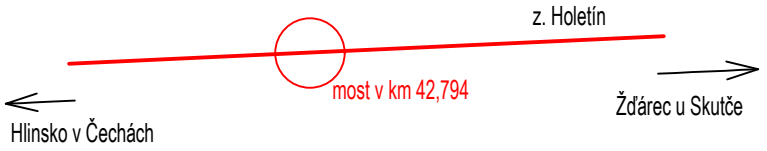
Ministerstvo dopravy
Státní fond dopravní infrastruktury

Jiná ověření:	Paré:
Orientační schéma:	Razítko oprávněné osoby:



Podpis: Datum:

Revize:	Datum:	Popis:	Kontroloval:
001	25.05.2022	Dokumentace po připomínkách	Ing. Jan Šedivý

Stavebník/Investor:	**Správa železnic, státní organizace**
Adresa:	Dlážděná 1003/7, 110 00 Praha 1
Zástupce investora:	Stavební správa východ
Adresa:	Nerudova 1, 779 00 Olomouc

SPRÁVA ŽELEZNIC

Zhotovitel díla:	**EXprojekt s.r.o.**
Adresa:	Heršpická 758/13, 619 00 Brno
Kontakt:	T: +420 533 312 000 E: info@exprojekt.cz
Zhotovitel objektu:	**EXprojekt s.r.o.**
Adresa:	Heršpická 758/13, 619 00 Brno
Kontakt:	T: +420 533 312 000 E: info@exprojekt.cz

EXPROJEKT

EXPROJEKT

Hlavní projektant (HIP): Ing. David Rose Ing. Ivana Havlíková; Ph.D. Specialista: Ing. Martin Chaloupka

Název stavby/akce:	**Rekonstrukce mostu v km 42,794 trati Havlíčkův Brod - Pardubice**		Označení investora: S621700174 Označení zhotovitele: 2021-087
Název části:	Mosty, propustky a zdi		Označení části: D.2.1.04
Název objektu/dílčí části:	**Most v km 42,794**		Označení objektu/komplexu: **SO 01**
Název přílohy: Název dílčí části přílohy:	Statický výpočet spodní stavby		Číslo přílohy: **3. 002**
Odpovědný projektant: Ing. Petr Šedivý	Zpracovatel přílohy: Ing. Petr Šedivý	Měřítko: - Formáty:	Stupeň dokumentace: **DSP**
Kraj: Pardubický	Katastrální území: Holetín [641138]	TUDU: 1611 10	**Smluvní datum zpracování: 25.5.2022**

Kódové označení přílohy:
S621700174_DSPX_D2141_SO01_XX_3_002_O01

STAVBA: **Rekonstrukce mostu v km 42,794 trati Havlíčkův Brod - Pardubice**

OBJEKT: **SO 01 Most v km 42,794**

STUPEŇ: **DSP**

Statický výpočet spodní stavby

Obsah:

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA STATICKÉHO VÝPOČTU ... 4
1.1 Popis spodní stavby mostního objektu ... 4
1.1.1 Základy ... 4
1.1.2 Opěry (dřík, úložný práh, závěrná zídka) ... 4
1.1.3 Zavěšená křídla ... 4
1.1.4 Římsy ... 4
1.1.5 Materiály konstrukčních celků ... 4
1.2 Popis statického výpočtu ... 4
1.2.1 Zatížení spodní stavby ... 5
1.2.2 Prvky počítané a posuzované ve statickém výpočtu ... 5
2 POUŽITÉ PODKLADY, LITERATURA A SOFTWARE ... 5
3 TVAR SPODNÍ STAVBY ... 6
4 ZÁKLAD A DŘÍK OPĚR ... 7
4.1 Předpoklady pro návrh a posouzení ... 7
4.2 Zatížení ... 7
4.3 Dimenzování ... 10
4.3.1 Opěra O01- ZS1 ... 10
4.3.2 Opěra O01- ZS2 ... 18
4.3.3 Opěra O02 - ZS1 ... 26
4.3.4 Opěra O02 – ZS2 ... 34
4.4 Stanovení zatížitelnosti ... 42
4.4.1 Dřík opěry ... 42
4.4.2 Základ opěry ... 43
5 ÚLOŽNÝ PRÁH ... 45
5.1 Předpoklady pro návrh a posouzení ... 45
5.2 Zatížení ... 45
5.3 Podélná výztuž úložného prahu ... 45
5.3.1 Návrh výztuže ... 45
5.4 Posouzení konstrukčních zásad ... 46
5.5 Podložisková oblast ... 47
5.5.1 Posouzení betonu ... 47
5.5.2 Návrh výztuže v roznášecí oblasti ... 47
5.6 Stanovení zatížitelnosti ... 48
6 ZÁVĚRNÁ ZÍDKA ... 49
6.1 Předpoklady pro návrh a posouzení ... 49
6.2 Zatížení ... 49
6.3 Vnitřní síly ... 50
6.4 Podélná výztuž závěrných zídek ... 51
6.4.1 Navržená výztuž ... 51
6.4.2 Mezní stav únosnosti - návrhová kombinace ... 51
6.4.3 Mezní stav použitelnosti - omezení napětí - charakteristická kombinace ... 52
6.4.4 Mezní stav použitelnosti - omezení trhlin - kvazistálá kombinace ... 53
6.5 Posouzení závěrných zídek na smyk ... 55
6.5.1 Posouzení průřezu bez smykové výztuže ... 55
6.6 Posouzení konstrukčních zásad ... 56
6.7 Stanovení zatížitelnosti ... 57
6.7.1 Ohyb – mezní stav únosnosti ... 57
6.7.2 Ohyb – mezní stav použitelnosti – omezení napětí ... 57
6.7.3 Smyk ... 57
7 ZAVĚŠENÁ KŘÍDLA ... 58
7.1 Předpoklady pro návrh a posouzení ... 58
7.2 Zatížení ... 58
7.3 Vnitřní síly ... 60
7.4 Podélná výztuž zavěšených křídel ... 61
7.4.1 Navržená výztuž ... 61

