR – dostupné na webových stránkách ŘSD ČR z adresy https://www.rsd.cz/documents/20125/46536/DUR_mosty.pdf?t=1639054822001. Základním parametrem je plocha nosné konstrukce. Ta je uvažována z nového mostu odlišně pro obě varianty. Základní hodnota jednotkové ceny je následně upravena s ohledem na rozsah spodní stavby, která je rovněž předmětem opravy. Ceny jsou v metodice uvedeny pro cenovou úroveň z roku 2015. Proto je následně cena upravena s ohledem na meziroční růst cen (odhad 5 % ročně).

Výsledky jsou pro obě hodnocené varianty uvedeny v následující tabulce:

	Varianta A	Varianta B
Plocha nosné konstrukce	7,5 x 11,6 = 87 m ²	2,9 x 7,5 = 21,75 m ²
Jednotková cena (základ)	27.789 Kč / m ²	33.166 Kč / m ²
Úprava základní ceny	- 20 % (obsahuje opravy spodní stavby, betonáž na stávající NK, sanace stávající NK a vozovku na předpolích)	+ 150 % (obsahuje betonáž spodní stavby a křídel + vozovku na předpolích)
Odhad nákladů (2015)	1,934 mil. Kč	1,803 mil. Kč
Index inflace 2015 až 2022	1,47	1,47
Odhad nákladů (2022)	2,843 mil. Kč	2,650 mil. Kč





Horský s.r.o.

stavební laboratoř, diagnostika staveb

Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9, tel.: 281 860 623 mobil: 603 540 691 e-mail: lab@horsky.cz

počet stran zprávy: 16

Zpráva č. D 3/22

**Diagnostický průzkum mostu ev. č. 34719-1
most přes potok za Perknovem**

Objednatel: **ESLAB, spol. s r.o.**

se sídlem: Běluňská 2913/11, 193 00 Praha 9 - Horní Počernice

Řešitel: **Horský s.r.o.**

se sídlem: Klánovická 286/12, 198 00 Praha 9

Zpracoval

Jan Hejno
Michal Černý

Schválil

Ing. Jan Horský

odborný garant laboratoře,
AI v oboru zkoušení a diagnostika staveb,
oprávnění MD ČR – Diagnostický průzkum silničních objektů



březen 2022

Obsah

1. ÚVOD	3
2. STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ BETONU	3
2.1. Jádrové vývrty z konstrukce	3
2.2. Vizualní popis vývrťů a jejich parametry	4
2.3. Zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech	7
2.4. Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám	8
2.5. Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu	8
2.6. Spojovací malta mezi kamennými bloky	9
3. CHEMICKÉ ANALÝZY BETONU	9
3.1. Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu	9
3.2. Zkoušky kontaminace betonu chloridovými ionty	9
4. PRŮZKUM VÝZTUŽE	10
4.1. Bourané sondy	10
4.2. Nedestruktivní měření	13
5. SHRUTÍ ZJIŠTĚNÝCH POZNATKŮ	16

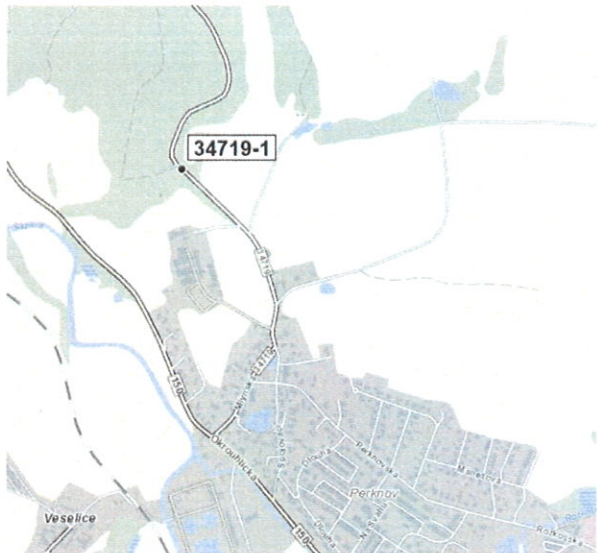
1. ÚVOD

Na základě objednávky od společnosti ESLAB, spol. s r.o. byl firmou Horský s.r.o. proveden diagnostický průzkum mostu ev.č. 34719-1, most přes potok za Perknovem. Předkládaná zpráva popisuje provedení průzkum mostu. Zadáním bylo zjistit základní materiálové charakteristiky vybraných konstrukčních prvků, jejich vyztužení a stav vyztuže.

Diagnostický průzkum byl proveden jak na spodní stavbě, tak na nosné konstrukci. Spodní stavbu tvoří dvě masivní kamenné opěry. Nosná konstrukce je prostá železobetonová deska.

