

Stavba: **MÍSTNÍ KOMUNIKACE, PRŮMYSL OVÁ ZÓNA ČESKÁ
TŘEBOVÁ – BOREK – I. ETAPA**

STATICKÝ VÝPOČET

Objekt: **SO 201 – MOST PŘES SEMANÍNSKÝ POTOK**

1. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE O MOSTU**1.1. Název mostu a objektu**

SO 201 MOST PŘES SEMANÍNSKÝ POTOK

2. ZÁKLADNÍ ÚDAJE O MOSTĚ**2.1 Charakteristika mostu**

Rámový monolitický most

2.2 Délka přemostění

Most přes vodní tok: kolmá 5,00 m

2.3 Délka mostu

Délka mostu	10,25 m
Šířka mostu	8,50 – 11,20 m

2.4. Šikmost mostu

Šikmý most	91,76 °
Šikmost krajní opěry č 1.	91,76 °
Šikmost krajní opěry č 2.	91,76 °

2.5. Šířka vozovky mezi římsy

7,00-9,50 m

2.6. Šířka chodníku

-

2.7. Šířka mostu mezi zábradlími

8,00 – 10,60 m

2.8. Volná šířka mostu

7,00 -9,50 m

2.9 Výška mostu

2,39 m (nad dnem vod. toku)

2.10. Stavební výška mostu

0,45 m

2.11 Plocha mostu

Plocha mostu je určena jako součin délky přemostění a vzdálenosti mezi vnějšími ochrannými konstrukcemi.

Plocha mostu	$(7,0+9,5)/2*5 = 41,25 \text{ m}^2$
--------------	-------------------------------------

2.12. Nosná konstrukce mostu

Délka nosné konstrukce	6,00 m
Šířka nosné konstrukce	8,10 m
Výška nosné konstrukce	0,35 m
Plocha nosné konstrukce	$(8,0+10,6)/2*6 = 55,8 \text{ m}^2$

2.13. Zatížení mostu

Dle ČSN EN 1991-2, skupina pozemních komunikací 2

Únosnost není omezena.

3. VŠEOBECNÝ POPIS

3.1 Popis konstrukce mostu

Nově navržený mostní objekt je monolitická železobetonová rámová nosná konstrukce o jednom poli.

Založení opěr mostního objektu je na pilotách průměru 800mm a délky 6,0m. Na pilotech je základový pas ze železobetonu s podkladním betonem.

Stěny rámu jsou navrženy z monolitického betonu s vhodně umístěnou pracovní spárou. Na konstrukce stěn rámu navazují železobetonová zavěšená monolitická křídla.

Vodorovná rámová deska (příčel) nosné konstrukce mostu je rovněž z monolitického železobetonu konstantní tloušťky. Tuhé rámové spojení stěn a desky rámu je zajištěno v tuhém rámovém koutu nosné konstrukce.

Na nosné konstrukci je navržena celoplošná izolace s přetažením na spodní stavbu nosné konstrukce a na konstrukce říms mostu. Ostatní plochy betonového povrchu mostu umístěny trvale pod terénem jsou izolovány proti zemní vlhkosti penetračním nátěrem a dvojnásobným asfaltovým nátěrem. Ochrana izolace rubu opěr a křídel je navržena z geotextílie.

Rub konstrukce opěr a křídel je odvodněn rubovou drenáží se zaústěním do vodního toku.

Přechodové oblasti obou opěr mostu jsou řešeny se standardním souvrstvím a přechodovým klínem u mezerovitého betonu.

Na obou stranách mostu jsou navrženy železobetonové monolitické konstrukce říms s vyloženou římsou přes nosnou konstrukci. Na římsách mostu je osazeno ocelové zábradlí se svislou výplní.

Opevnění dna pod mostem se předpokládá z kamenné žulové dlažby do betonového lože se stabilizací betonovými prahy před a za mostem.

Mostní konstrukce je navržena pro silniční zatížení dopravou podle ČSN EN 1991-2, skupina pozemních komunikací 2.

Mostní objekt je navržen na $Q\ 100$ – tj. $16,4\ m^3s^{-1}$. Výška osazení nosné konstrukce plyne z polohy navrhované nivelety komunikace, nivelety stávajícího vodního toku a jeho šířkového uspořádání.