7.4.2 Mezní stav únosnosti - návrhová kombinace ... 62
7.4.3 Mezní stav použitelnosti - omezení napětí - charakteristická kombinace ... 63
7.4.4 Mezní stav použitelnosti - omezení trhlin - kvazistálá kombinace ... 64
7.5 Posouzení zavěšených křídel na smyk ... 66
7.5.1 Posouzení průřezu bez smykové výztuže ... 66
7.6 Posouzení konstrukčních zásad ... 67
7.7 Stanovení zatížitelnosti ... 68
7.7.1 Ohyb – mezní stav únosnosti ... 68
7.7.2 Ohyb – mezní stav použitelnosti – omezení napětí ... 68
7.7.3 Smyk ... 68
8 PŘEHLED NAVRŽENÉ VÝZTUŽE ... 69
9 ZÁVĚR ... 69
10 TABULKA ZATÍŽITELNOSTI ... 70
10.1 Identifikace mostu: ... 70
10.2 Identifikace části mostu ... 70
10.3 Doplňující údaje části mostu: ... 70
10.4 Přehled zatížitelnosti ... 71

1 TECHNICKÁ ZPRÁVA STATICKÉHO VÝPOČTU

1.1 POPIS SPODNÍ STAVBY MOSTNÍHO OBJEKTU

Spodní stavbu mostu tvoří krajní opěry O01 a O02. Krajní opěry jsou masivní, monolitické, ze železobetonu. Opěry jsou tvořeny základem, dříkem s úložným prahem a podložikovými bloky, závěrnou zídkou a zavěšenými rovnoběžnými křídly, která jsou vetknutá do dříku opěry a závěrné zídky. Tvar obou opěr je shodný.

1.1.1 ZÁKLADY

Opěry budou uloženy plošně na monolitických železobetonových základech. Délka základů obou opěr je 6,70 m (tj. na šířku dříků opěr s přesahem 0,15 m na obě strany), šířka základu obou opěr je 4,47 m, výška základu obou opěr na styku s dříkem opěr je 1,00 m. Horní plocha základů je vyspádována směrem od dříků opěr k jejich okrajům, výška základů obou opěr na okrajích je potom 0,95 m.

1.1.2 OPĚRY (DŘÍK, ÚLOŽNÝ PRÁH, ZÁVĚRNÁ ZÍDKA)

Dřík obou opěr má tl. 1,87 m a délku 6,4 m. Výška dříku včetně úložného prahu je 4,12 m (měřeno v líci opěr od základu po horní hranu úložného prahu z líce opěry). Železobetonový úložný práh má maximální výšku 0,8 m (v líci závěrné zídky), horní povrch úložného prahu je ve sklonu 2 % směrem k líci. Výška úložného prahu v líci opěry je potom 0,77 m. Závěrná zídka má šířku 0,4 m. Na horní ploše úložných prahů jsou umístěný podložiskové bloky. Podložiskové bloky mají horní povrch vodorovný a jsou opatřeny hnízdy pro osazení ložisek (skutečná velikost ložisek a tudíž i vyztužení podložiskových bloků bude upřesněno v rámci RDS či VTD na základě skutečných rozměrů použitých ložisek a rozmístění kotevních trnů ložisek).

1.1.3 ZAVĚŠENÁ KŘÍDLA

Křídla jsou navržena zavěšená rovnoběžná s šikmou dolní hranou. Délka křídel u obou opěr je 4,67 m (bráno od rubu dříku), šířka 0,6 m. Křídla u obou opěr jsou navržena se skloněným horním povrchem se sklonem 12 % pro zachycení kolejového lože na délku přechodu z uzavřeného na otevřené.

1.1.4 ŘÍMSY

Římy z estetických důvodů tvoří součást křídla a nejsou nijak stavebně odděleny od křídel. Šířka říms je 0,48 m a výška říms v líci je 0,35 mm.

1.1.5 MATERIÁLY KONSTRUKČNÍCH CELKŮ

Ve statickém výpočtu byly uvažované následující materiály:

Použité třídy betonů dle ČSN EN 206+A2
Všechny části spodní stavby **C30/37**

Betonářská výztuž
Ve všech částech spodní stavby mostu bude použita betonářská výztuž **B500B**.

1.2 POPIS STATICKÉHO VÝPOČTU

Cílem tohoto statického výpočtu je **ověření dimenzí <u>železobetonových průřezů krajních opěr</u> mostu a návrh betonářské výztuže v nich.**

Součásti statického výpočtu není posouzení napětí v základové spáře, posouzení opěr na překlopení a posunutí, posouzení sedání opěr – to je součástí Statického výpočtu založení opěr.

Ve statickém výpočtu jsou pro svoji obsáhlost uvedeny pouze základní vstupy a výsledky z výpočetních programů. Všechny podklady a podrobné vstupy a výsledky jsou archivovány u zpracovatele statického výpočtu.

1.2.1 ZATÍŽENÍ SPODNÍ STAVBY

Zatížení na spodní stavbu mostu bylo uvažováno dle příslušných částí normy ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí a zatížení zemním tlakem dle ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce.

Reakce na ložiska byly převzaty ze Statického výpočtu OK.

1.2.2 PRVKY POČÍTANÉ A POSUZOVANÉ VE STATICKÉM VÝPOČTU

V rámci statického výpočtu počítány a posuzovány následující prvky:

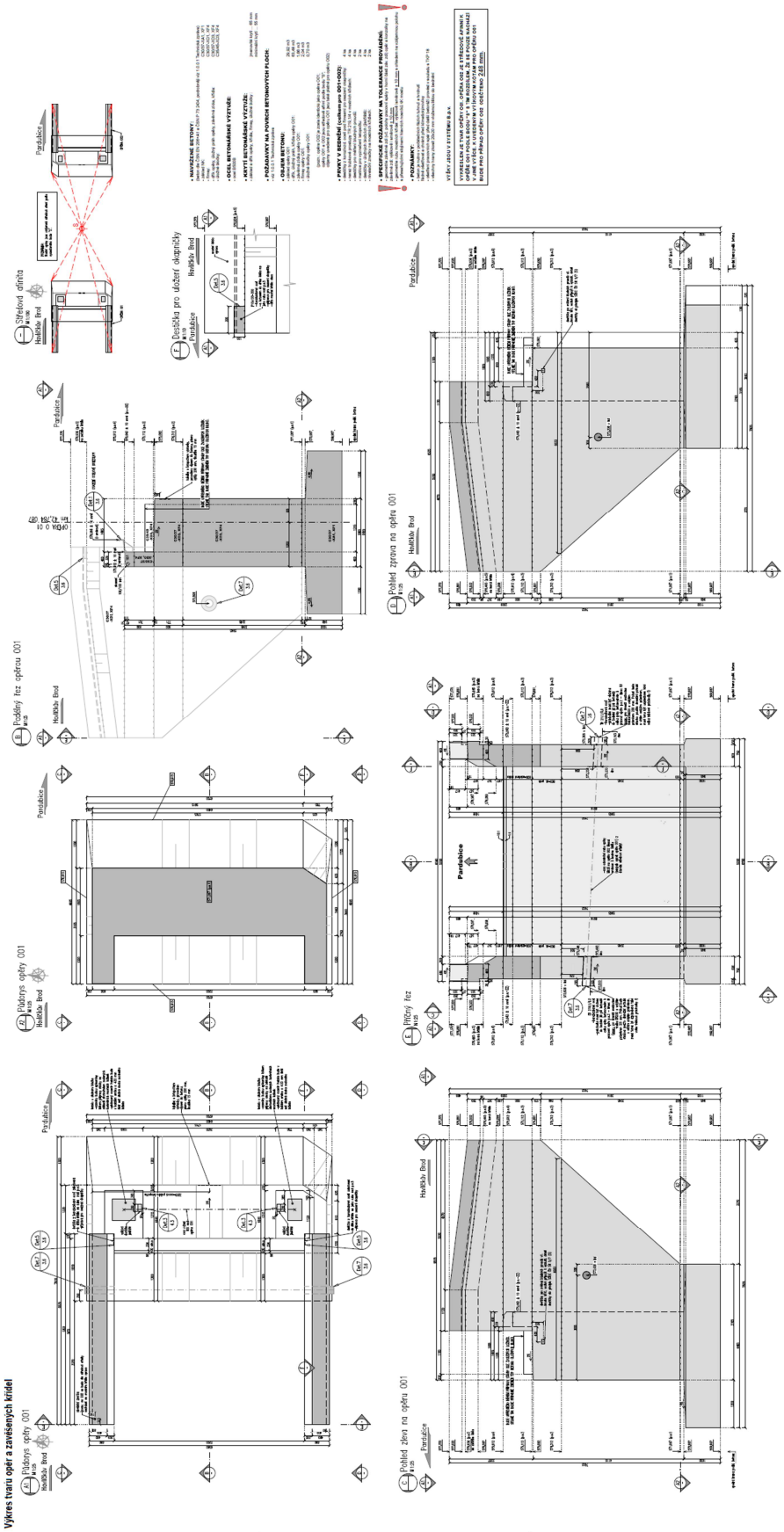
- základ a dřík opěr
- úložný práh
- závěrná zídka
- zavěšená křídla

Posouzení železobetonových průřezů bylo provedeno dle ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí.

2 POUŽITÉ PODKLADY, LITERATURA A SOFTWARE

1) ČSN EN 1990 Zásady navrhování konstrukcí
2) ČSN EN 1991 Zatížení konstrukcí
3) ČSN EN 1992 Navrhování betonových konstrukcí
4) ČSN EN 1997 Navrhování geotechnických konstrukcí
5) ČSN EN 206+A2 Beton - Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda
6) ČSN 73 0037 Zemní tlak na stavební konstrukce
7) ČSN 73 6214 Navrhování betonových mostních konstrukcí
8) SŽ S5/1 Diagnostika, zatížitelnost a přechodnost železničních mostních objektů, 03/3021
9) FIP Recommendations 1996, Practical Design of Structural Concrete
10) Designers' Guide to Eurocode: Basis of Structural Design, Gulvanessian, Calgaro, and Holický, Thomas Telford Publishing, London, 2012
11) Designer's guide to Eurocode I: Action on Bridges, Calgaro, Tschumi and Gulvanessian, Thomas Telford Publishing, London, 2010
12) Designer's guide to EN 1992-2, Eurocode 2: Design of concrete structures, Part 2: Concrete Bridges, Hendy and Smith, Thomas Telford Publishing, London, 2007
13) Betónové konštrukcie, Bilčík, Fillo, Benko, Halvonik, ES STU Bratislava, 2008
14) Navrhování betonových konstrukcí, Procházka a kol., ČBS, Praha 2005
15) program MIDAS/Civil firmy MIDAS Information Technology Co.,Ltd
16) program GEO5 Úhlová zeď firmy Fine spol. s.r.o.

3 TVAR SPODNÍ STAVBY



4 ZÁKLAD A DŘÍK OPĚR

4.1 PŘEDPOKLADY PRO NÁVRH A POSOUZENÍ

Železobetonové průřezy základu a dříku opěry byly navrženy v programu GEO5 Úhlová zeď podle ČSN EN 1992.

4.2 ZATÍŽENÍ

Vlastní tíha konstrukce a tíha zemního klínu

Program GEO5 Úhlová zeď počítá automaticky na základě zadané geometrie a materiálových vlastností.

Odečet g0

Vzhledem k tomu, že geometrie konstrukce je v programu GEO5 Úhlová zeď idealizovaná, byla zadána síla zohledňující toto zjednodušení (počítáno na jeden metr délky opěry)

- 1,77*1,47*25 = **65,05 kN/m**

Tíha křídla

Tíha jednoho křídla se roznáší na polovinu délky opěry (uvažováno při posouzení základu, neuvažováno při posouzení dříku):

- 25*(0,60*18,491+0,37*5,2)/(0,5*6,4) = **101,71 kN/m**

Zemní tlak

Program GEO5 Úhlová zeď počítá automaticky na základě zadané geometrie a materiálových vlastností.

Zvětšení zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou

Bylo zadáno přitížená povrchu od modelu zatížení LM71 a program GEO5 Úhlová zeď automaticky spočítá odpovídající zemní tlak. Přitížení povrchu je následující (zatížení od koleje se roznáší na celou délku opěry):

Q_{Vk} =	250	kN	- tíha nápravy
n_Q =	4		- počet náprav
L_Q =	6.400	m	- délka, na kterou se zatížení od náprav roznáší
q_{Vk} =	80	kN	- rovnoměrné zatížení
b_{roznos} =	6.400	m	- roznášecí šířka
α =	1.21		

rozpočet zatížení	Q_{Vk}		q_{Vk}	
	celkem	roznos	celkem	roznos
	[kN/m]	[kN/m^2]	[kN/m]	[kN/m^2]
q_{LM71}	156.25	24.41	80.00	12.50
$\alpha * q_{LM71}$	189.0625	**29.54**	96.8	**15.13**

Reakce od nosné konstrukce

Reakce na ložiska byly převzaty ze Statického výpočtu NK mostu:

7.2.2 Požadavky na ložiska z hlediska jejich únosnosti

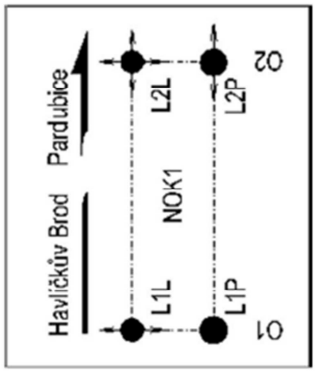
- požadované absolutní únosnosti jednotlivých mostních ložisek v **MSP**

	$R_{Z,Ek}$	$\pm R_{Y,Ek}$	$\pm R_{X,Ek}$		
ložisko L1L :	-1550	0	600	[kN]	
ložisko L1P :	-1550	170	600	[kN]	
ložisko L2L :	-1550	0	160	[kN]	pozn.: požad. hodnota $R_{x,Ed}$ slouží pouze pro návrh spojů a SS
ložisko L2P :	-1550	170	160	[kN]	pozn.: požad. hodnota $R_{x,Ed}$ slouží pouze pro návrh spojů a SS

- požadované absolutní únosnosti jednotlivých mostních ložisek v **MSÚ**

	$R_{Z,Ed}$	$\pm R_{Y,Ed}$	$\pm R_{X,Ed}$		
ložisko L1L :	-2100	0	830	[kN]	
ložisko L1P :	-2100	270	830	[kN]	
ložisko L2L :	-2100	0	220	[kN]	pozn.: požad. hodnota $R_{x,Ed}$ slouží pouze pro návrh spojů a SS
ložisko L2P :	-2100	270	220	[kN]	pozn.: požad. hodnota $R_{x,Ed}$ slouží pouze pro návrh spojů a SS

	$R_{Z,Ed}$	$\pm R_{Y,Ed}$	$\pm R_{X,Ed}$		
ložisko L1L :	-1570	0	800	[kN]	...kombinace pro max. R_{xEd} + současně pro min. R_{zEd}
ložisko L1P :	-1570	250	800	[kN]	...kombinace pro max. R_{xEd} + současně pro min. R_{zEd}
ložisko L2L :	------	------	------	[kN]	
ložisko L2P :	-630	270	70	[kN]	...kombinace pro max. R_{yEd} + současně pro min. R_{zEd}



Pozn. 01: šipka znázorňuje směr možného posunu ložiska

Reakce z jednoho ložiska se roznáší na polovinu délky opěry a do modelu jsou zadány podělené součinitelem 1,35 (do programu zadány jako stálé zatížení):

- opěra O01- ZS1
  - reakce v ložiskách — $F_{Ed,MSÚ}$ = 2100 kN
    $H_{Ed,\ MSÚ}$ = 830 kN
  - reakce na 1 m — $F_{Ed,MSÚ,1m}$ = 2100/(0,5*6,4) = 656,25 kN/m
    $H_{Ed,\ MSÚ,1m}$ = 830/(0,5*6,4) = 259,38 kN/m
  - reakce do modelu — **$F_{Ed,model}$** = 656,25/1,35 = **486,11 kN/m**
    $H_{Ed,model}$ = 259,38/1,35 = **192,13 kN/m**
    F_{Ed} + H_{Ed} = (486,11^2+192,13^2)^0,5 = 522,70 kN/m
- opěra O01- ZS2
  - reakce v ložiskách — $F_{Ed,MSÚ}$ = 1570 kN
    $H_{Ed,\ MSÚ}$ = 800 kN
  - reakce na 1 m — $F_{Ed,MSÚ,1m}$ = 1570/(0,5*6,4) = 490,63 kN/m
    $H_{Ed,\ MSÚ,1m}$ = 800/(0,5*6,4) = 250,00 kN/m
  - reakce do modelu — **$F_{Ed,model}$** = 490,63/1,35 = **363,43 kN/m**
    $H_{Ed,model}$ = 250,00/1,35 = **185,19 kN/m**
    F_{Ed} + H_{Ed} = (363,43^2+185,19^2)^0,5 = 407,89 kN/m
- opěra O02- ZS1
  - reakce v ložiskách — $F_{Ed,MSÚ}$ = 2100 kN
    $H_{Ed,\ MSÚ}$ = 220 kN
  - reakce na 1 m — $F_{Ed,MSÚ,1m}$ = 2100/(0,5*6,4) = 656,25 kN/m
    $H_{Ed,\ MSÚ,1m}$ = 220/(0,5*6,4) = 68,75 kN/m
  - reakce do modelu — **$F_{Ed,model}$** = 656,25/1,35 = **486,11 kN/m**
    $H_{Ed,model}$ = 68,75/1,35 = **50,93 kN/m**
    F_{Ed} + H_{Ed} = (486,11^2+50,93^2)^0,5 = 488,77 kN/m
- opěra O02- ZS2
  - reakce v ložiskách — $F_{Ed,MSÚ}$ = 630 kN
    $H_{Ed,\ MSÚ}$ = 70 kN
  - reakce na 1 m — $F_{Ed,MSÚ,1m}$ = 630/(0,5*6,4) = 196,88 kN/m
    $H_{Ed,\ MSÚ,1m}$ = 70/(0,5*6,4) = 21,88 kN/m
  - reakce do modelu — **$F_{Ed,model}$** = 196,88/1,35 = **145,84 kN/m**
    $H_{Ed,model}$ = 21,88/1,35 = **16,21 kN/m**
    F_{Ed} + H_{Ed} = (145,84^2+16,21^2)^0,5 = 146,74 kN/m

4.3 DIMENZOVÁNÍ

4.3.1 OPĚRA O01- ZS1

Vstupní data

Projekt

Akce : Rekonstrukce mostu v km 42,794 trati Havlíčkův Brod - Pardubice
Část : SO 01 Most v km 42,794
Popis : OP1-ZS1
Vypracoval : Ing. Petr Šedivý
Datum : 17.01.2022

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-2
Součinitele EN 1992-2 : uživatelské
Článek 3.1.6 : α_{cc} = 0,90

Výpočet zdí

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru
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 :	γ_G =	1,35	[–]	1,00	[–]
Proměnné zatížení :	γ_Q =	1,50	[–]	0,00	[–]
Zatížení vodou :	γ_w =	1,35	[–]		

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

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	ψ_0 =	0,70	[–]
Součinitel časté hodnoty :	ψ_1 =	0,50	[–]
Součinitel kvazistálé hodnoty :	ψ_2 =	0,30	[–]

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 25,00 kN/m^3
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-2.
Beton : C 30/37
Válcová pevnost v tlaku f_{ck} = 30,00 MPa
Pevnost v tahu f_{ctm} = 2,90 MPa