Diagnostické práce a zkoušky byly provedeny v průběhu února a března 2022.

Obr. 1: lokalizace mostu (zdroj: bms.clevere.cz)



Obr. 2: pohled od OP2 (pravobřežní)



Obr. 3: pohled na konstrukci zprava (od vtokové strany)



Obr. 4: pohled na konstrukci zleva (od výtokové strany)



2. STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ-MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ BETONU

2.1. Jádrové vývrty z konstrukce

Z nosné konstrukce byly odebrány 3 jádrové vývrty. Na nich byla stanovena pevnost betonu v tlaku a na odřezcích z čel odolnost proti mrazu a CHRL. V každé opěře byl proveden průvrt. Na nich byla stanovena pevnost v tlaku kamenných bloků a výplňového betonu s kameny.

2.2. Vizuální popis vývrtů a jejich parametry

Tab. 1a: Popis vývrtů V1 a V2

Označení vývrtu		V1	V2
Laboratorní číslo		192/22	193/22
Poloha vývrtů		nosná konstrukce - bok na vtokové straně 0,3 m od pravobřežní opěry 0,15 m nad dolním okrajem	nosná konstrukce - bok na vtokové straně 0,55 m od levobřežní opěry 0,1 m nad dolním okrajem
Vývrty - průměr / délka	mm	94,1 / 175	94,1 / 155
Popis vývrtu		Z čela vývrtu omítka tloušťky 1 mm. Beton hutný, pouze u zrn HK lokálně nedohutněno.	Z čela vývrtu omítka tloušťky 2 mm. Beton hutný, pouze u zrn HK lokálně nedohutněno. Na lomové ploše patné bodové bílé výluhy.
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK / největší zrn	mm	rovnoměrné cca 35 % objemu HTK / 60 x 32	rovnoměrné cca 35 % objemu HTK / 62 x 15
Zhutnění betonu Póry < 1 / 1-7 mm Dutiny > 7 mm Kaverny	množství ks ks	velmi malé / velmi malé 5 -	velmi malé / velmi malé 0 -
Výztuž typ/průměr/stav		nezasažena	nezasažena

Obr. 5: vývrt V1



Obr. 6: vývrt V1 – koncová lomová plocha



Obr. 7: vývrt V2



Obr. 8: vývrt V2 – koncová lomová plocha



Tab. 1b: Popis vývrtu V3

Označení vývrtu		V3
Laboratorní číslo		194/22
Poloha vývrtů		nosná konstrukce - bok na výtokové straně 0,3 m od pravobřežní opěry 0,15 m nad dolním okrajem
Vývrt - průměr / délka	mm	94,1 / 270
Popis vývrtu		Z čela vývrtu omítka tloušťky 2 mm. Do hloubky 100 mm beton hůře zhuťný. Dále beton hutný.
Kamenivo Rozložení Množství HK Druh HK / největší zrna	mm	rovnoměrné cca 35 % objemu HTK / 75 x 32
Zhuťnění betonu Póry < 1 / 1-7 mm Dutiny > 7 mm Kaverny	množství ks ks	velmi malé / velmi malé do 100 mm 18 / 0 -
Výztuž Typ/průměr/stav	mm	nezasažena