4. Tvar konstrukce

- Viz. výkresy

5. Použité normy a literatura, programy

- [1] ČSN 73 6201 Projektování mostních objektů
- [2] ČSN EN 1990, vč. změny A1 Eurokód: Zásady navrhování konstrukcí
- [3] ČSN EN 1991-1-1 Eurokód 1: Zatížení konstrukcí - Část 1-1: Obecná zatížení -
Objemové tíhy, vlastní tíha a užitná zatížení pozemních
staveb
- [6] ČSN EN 1991-1-5 Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí, Část 1-5 : Obecná zatížení –
Zatížení teplotou
- [8] ČSN EN 1991-1-7 Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí, Část 1-7 : Obecná zatížení –
Mimořádná zatížení
- [9] ČSN EN 1991-2 Eurokód 1 : Zatížení konstrukcí, Část 2 : Zatížení mostů
dopravou
- [10] ČSN EN 1992-1-1, vč. opravy 1 Eurokód 2 : Navrhování betonových konstrukcí,
Část 1-1: Obecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby
- [11] ČSN EN 1992-2 Eurokód 2 : Navrhování betonových konstrukcí, Část 2:
betonové mosty, Navrhování a konstrukční zásady
- [12] ČSN EN 206-1 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba, shoda
- [13] ČSN 73 6242 Navrhování a provádění vozovek na mostech pozemních
komunikací
- [14] Program Nexis
- [15] Program WORD
- [16] Program EXCEL

6. Zatížení konstrukce

Pro návrh a posouzení konstrukce v definitivním stavu je uvažováno zatížení podle norem ČSN EN 1990 a soustavy norem ČSN EN 1991-1-1 až 7 a ČSN EN 1991-2.

6.1 Zatížení stálé

6.1.1 Vlastní tíha nosné konstrukce Gk1

Zatížení je uvažováno dle nominálních rozměrů nosné konstrukce mostu (dle výkresové dokumentace) s použitím charakteristických hodnot vlastní tíhy příslušných materiálů dle ČSN EN 1991-1-1.

Charakteristická hodnota objemové hmotnosti železobetonové nosné konstrukce a říms je uvažována hodnotou $25,0 \text{ kN/m}^3$. Charakteristická hodnota zatížení ocelového zábradlí je uvažováno hodnotou $0,5 \text{ kN/m}$.

Konstrukce vozovky na mostě:

Asfaltový beton	ACO 11+	TL. 40mm
Spojovací postřik asf. emulzí $0,2 \text{ kg/m}^2$		
Asfaltový beton	ACO 8+	TL. 60mm
Celoplošná izolace		TL. 10mm
Celkem		TL. 110mm

6.2 Proměnná zatížení

6.2.1 Zatížení dopravou

Zatížení dopravou se stanoví podle ČSN EN 1991-2.

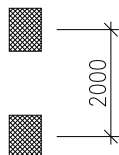
Svislá zatížení – charakteristické hodnoty

Model zatížení 1 - (LM1) sestává v každém zatěžovacím pruhu ze soustředěného zatížení jednoduchých náprav, každé o tíze $a_Q \cdot Q_k$ a rovnoměrného zatížení o tíze $a_Q \cdot q_k$. V tomto případě se model LM1 **neuvažuje** z důvodu krátké zatěžovací délky mostu.

Model zatížení 2 – (LM2) je tvořen jednou nápravovou silou $b_Q \cdot Q_{ak}$, kde $Q_{ak}=400\text{kN}$ včetně dynamického součinitele, která může působit kdekoli na vozovce. Součinitel $b_Q=a_{Q1}=0,8$.

LM2 se použije zejména pro zatěžovací délky mezi 3 m až 7 m.

Uvažovat lze také pouze jedno kolo $200 \cdot b_Q [\text{kN}]$.



Dotyková plocha kola $0,35 \cdot 0,6\text{m}$.

Model zatížení 2 se použije pro lokální ověření.

Model zatížení 3 (zvláštní vozidla)

V tomto případě se neuvažuje

Model zatížení 4 (zatížení davem lidí)

V tomto případě se neuvažuje

Vodorovné síly – charakteristické hodnoty

Brzdné a rozjezdové síly

Brzdná síla se uvažuje jako podélná síla v úrovni povrchu vozovky.