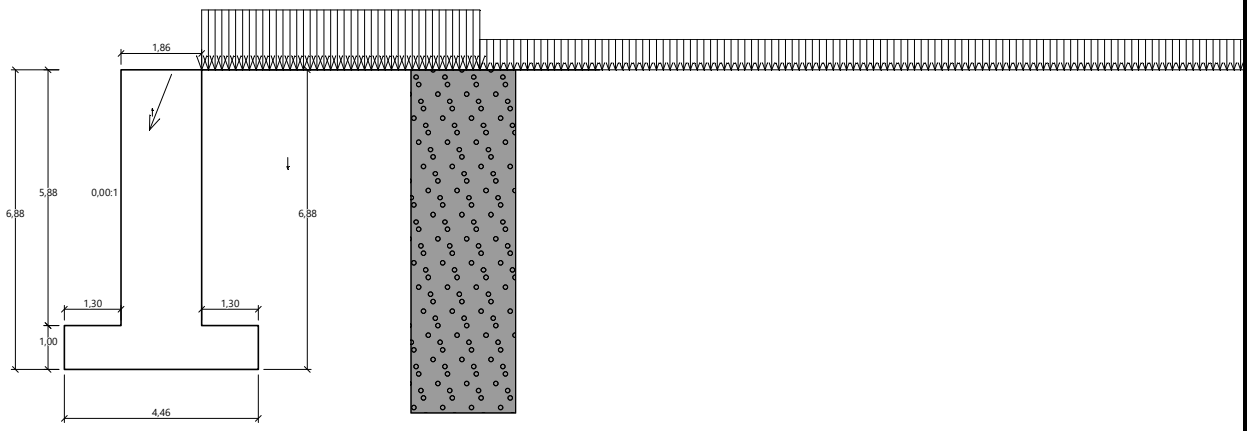
Ocel podélná : B500
Mez kluzu f_{yk} = 500,00 MPa

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,88
3	1,30	5,88
4	1,30	6,88
5	-3,16	6,88
6	-3,16	5,88
7	-1,86	5,88
8	-1,86	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
Plocha řezu zdi = 15,40 m^2.

Název : Geometrie	**Fáze - výpočet : 1 - 0**



Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m3]	γ_{su} [kN/m3]	δ [°]
1	Zásyp		30,00	0,00	20,00	10,00	15,00

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

Parametry zemin

Zásyp

Objemová tíha : γ = 20,00 kN/m3
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 30,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 0,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina : δ = 15,00 °
Zemina : nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 20,00 kN/m3

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	0,00 .. ∞	Zásyp	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

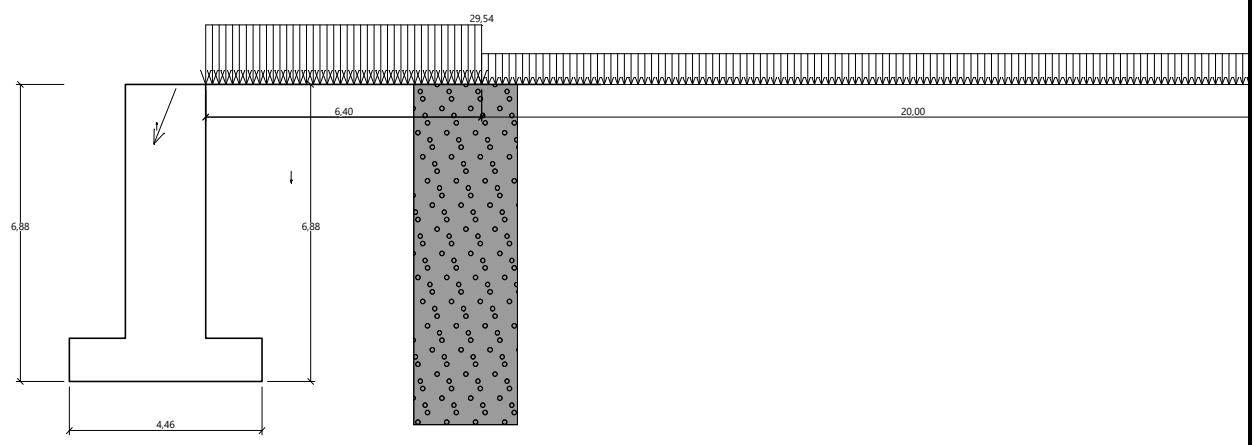
Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přitížení		Působ.	Vel.1	Vel.2	Poř.x	Délka	Hloubka
	nové	změna		[kN/m2]	[kN/m2]	x [m]	l [m]	z [m]
1	Ano		proměnné	29,54		0,00	6,40	na terénu
2	Ano		proměnné	15,12		6,40	20,00	na terénu

Číslo	Název
1	LM71-roznesená břemena
2	LM71-rovnoměrné

Název : Přitížení	Fáze - výpočet : 1 - 0



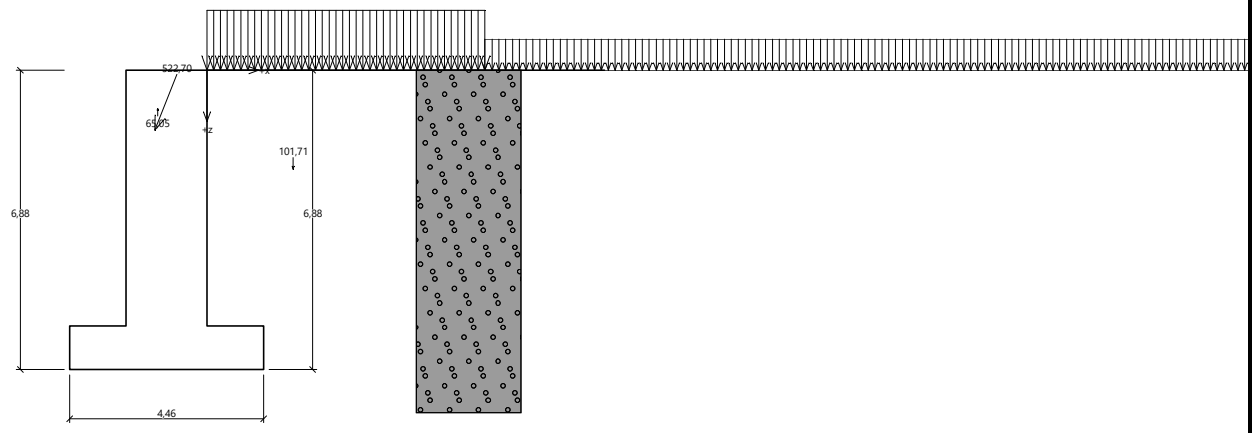
Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