Obr. 9: vývrt V3



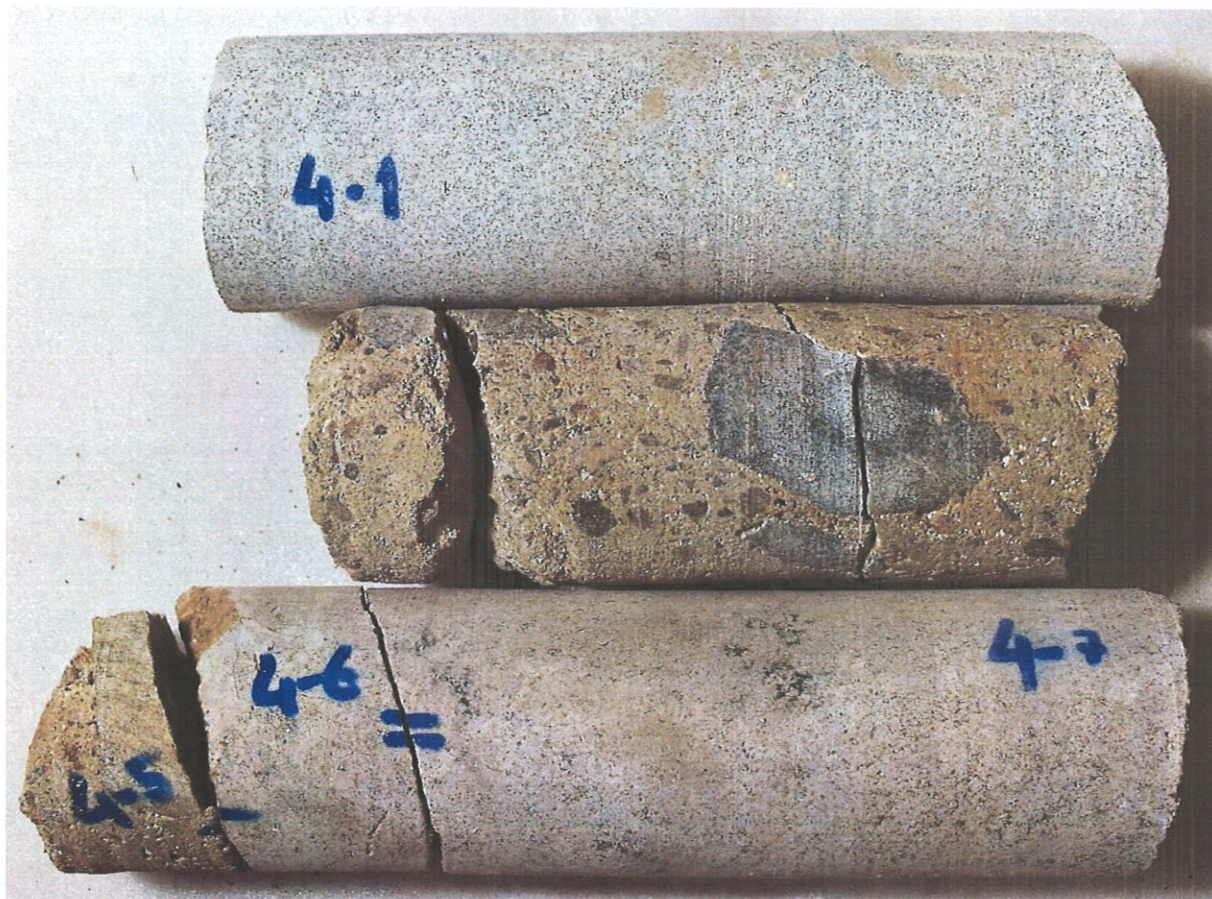
Obr. 10: vývrt V3 – koncová lomová plocha



Tab. 1c: Popis vývrtů V4 a V5

Označení vývrtu		V4	V5
Laboratorní číslo		195/22	196/22
Poloha vývrtů		pravobřežní opěra 2,5 m od výtokového okraje 0,9 m pod nosnou konstrukcí	levobřežní opěra 3,3 m od výtokového okraje 0,9 m pod nosnou konstrukcí
Vývrt - průměr / délka	mm	74,0 / 740	74,0 / 660
Popis vývrtu		Vývrt byl proveden jako průvrt opěrou. Opracovaný kamenný kvádr - tloušťky 230 mm, bez viditelných poruch. Výplňový beton s úlomky kamene - v hloubce 230 - 490 mm. Beton hůře zhuťný, vydrolený řez, patrné bílé bodové výluhy. Úlomky kamene velikosti 60 - 100 mm. Kamenný blok - v hloubce 490 - 740 mm. Kámen je v trhlíně přetržen na dvě části.	Vývrt byl proveden jako průvrt opěrou. Opracovaný kamenný kvádr - tloušťky 320 - 440 mm, bez viditelných poruch. Při vrtání došlo k jeho rozlomení na dvě části. Výplňový beton s úlomky kamene - v hloubce 320 - 560 mm. Beton hůře zhuťný, vydrolený řez, patrné bílé bodové výluhy. Úlomky kamene velikosti 60 - 160 mm. Kamenný blok - šikmé napojení na výplňový beton, tloušťka 210 - 280 mm. Kámen je bez viditelných poruch.

Obr. 11: vývrt V4



Obr. 12: vývrt V5



2.3. Zkoušky fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech

Po provedení popisu byly vývrty vhodně rozřezány na jednotlivé zkušební vzorky. Objemová hmotnost byla určena na částech bez výztuže dle ČSN EN 12390-7. Pevnost v tlaku zkušebních těles byla vyzkoušena dle ČSN EN 12504-1 a stanovení krychelné pevnosti bylo provedeno dle ČSN EN 12504-1 s využitím převodních vztahů uvedených v TKP 18.

Výsledky zkoušek vývrtů jsou uvedeny v tabulce č. 2. Z výsledků pevnosti byla dále vypočtena charakteristická pevnost betonu v tlaku podle normy ČSN EN 1990. Vypočtená charakteristická pevnost betonu byla nakonec zaříděna do pevnostních tříd uvedených v ČSN EN 206+A2.