Charakteristická hodnota se určí jako část celkového maximálního svislého zatížení modelu 1 v zatěžovacím pruhu 1.

$$Q_{ik} = 0,6 \cdot a_{Q1} \cdot (2 \cdot Q_{1k}) + 0,1 \cdot a_{Q1} \cdot q_{1k} \cdot w_l \cdot L = 0,6 \cdot 0,8 \cdot (2 \cdot 300) + 0,1 \cdot 0,45 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 5,5 = 295 \text{ kN}$$

s omezením $180 \cdot a_{Q1} \leq Q_{ik} \leq 900$

$$180 \cdot 0,8 = 144 \text{ kN} \leq Q_{ik} \leq 900 \text{ kN}$$

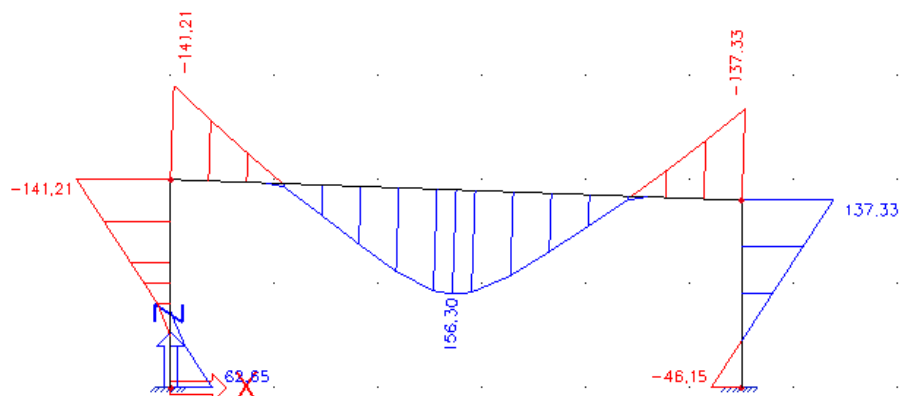
L – délka nosné konstrukce nebo uvažované části

w_l – šířka zatěžovacího pruhu

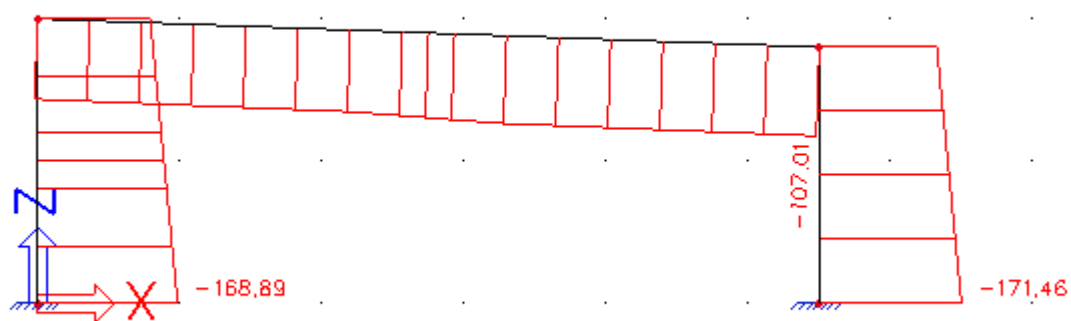
- Model nosné konstrukce

Výpočet vnitřních sil byl proveden v programu Nexis.

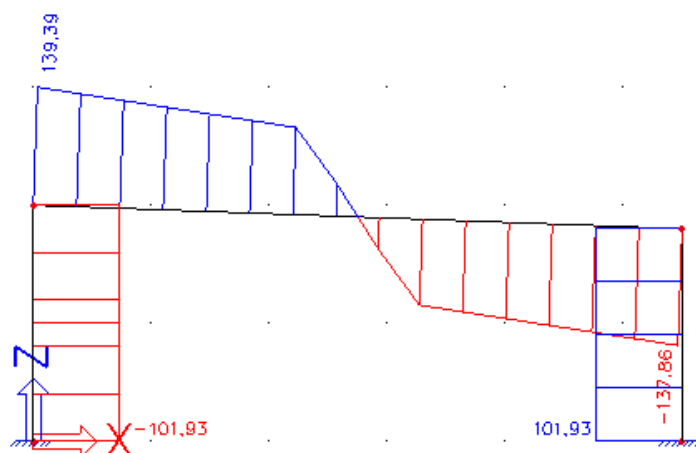
Moment:



Normálové síly:



Posouvající síly:



8. Posouzení základních průřezů nosné konstrukce**8.1 Posouzení nosné konstrukce - deska**

posouzení na mezní stav únosnosti – trvalá a dočasná návrhová situace

Ohybový moment: $M = 132,14 \text{ kN/m}$ **POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÉHO OBDÉLNÍKOVÉHO PRŮŘEZ**

podle ČSN EN 1992-1-1

- oboustranně vyztužený

průřez

VSTUPNÍ ÚDAJE**materiálové charakteristiky**

- beton

C 30/37

charakteristická pevnost betonu v tlaku

 f_{ck} 30 MPa

průměrná hodnota pevnosti v dostředném tahu

 f_{ctm} 2,9 MPa

dílcí součinitel betonu

 γ_c 1,5

součinitel vlivu dlouhodobého zatěžování

 α_{cc} 1,00

návrhová pevnost betonu v tlaku

 f_{cd} 20,0 MPa

sečnový modul pružnosti

 E_{cm} 32,0 GPa

součinitel účinné výšky tlačené oblasti

 λ 0,8

součinitel účinné pevnosti

 η 1,0

- ocel

B500B

charakterist

 f_{yk} 500 MPa

dílcí součinitel oceli (zákl. kombinace)

 γ_s 1,15

součinitel vlivu dlouhodobého zatěžování

 α_{st} 1,00

návrhová mez kluzu

 f_{yd} 434,8 MPa

návrhová hodnota modulu pružnosti

 E_s 200000 MPa**geometrie průřezu**

výška průřezu

 h 0,45 m

šířka průřezu

 b 1,00 m**výztuž průřezu****tahová**

profil výztuže

 $\varnothing$ 16 mm

6 ks

 p_o 160 mm

vzdálenost od taženého okraje

 d_1 16 mm

plocha výztuže

 A_{s1} 1257,0 mm²

únosnost výztuže

 $N_{Rd1} = A_{s1} \cdot f_{yd}$ N_{Rd1} 546,5 kN**tlaťová**

profil výztuže

 $\varnothing$ 12 mm

ks

6

vzdálenost od tlačného okraje

 d_2 12 mm

plocha výztuže

 A_{s2} 678,6 mm²

únosnost výztuže

 $N_{Rd2} = A_{s2} \cdot f_{yd}$ N_{Rd2} 295,0 kN

POSOUZENÍ PRŮŘEZU

1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

1.1 Ohyb

návrhový ohybový moment

 M_{Ed} 156,3 kNm

únosnost průřezu

účinná výška průřezu
výška tlačené části průřezu
ohybová únosnost desky $d-h-a$ d 0,382 m
 x 0,047 m
 M_{Rd} 208,0 kNm

>

 M_{Ed} vyhovuje

kontrola stupně vyztužení

minimální plocha výztuže

 $A_{s,min}$ 576,1 mm²

<

 A_{s1} vyhovuje

maximální plocha výztuže

 $A_{s,max}$ 15280,0 mm²

<

 A_{s1} vyhovuje

>

 A_{s1} vyhovuje

omezení výšky tlačené oblasti

$$\varepsilon_{yd} = f_{yd} / E_s$$
$$\xi_{bal,1} = 700 / (700 + f_{yd})$$
$$\xi = x / d$$

 ε_{yd} 0,0022
 $\xi_{bal,1}$ 0,617
 ξ 0,122

<

 $\xi_{bal,1}$ vyhovuje

kontrola využití tlakové výztuže

 d_z/x 1,418 $\xi_{bal,2}$ 0,379

<

 d_z/x tlaková výztuž není plně využita

napětí v tlakové výztuži

 σ_{s2} -292,3 MPa

VYHOVUJE

1.2 Smyk

průřez

návrhová hodnoty posouvající síly

 $V_{Ed,red}$ 139,4 kNplocha tažené betonářské výztuže pro smyk
(zatažena do vzdálenosti $l_{qd}+d$ za uvaž. průřez) A_{st} 1257 mm²

návrhová hodnota únosnosti bet. průřezu ve smyku

 $V_{Rd,n}$ 169,5 kN
konstrukční smyková výztuž

>

 $V_{Rd,red}$

únosnost svislé smykové výztuže

profil třmínku

8 mm

počet profilů v řezu

4 ks

osová vzdálenost třmínků

8 mm

úhel tlakových diagonál

45°

smyková únosnost průřezu

240,5 kN

>

 $V_{Ed,red}$

vyhovuje

minimální procento smykového vyztužení

0,088%

maximální procento smykového vyztužení

1,725%

stupeň smykového vyztužení

0,201% vyhovuje

Navržena výztuž B 500B □ 16 mm po 160mm.