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		Odečet g0	stálé	0,00	-65,05	0,00	-1,13	0,89
2	Ano		Reakce od NK	stálé	-192,13	486,11	0,00	-1,20	1,38
3	Ano		Křídlo	stálé	0,00	101,71	0,00	1,98	2,28

Název : Zadané síly	Fáze - výpočet : 1 - 0



Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá
Zeď se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Posouzení dříku

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Koef. moment**	**Koef. norm.sila**	**Koef. pos.sila**
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	273,36	0,93	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	172,80	-1,96	0,00	1,86	1,350	1,000	1,350
LM71-roznesená břemena	70,38	-3,27	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
LM71-rovnoměrné	29,54	-2,18	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
Odečet g0	0,00	-4,99	-65,05	0,73	1,000	1,000	1,000
Reakce od NK	192,13	-4,50	486,11	0,66	1,350	1,350	1,350

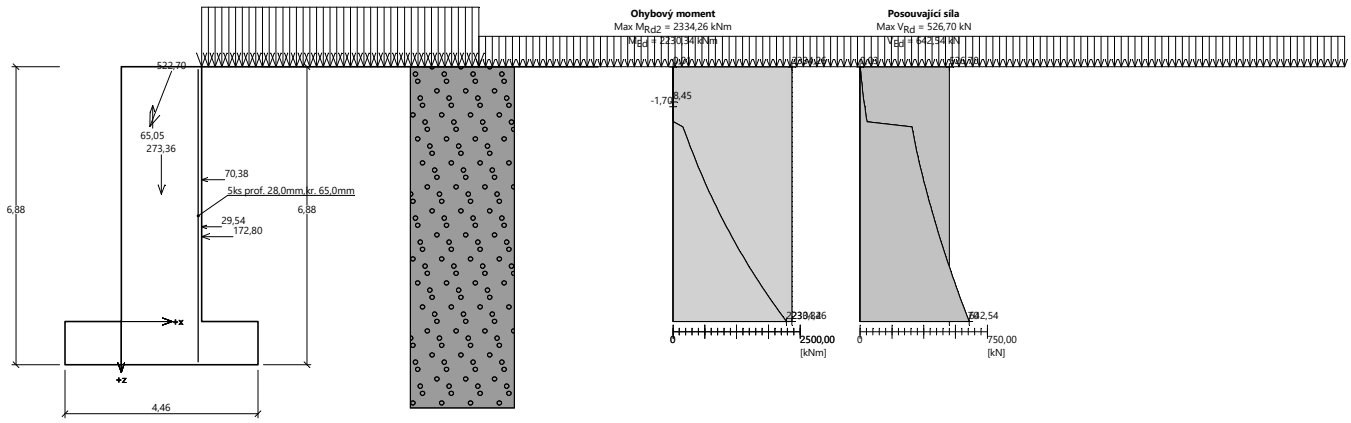
Posouzení dříku - zadní výztuž

Posouzení zdi v pracovní spáře 5,88 m od koruny zdi
Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 28,0 mm, krytí 65,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 3078,8 mm^2
Nutná plocha výztuže = 2938,9 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,86 m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,17	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,09	m	<	1,10	m	=	x_{max}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	2334,26	kNm	>	2230,34	kNm	=	M_{Ed}

Průřez musí být vyztužen kolmými třmínky o ploše nejméně 368,8 mm^2/m nebo ekvivalentními ohyby.
Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 2**



Posouzení výstupku

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Výpočtový koeficient**
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	384,92	2,23	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Odečet g0	0,00	-5,99	-65,05	2,03	1,000
Reakce od NK	192,13	-5,50	486,11	1,96	1,350
Křídlo	0,00	-4,60	101,71	5,14	1,350

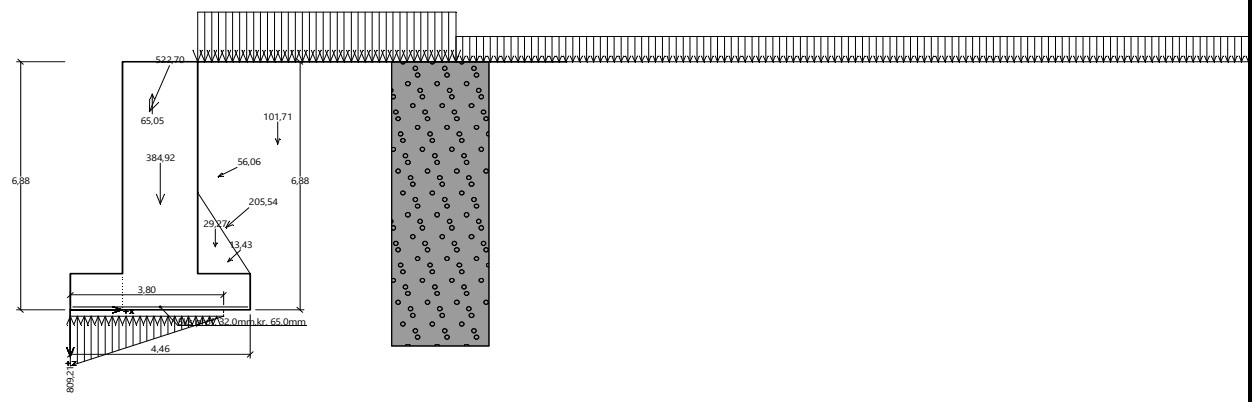
Posouzení výstupku

Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 32,0 mm, krytí 65,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 4021,2 mm^2
Nutná plocha výztuže = 3785,1 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,44	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,12	m	<	0,57	m	=	x_{max}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	1521,84	kNm	>	1437,16	kNm	=	M_{Ed}

Průřez musí být vyztužen kolmými třmínky o ploše nejméně 933,8 mm^2/m nebo ekvivalentními ohyby.
Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 3**



Posouzení paty

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Výpočtový koeficient**
Tíh.- zeď	0,00	-0,50	32,50	3,81	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Kontaktní napětí	0,00	0,00	-43,47	3,37	1,000
Tíhová přít.1	0,00	-6,88	0,15	3,16	1,500