Tabulka 2a: Výsledky zkoušek fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech z nosné konstrukce

Prvek	Označení vývrtu	Objemová hmotnost (ČSN EN 12390-7) [kg/m ³]	Pevnost v tlaku na jednotlivých tělesech (ČSN EN 12504) [MPa]	Krychelná pevnost v tlaku (ČSN EN 12390-3 Z1 + TKP18) [MPa]
nosná konstrukce	V1	2340	48,1	47,8
	V2	2360	50,4	50,5
	V3	2360	48,4	48,2

Vypočtená charakteristická pevnost dřívků opěr

ČSN EN 1990: **39,6 MPa** → zaříděno do **C 35/45** dle ČSN EN 206+A2

Tabulka 2b: Výsledky zkoušek fyzikálně-mechanických vlastností betonu na vývrtech z opěr

Prvek	Označení vývrtu	Objemová hmotnost (ČSN EN 12390-7) [kg/m ³]	Pevnost v tlaku na jednotlivých tělesech (ČSN EN 12504) [MPa]		Krychelná pevnost v tlaku (ČSN EN 12390-3 Z1 + TKP18) [MPa]		Průměrná krychelná pevnost v tlaku [MPa]
opěry	V4 - opracovaný kamenný kvádr	2640	200,8	206,2	194,3	201,3	197,8
	V4 - výplňový beton	2290	10,2		10,0		10,0
	V4 - kamenný blok	2610	132,1	130,0	129,0	127,8	128,4
	V5 - opracovaný kamenný kvádr	2630	88,5	93,0	87,2	91,5	89,3
	V5 - výplňový beton	2270	10,7		10,5		10,5
	V5 - kamenný blok	2610	85,2	88,3	83,8	86,8	85,3

2.4. Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám

Zkouška odolnosti povrchu betonu proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám (CHRL) byla provedena na odřezcích z čel vývrtů V1 - V3. Odolnost betonu byla stanovena dle normy ČSN 73 1326 - Z1 metoda: C (75 cyklů). Výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 3.

Tab. 3: Výsledky zkoušky odolnosti betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek

Konstrukce	nosná konstrukce
Označení vzorku	V1 - V3
Laboratorní číslo vzorku	192 - 193/22
Odpad z povrchu po 25 cyklech [g/m²]	1800
Odpad z povrchu po 50 cyklech [g/m²]	rozpad těles

2.5. Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu

Místa zkoušek byla vybrána náhodně, rovnoměrně rozložena po konstrukci. Před nalepením zkušebních terčů byla odstraněna omítka a beton zbroušen do hloubky cca 2 mm diamantovým kotoučem. Zkušební terče Ø 50 mm byly nalepeny speciálním lepidlem. Po jeho zatvrdnutí byla mělkým návrtem v těsném okolí zkušebních terčů vymezena zkušební plocha. Poté byla provedena zkouška tahem při rychlosti nárůstu tahového napětí cca 0,06 N/mm².s⁻¹. Pro zkoušku byl použit přístroj DZ-16, v.č. 1-0203. Výsledky zkoušek jsou uvedeny v tabulce č. 4.

Tab. č. 4: výsledky zkoušek pevnosti povrchových vrstev betonu v tahu na nosné konstrukci

poloha zkoušek	Pevnost v tahu (ČSN 73 6242, př.B)	Hloubka lomu [mm]	Charakter porušení [% zkoušené plochy]*)	
	[N/mm ²]		a	y
nosná konstrukce - bok na výtokové straně 0,75 m od pravobřežní opěry / 0,1 m od dolního okraje	2,22	1 - 3	100	
nosná konstrukce - podhled 0,9 m od pravobřežní opěry / 0,7 m od okraje na výtokové straně	3,96	1 - 5	100	
nosná konstrukce - podhled 0,65 m od levobřežní opěry / 1,3 m od okraje na výtokové straně	2,25	2 - 6	100	
nosná konstrukce - podhled 0,7 m od pravobřežní opěry / 0,75 m od okraje na výtokové straně	2,22	2 - 6	100	
nosná konstrukce - podhled 0,75 m od levobřežní opěry / 1,35 m od okraje na výtokové straně	3,97	do 5	50	50
nosná konstrukce - bok na výtokové straně 0,7 m od pravobřežní opěry / 0,15 m od dolního okraje	3,22	2 - 5	100	
*) a Kohezní porucha betonu y Porucha zkušebního lepidla				

2.6. Spojovací malta mezi kamennými bloky

Líc opěr je tvořen opracovanými kamennými bloky. Spáry jsou uzavřeny cementovou vrstvou tloušťky 15 - 20 mm. Pro zjištění stavu, popř. pevnosti malty ve spárách byla tato cementová vrstva na šesti náhodných místech odstraněna. Následně bylo zjištěno, že spáry mezi kamennými bloky jsou vyplněny vlhkým nestmeleným pískem, na kterém tedy nelze zjistit pevnost v tlaku.