8.2 Posouzení – Rámový roh

posouzení na mezní stav únosnosti – trvalá a dočasná návrhová situace

Ohybový moment: $M = 193,17 \text{ kN/m}$ **POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÉHO OBDÉLNÍKOVÉHO PRŮŘEZU**

podle ČSN EN 1992-1-1

POSOUZENÍ PRŮŘEZU**1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI****1.1 Ohyb****návrhový ohybový moment** M_{Ed} 141,2 kNm**únosnost průřezu**

účinná výška průřezu	$d=h-a$	d	0,382 m			
výška tlačené části průřezu		x	0,047 m			
ohybová únosnost desky		M_{Rd}	208,0 kNm	>	M_{Ed}	vyhovuje

kontrola stupně vyztužení

minimální plocha výztuže	$A_{s,min}$	576,1 mm ²	<	A_{s1}	vyhovuje
		496,6 mm ²	<	A_{s1}	vyhovuje
maximální plocha výztuže	$A_{s,max}$	15280,0 mm ²	>	A_{s1}	vyhovuje

omezení výšky tlačené oblasti

$\varepsilon_{jd} = f_{jd} / E_s$	ε_{jd}	0,0022			
$\xi_{bal,1} = 700 / (700 + f_{jd})$	$\xi_{bal,1}$	0,617			
$\xi = x / d$	ξ	0,122	<	$\xi_{bal,1}$	vyhovuje

kontrola využití tlakové výztuže

	d_z/x	1,418			
	$\xi_{bal,2}$	0,379	<	d_z/x	tlaková výztuž není plně využita
napětí v tlakové výztuži	σ_{s2}	-292,3 MPa			

VYHOVUJE

výška průřezu	h	0,40 m
šířka průřezu	b	1,00 m

výztuž průřezu**tahová**

profil výztuže	$\odot$	16 mm
6 ks	po	180 mm
vzdálenost od taženého okraje	d_1	16 mm
plocha výztuže	A_{s1}	1257,0 mm ²
únosnost výztuže	$N_{Rd1} = A_{s1} \cdot f_{jd}$	546,5 kN

tlaková

profil výztuže	$\odot$	12 mm
6 ks		6 mm
vzdálenost od tlačného okraje	d_2	12 mm
plocha výztuže	A_{s2}	678,6 mm ²
únosnost výztuže	$N_{Rd2} = A_{s2} \cdot f_{jd}$	295,0 kN

POSOUZENÍ PRŮŘEZU

1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

1.1 Ohyb

návrhový ohybový moment

 M_{Ed} 141,2 kNm

únosnost průřezu

účinná výška průřezu

 $d=h-a$ d 0,382 m

výška tlačené části průřezu

 x 0,047 m

ohybová únosnost desky

 M_{Rd} 208,0 kNm > M_{Ed} vyhovuje

kontrola stupně vyztužení

minimální plocha výztuže

 $A_{s,min}$ 576,1 mm²< A_{s1} vyhovuje496,6 mm²< A_{s1} vyhovuje

maximální plocha výztuže

 $A_{s,max}$ 15280,0 mm²> A_{s1} vyhovuje

omezení výšky tlačené oblasti

$$\varepsilon_{jd} = f_{td} / E_s$$

$$\xi_{dal,1} = 700 / (700 + f_{td})$$

$$\xi = x / d$$

 ε_{jd} 0,0022 $\xi_{dal,1}$ 0,617 ξ 0,122< $\xi_{dal,1}$ vyhovuje

kontrola využití tlakové výztuže

 d_z/x 1,418 $\xi_{dal,2}$ 0,379< d_z/x tlaková výztuž není plně využita

napětí v tlakové výztuži

 σ_{s2} -292,3 MPa

VYHOVUJE

Navržena výztuž B 500B □ 16 mm po 160mm.