Posouzení paty

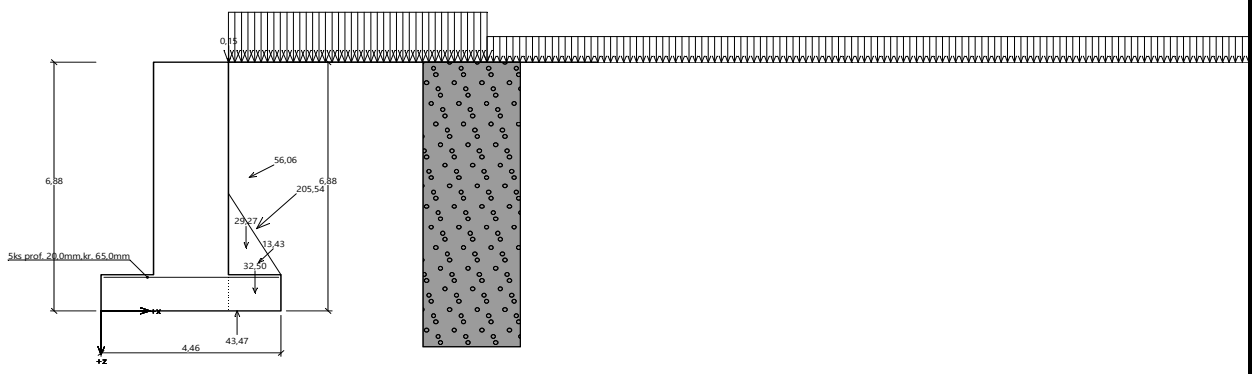
Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 20,0 mm, krytí 65,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 1570,8 mm^2
Nutná plocha výztuže = 1394,9 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,17	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,05	m	<	0,57	m	=	x_{max}
Posouvající síla na mezi únosnosti	V_{Rd}	=	314,43	kN	>	289,50	kN	=	V_{Ed}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	618,78	kNm	>	497,20	kNm	=	M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 4**



4.3.2 OPĚRA O01- ZS2

Vstupní data

Projekt

Akce : Rekonstrukce mostu v km 42,794 trati Havlíčkův Brod - Pardubice
Část : SO 01 Most v km 42,794
Popis : OP1-ZS2
Vypracoval : Ing. Petr Šedivý
Datum : 17.01.2022

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-2
Součinitele EN 1992-2 : uživatelské
Článek 3.1.6 : α_{cc} = 0,90

Výpočet zdí

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru
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 :	γ_G =	1,35	[–]	1,00	[–]
Proměnné zatížení :	γ_Q =	1,50	[–]	0,00	[–]
Zatížení vodou :	γ_w =	1,35	[–]		

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

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	ψ_0 =	0,70	[–]
Součinitel časté hodnoty :	ψ_1 =	0,50	[–]
Součinitel kvazistálé hodnoty :	ψ_2 =	0,30	[–]

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 25,00 kN/m^3
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-2.
Beton : C 30/37
Válcová pevnost v tlaku f_{ck} = 30,00 MPa
Pevnost v tahu f_{ctm} = 2,90 MPa

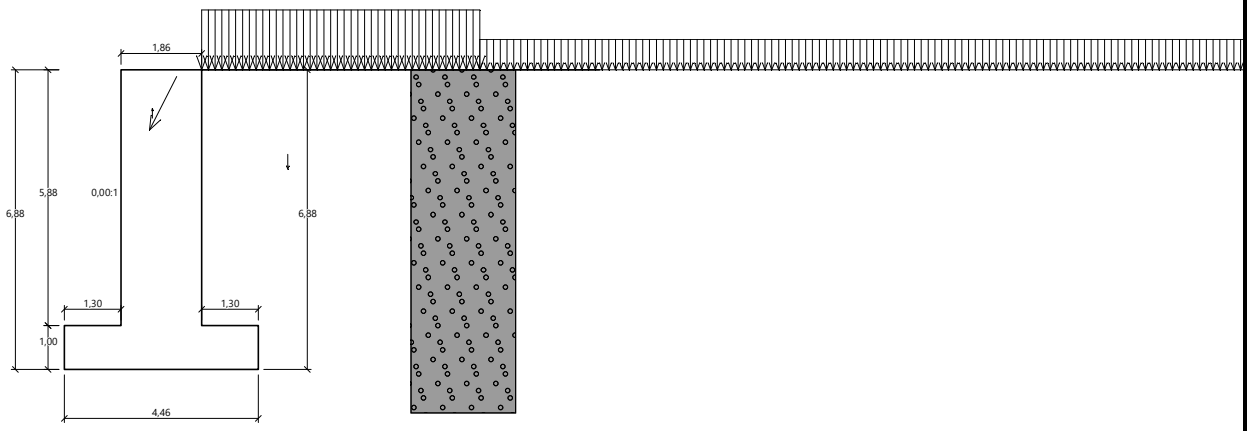
Ocel podélná : B500
Mez kluzu f_{yk} = 500,00 MPa

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,88
3	1,30	5,88
4	1,30	6,88
5	-3,16	6,88
6	-3,16	5,88
7	-1,86	5,88
8	-1,86	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
Plocha řezu zdi = 15,40 m^2.

Název : Geometrie	Fáze - výpočet : 1 - 0



Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m3]	γ_{su} [kN/m3]	δ [°]
1	Zásyp		30,00	0,00	20,00	10,00	15,00

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

Parametry zemin

Zásyp

Objemová tíha : γ = 20,00 kN/m3
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 30,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 0,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina : δ = 15,00 °
Zemina : nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 20,00 kN/m3

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	0,00 .. ∞	Zásyp	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