3. CHEMICKÉ ANALÝZY BETONU

3.1. Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu

Tloušťka zkarbonatované vrstvy betonu byla zjištěna pomocí kolorimetrické zkoušky 1% roztokem fenolftaleinu. Změřené hodnoty jsou uvedeny níže, v tabulce č. 5. Zkoušky byly provedeny v místech vývrtů a bouraných sond.

Tabulka č. 5: Výsledky zkoušek tloušťky zkarbonatované vrstvy betonu na nosné konstrukci

Poloha zkoušek	Tloušťka zkarbonatované vrstvy (od povrchu konstrukčního betonu) [mm]
nosná konstrukce - bok (vývrt V1)	1
nosná konstrukce - bok (vývrt V2)	1
nosná konstrukce - bok (vývrt V3)	7
nosná konstrukce - podhled (sonda S1)	3
nosná konstrukce - podhled (sonda S2)	4
nosná konstrukce - podhled (sonda S3)	4

3.2. Zkoušky kontaminace betonu chloridovými ionty

Zkoušky byly provedeny na nosné konstrukci v místech, kde bylo možno zvýšené množství Cl^- předpokládat (záteky, výtoky, inkrustace). Celkem byly odebrány čtyři vzorky metodou zachycování prachu z vrtných sond.

Vzorky pro analýzu byly odebrány a upraveny dle ČSN EN 14329, v laboratoři byla provedena zkouška metodou přímé potenciometrie – k přesné navážce vzorku namletém na analytickou jemnost (cca 2 g) s přesností na 0,0002g, bylo přidáno přesné množství roztoku připraveného tak, aby pH rozpuštěné směsi bylo v rozmezí pH 3-5 a roztok měl vysokou iontovou sílu. Poté byl měřen přímý potenciál roztoku chloridovou ISE bez oddělení tuhé fáze. Výsledkem zkoušky je vždy průměrná hodnota ze dvou měření absolutního množství Cl^- a hodnota vztažená na odhadnuté množství cementu v betonu – 15% hmotnosti.

Výsledky zkoušky byly následně posouzeny kritériem maximálního obsahu chloridů v betonu dle ČSN P 73 2404. Norma udává kritérium maximálního obsahu chloridů k hmotnosti cementu 0,4 % pro konstrukce s ocelovou výztuží (kategorie Cl 0,4), resp. do 1,0 % u prostého betonu (kategorie Cl 1,0) a 0,2% pro konstrukce z předpjatého betonu, resp. maltu v okolí předpínacího kabelu (kategorie Cl 0,2). Výsledky měření jsou sumarizovány v následující tabulce č. 6.

Tabulka č. 6: Výsledky zkoušek kontaminace betonu chloridovými ionty na nosné konstrukci

Poloha odběru	Hloubka odběru [mm]	Obsah Cl ⁻ v betonu [%]	Obsah Cl ⁻ k hmotnosti cementu [%]
nosná konstrukce - podhled, v místě zatékání 0,4 m od levobřežní opěry / 0,05 m od okraje na výtokové straně	0-20	0,017	0,114
	20-40	0,008	0,055
nosná konstrukce - podhled, v blízkosti trhliny 0,65 m od levobřežní opěry / 1,7 m od okraje na výtokové straně	0-20	0,002	0,011
	20-40	0,001	0,009
nosná konstrukce - podhled, v místě výluhů 1,1 m od levobřežní opěry / 0,8 m od okraje na vtokové straně	0-20	0,004	0,028
	20-40	0,023	0,155
nosná konstrukce - podhled, v místě výluhů 0,4 m od pravobřežní opěry / 0,05 m od okraje na vtokové straně	0-20	0,023	0,153
	20-40	0,013	0,086

4. PRŮZKUM VÝZTUŽE

Určení polohy a krycí vrstvy výztuže na nosné konstrukci bylo provedeno nedestruktivně. Ověření profilu prutů a jejího korozního stavu bylo provedeno na třech bouraných sondách.