8.3 Posouzení – vetknutí

posouzení na mezní stav únosnosti – trvalá a dočasná návrhová situace

Ohybový moment: $M = 173,53 \text{ kN/m}$ **POSOUZENÍ ŽELEZOBETONOVÉHO OBDÉLNÍKOVÉHO PRŮŘEZ**

podle ČSN EN 1992-1-1

- oboustranně vyztužený

průřez

VSTUPNÍ ÚDAJE**materiálové charakteristiky**

- beton

C 30/37

charakteristická pevnost betonu v tlaku

 f_{ck} 30 MPa

průměrná hodnota pevnosti v dostředném tahu

 f_{ctm} 2,9 MPa

dílčí součinitel betonu

 γ_c 1,5

součinitel vlivu dlouhodobého zatěžování

 α_{cc} 1,00

návrhová pevnost betonu v tlaku

 f_{cd} 20,0 MPa

sečnový modul pružnosti

 E_{cm} 32,0 GPa

součinitel účinné výšky tlačené oblasti

 λ 0,8

součinitel účinné pevnosti

 η 1,0

- ocel

B500B

charakteristická

 f_{yk} 500 MPa

dílčí součinitel oceli (zákl. kombinace)

 γ_s 1,15

součinitel vlivu dlouhodobého zatěžování

 α_{st} 1,00

návrhová mez kluzu

 f_{yd} 434,8 MPa

návrhová hodnota modulu pružnosti

 E_s 200000 MPa**geometrie průřezu**

výška průřezu

 h 0,45 m

šířka průřezu

 b 1,00 m**výztuž průřezu****tahová**

profil výztuže

 $\varnothing$ 16 mm

6 ks

 p_o 160 mm

vzdálenost od taženého okraje

 d_1 16 mm

plocha výztuže

 A_{s1} 1257,0 mm²

únosnost výztuže

 $N_{Rd1} = A_{s1} \cdot f_{yd}$ N_{Rd1} 546,5 kN**tlačová**

profil výztuže

 $\varnothing$ 16 mm

6 ks

 d_2 6 mm

vzdálenost od tlačného okraje

 d_2 16 mm

plocha výztuže

 A_{s2} 1206,4 mm²

únosnost výztuže

 $N_{Rd2} = A_{s2} \cdot f_{yd}$ N_{Rd2} 524,5 kN

POSOUZENÍ PRŮŘEZU

1. MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

1.1 Ohyb

návrhový ohybový moment

 M_{Ed} 62,85 kNm

únosnost průřezu

účinná výška průřezu
výška tlačené části průřezu
ohybová únosnost desky $d=h-a$ d 0,382 m
 x 0,051 m
 M_{Rd} 210,6 kNm> M_{Ed} vyhovuje

kontrola stupně vyztužení

minimální plocha výztuže

 $A_{s,min}$ 576,1 mm²< A_{s1} vyhovuje496,6 mm²< A_{s1} vyhovuje

maximální plocha výztuže

 $A_{s,max}$ 15280,0 mm²> A_{s1} vyhovuje

omezení výšky tlačené oblasti

$$\varepsilon_{jd} = f_{jd} / E_s$$
$$\xi_{dal,1} = 700 / (700 + f_{jd})$$
$$\xi = x / d$$

 ε_{jd} 0,0022
 $\xi_{dal,1}$ 0,617
 ξ 0,134< $\xi_{dal,1}$ vyhovuje

kontrola využití tlakové výztuže

 d_z/x 1,325 $\xi_{dal,2}$ 0,379

<

 d_z/x tlaková výztuž není plně využita

napětí v tlakové výztuži

 σ_{sz} -227,6 MPa

NAVRŽENA VÝZTUŽ B 500B Ø20mm po 150mm.

Navržená rozdělovací výztuž B 500B Ø10mm po 100, 200mm.

8. Založení mostu

8.1 Geologický popis

Geologický popis zeminy v hloubce založení:

F8 - jíl s vysokou plasticitou, únosnost 150-180 kPa

8.2 Návrh

Základový pas šířky 1,5 m a výšky 0,6 m.

8.2 Posouzení

$$\sigma_{de} < R_d = 150 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{de} = V_{de}/A_{ef} = (171.46+22.5)/0.86*1 = 225.5 \text{ kPa}$$

$$A_{ef} = 1.5-2*0.32 = 0.86 \text{ m}$$

$$e = M/N = 62.25 / (171.64+22.5) = 0.32 \text{ m}$$

$$g_{zakl} = 1*0.6*1.5*25 = 22.5 \text{ kN}$$

$$\sigma_{de} = 225.5 \text{ kPa} < R_d = 150 \text{ MPa}$$

NEVYHOVUJE

8.2 Návrh a posouzení pilot

ŽB. piloty průměru 800 mm a délky 6000 mm
osová vzdálenost pilot: 2.85 – 3.00 m

Posouzení viz. příloha: Posouzení piloty

VYHOVUJE

Na stranu bezpečnou únosnost základového pásu.

Ve Vysokém Mýtě 09/2015

Ing. Jan Ježek