4.1 Bourané sondy

Sonda S1

podhled nosné konstrukce - v trhlíně se stopami výluhů a průsaku vody

0,95 m od levobřežní opěry / 0,15 m od vtokové hrany

Při bourání sondy došlo k výtoku nahromaděné vody z konstrukce v množství cca 50 ml

- tahová výztuž v podélném směru - kruhová tyč hladká Ø 18 mm, krycí vrstva 50 mm, bez koroze
- rozdělovací výztuž v příčném směru - kruhová tyč hladká Ø 5 mm, krycí vrstva 69 mm, bez koroze

Obr. 13: sonda S1 - celek



Obr. 14 a 15: sonda S1 - detaily



Sonda S2

podhled nosné konstrukce – v místě s lokální stopou po výluhu a průsaku vody

0,3 m od levobřežní opěry / 0,9 m od vtokové hrany

Při bourání sondy došlo k výtoku nahromaděné vody z konstrukce v množství cca 50 ml

- tahová výztuž v podélném směru v místě počátku smykového ohybu - kruhová tyč hladká Ø 18 mm, krycí vrstva 41 mm, bez koroze

Obr. 16: sonda S2 - celek



Obr. 17 a 18: sonda S2 - detaily



Sonda S3

nosná konstrukce - podhled

1,6 m od levobřežní opěry / 2,9 m od vtokové hrany

- tahová výztuž v podélném směru - kruhová tyč hladká Ø 18 mm, krycí vrstva 5 mm, koroze rozvinutá z dolní strany prutu, oslabení průřezové plochy cca 3%

Obr. 19: sonda S3 - celek



Obr. 20 a 21: sonda S3 - detaily



Dále byly zkontrolovány již dlouhodobě obnažené pruty tahové podélné výztuže, které se vyskytují na levé (výtokové) straně podhledu NK.

Pruty jsou zasaženy již devastující hloubkovou korozí. Průměr prutu je oslabován primárně zdola. Nejvyšší míra oslabení průřezu byla zjištěna o 6 mm (z původních 18 mm).

Příčná výztuž je zkorodovaná jen povrchově, míru oslabení průřezové plochy lze odhadnout na 3%.

Obr. 22 a 23: kontrola dlouhodobě obnažených prutů



4.2. Nedestruktivní stanovení polohy výztuže

Pro nedestruktivní stanovení krytí výztuže na nosné konstrukci byl použit přístroj Profometer PM 6. Tento přístroj pracuje na principu magnetické indukce. Dvě cívky vytvářejí magnetické pole. Když cívka přejíždí v okolí kovového objektu, magnetické pole je zakřiveno a současně jsou indukovány pomocné senzorové cívky. Velikost magnetického pole se liší podle hloubky a průměru objektu. Vestavěná databáze obsahuje všechny známé a používané průměry včetně materiálového složení výztuže. Tím je zaručena přesnost systému.

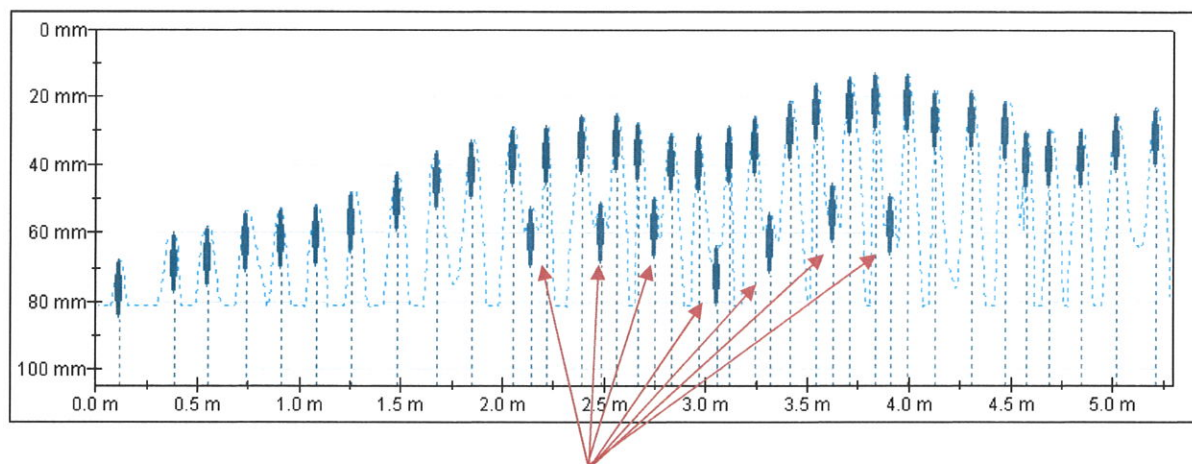
Z měření je možné nedestruktivně zjistit přibližnou polohu výztuže a tloušťku krycí vrstvy. Maximální použitelný dosah přístroje je do hloubky cca 100 mm.

Přesnost délkových měření pro určení polohy výztuže a staničení profilu je u přístroje ± 10 mm a přesnost hloubkových měření odhadujeme na $\pm 1-5$ mm v závislosti na hloubce uložení. Měřena byla nejbližší výztuž k povrchu.

V následující grafické části jsou na výstupech z měřicího přístroje znázorněny polohy výztuže v řezech kolmých na zkoušený povrch vedených ve směru měřené linie.

Nosná konstrukce - podélná výztuž

podhled u levobřežní opěry, měřeno od vtokového okraje k výtokovému



výztuž se smykovými ohyby umístěnými v bezprostřední blízkosti líce opěry

Statistiky Krytí [Normální]

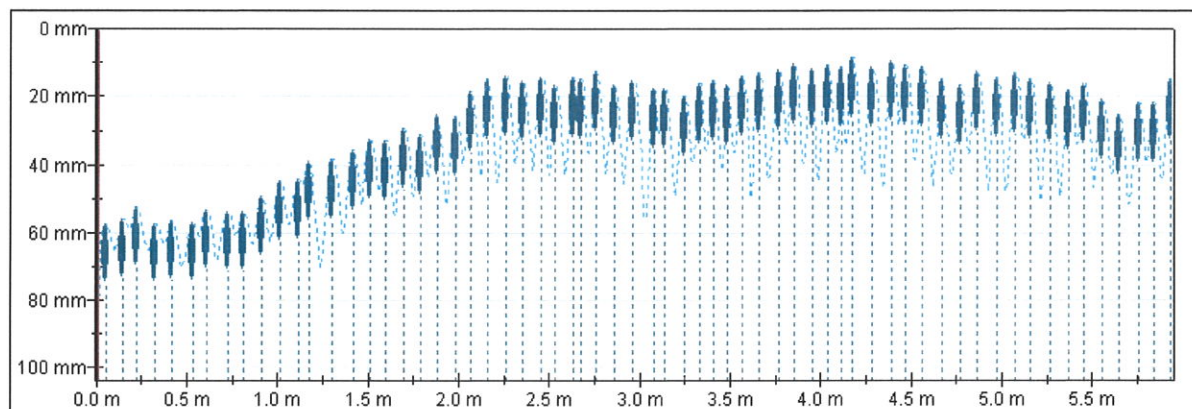
Počet. ukazů	39
Střed (mm)	30.2
Průměr (mm)	35.7
Standardní odchylka (mm)	15.3
Nejnižší (mm)	13
Největší (mm)	67

Statistiky rozestupů výztuží

Počet. ukazů	38
Střed (mm)	128
Průměr (mm)	134
Standardní odchylka (mm)	50
Nejnižší (mm)	55
Největší (mm)	268

Nosná konstrukce - podélná výztuž

podhled v úrovni 0,6 m od levobřežní opěry, měřeno od vtokového okraje k výtokovému



Statistiky Krytí [Normální]

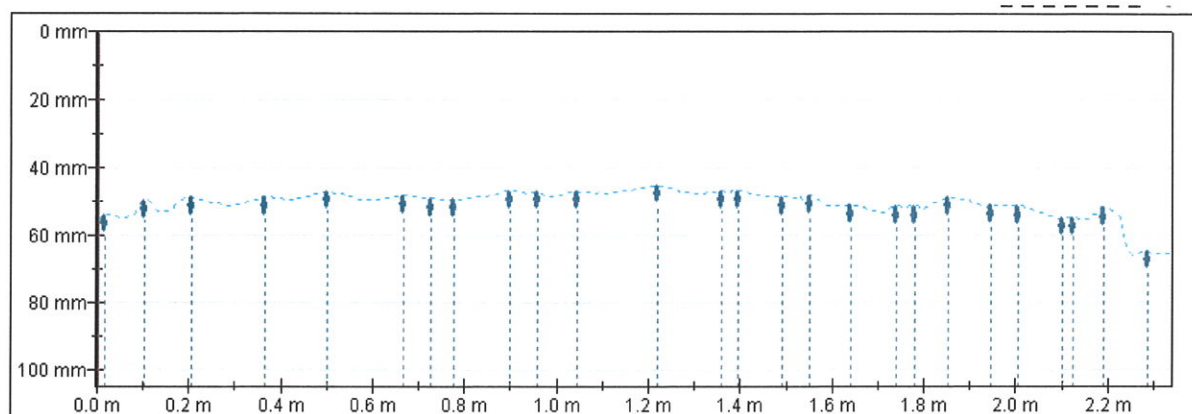
Počet. ukazů	64
Střed (mm)	16.6
Průměr (mm)	24.5
Standardní odchylka (mm)	15.3
Nejnižší (mm)	9
Největší (mm)	57

Statistiky rozestupů výztuží

Počet. ukazů	63
Střed (mm)	94
Průměr (mm)	93
Standardní odchylka (mm)	16
Nejnižší (mm)	40
Největší (mm)	134

Nosná konstrukce - příčná výztuž

podhled u vtokového okraje, měřeno od pravobřežní opěry k levobřežní



Statistiky Krytí [Normální]

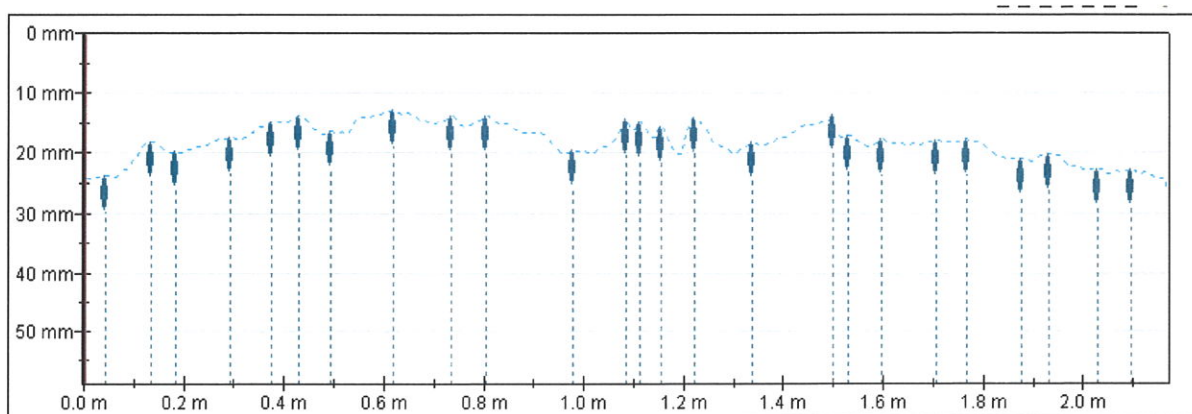
Počet. ukazů	26
Střed (mm)	48.8
Průměr (mm)	50.0
Standardní odchylka (mm)	3.8
Nejnižší (mm)	45
Nejvyšší (mm)	65

Statistiky rozestupů výztuží

Počet. ukazů	25
Střed (mm)	88
Průměr (mm)	91
Standardní odchylka (mm)	40
Nejnižší (mm)	21
Nejvyšší (mm)	174

Nosná konstrukce - příčná výztuž

podhled u výtokového okraje, měřeno od pravobřežní opěry k levobřežní



Statistiky Krytí [Normální]

Počet. ukazů	25
Střed (mm)	17.4
Průměr (mm)	17.2
Standardní odchylka (mm)	3.1
Nejnižší (mm)	13
Nejvyšší (mm)	24

Statistiky rozestupů výztuží

Počet. ukazů	24
Střed (mm)	76
Průměr (mm)	86
Standardní odchylka (mm)	37
Nejnižší (mm)	27
Nejvyšší (mm)	174

5. SHRNU TÍ ZJIŠTĚNÝCH POZNATKŮ

Při diagnostického průzkumu mostu ev.č. 34719-1, most přes potok za Perknovem bylo zjištěno:

- Beton nosné konstrukce má charakteristickou pevnost 39,6 MPa a lze ho zařadit do pevnostní třídy C 35/45 dle ČSN EN 206+A2.
- Pevnost kamenných bloků opěr je velmi vysoká, pohybuje se v rozmezí 85,3 - 197,8 MPa, výplňový beton má pevnost 10,0 - 10,5 MPa.
- Spáry mezi kamennými bloky je tvořena mokřým pískem, pevnost tedy nelze stanovit.
- Beton nosné konstrukce není odolný proti vodě a chemickým rozmrazovacím látkám (CHRL).
- Pevnost povrchových vrstev betonu v tahu nosné konstrukce je vyšší než 1,5 MPa (hodnoty se pohybují v rozmezí 2,22 - 3,96 MPa).
- Zjištěné množství Cl^- nepřekročilo maximální hodnotu 0,4% pro železobetonové konstrukce.
- Při provádění bouraných sond č.1 a č.2 a odběrů vzorků na zjištění množství Cl^- došlo k vytékání nahromaděné vody. To svědčí o nefunkční izolaci nosné konstrukce.
- V sondách ke konstrukční výztuži bylo zjištěno, že podélná výztuž je hladká průměru 18 mm, příčná hladká průměru 5 mm. Pruty s větší krycí vrstvou jsou bez koroze či s mírnou povrchovou korozi. V místech s oslabenou či již odpadlou krycí vrstvou betonu se již koroze výztuže projevuje výrazněji.
- Nedestruktivním vyhledáváním výztuž bylo zjištěno, že se v nosné konstrukci nachází 64 prutů podélné výztuže, z nichž polovina (32 prutů) je smyková. V příčném směru je 26 prutů výztuže.

KONEC ZPRÁVY