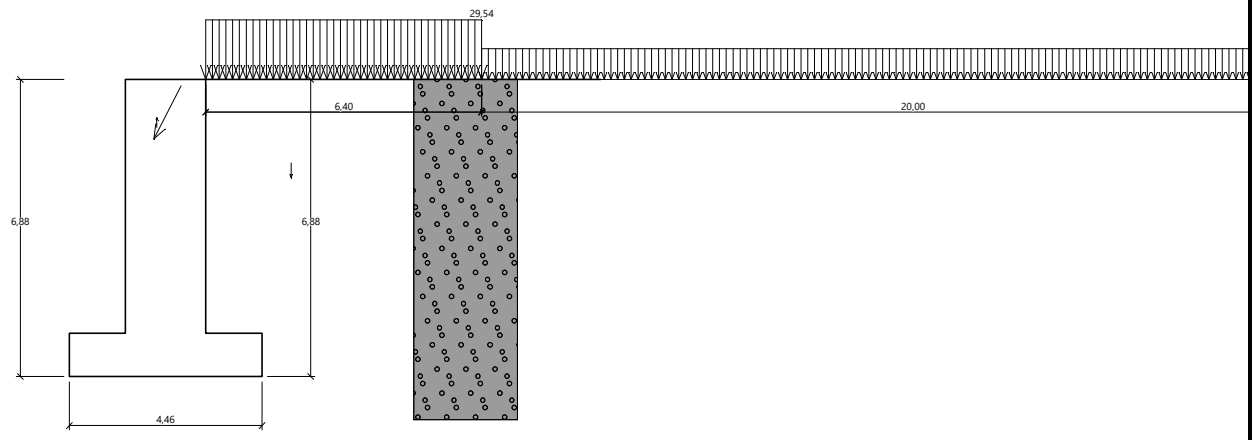
Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přitížení		Působ.	Vel.1	Vel.2	Poř.x	Délka	Hloubka
	nové	změna		[kN/m2]	[kN/m2]	x [m]	l [m]	z [m]
1	Ano		proměnné	29,54		0,00	6,40	na terénu
2	Ano		proměnné	15,12		6,40	20,00	na terénu

Číslo	Název
1	LM71-roznesená břemena
2	LM71-rovnoměrné

Název : Přitížení	Fáze - výpočet : 1 - 0



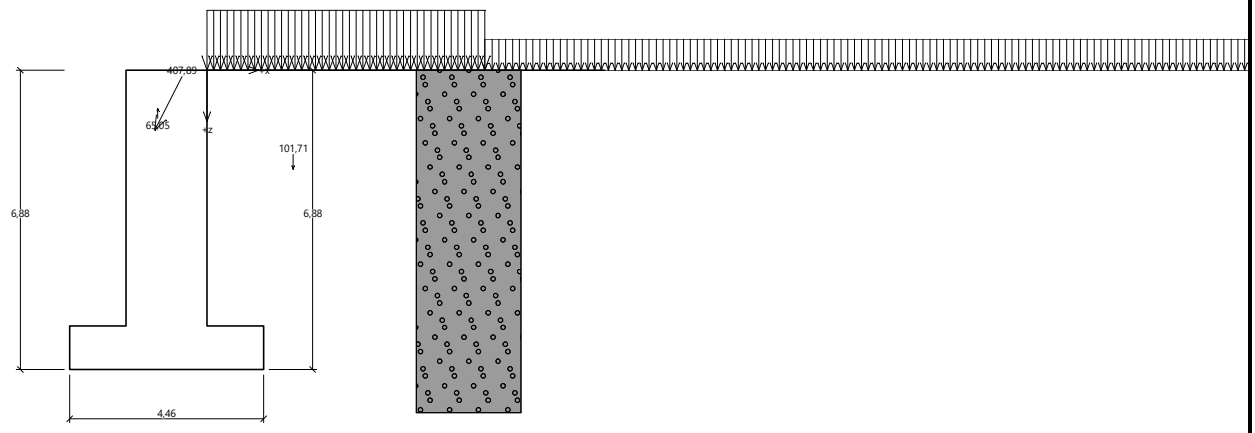
Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

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		Odečet g0	stálé	0,00	-65,05	0,00	-1,13	0,89
2	Ano		Reakce od NK	stálé	-185,19	363,43	0,00	-1,20	1,38
3	Ano		Křídlo	stálé	0,00	101,71	0,00	1,98	2,28

Název : Zadané síly	Fáze - výpočet : 1 - 0



Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá
Zeď se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Posouzení dříku

Posouzení dříku - zadní výztuž

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Koef. moment**	**Koef. norm.sila**	**Koef. pos.sila**
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	273,36	0,93	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	172,80	-1,96	0,00	1,86	1,350	1,000	1,350
LM71-roznesená břemena	70,38	-3,27	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
LM71-rovnoměrné	29,54	-2,18	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
Odečet g0	0,00	-4,99	-65,05	0,73	1,000	1,000	1,000
Reakce od NK	185,19	-4,50	363,43	0,66	1,350	1,350	1,350

Posouzení dříku - zadní výztuž

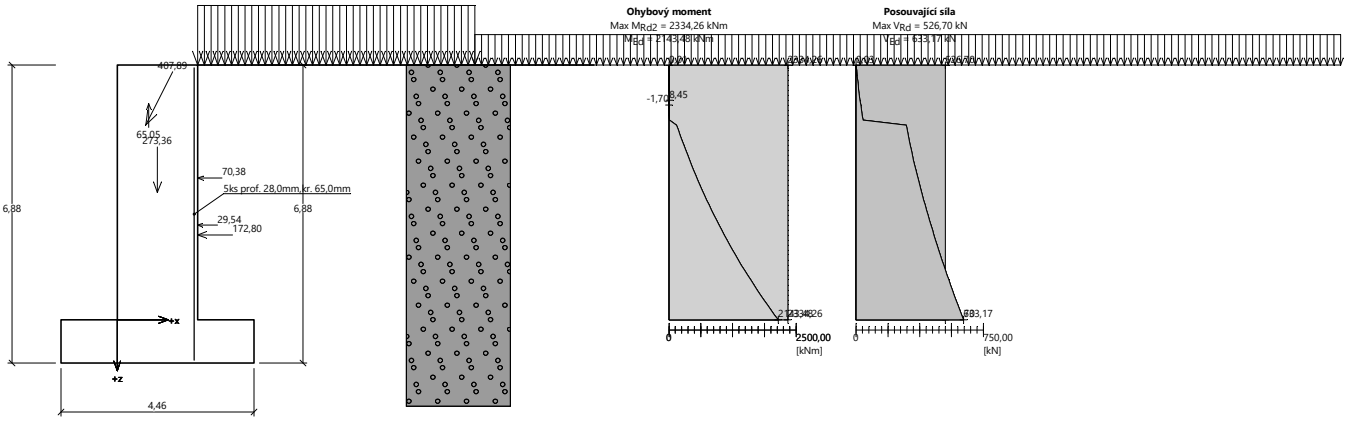
Posouzení zdi v pracovní spáře 5,88 m od koruny zdi
Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 28,0 mm, krytí 65,0 mm

Zadaná plocha výztuže = 3078,8 mm^2
Nutná plocha výztuže = 2822,1 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,86 m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,17	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,09	m	<	1,10	m	=	x_{max}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	2334,26	kNm	>	2143,48	kNm	=	M_{Ed}

Průřez musí být vyztužen kolmými třmínky o ploše nejméně 363,4 mm^2/m nebo ekvivalentními ohyby.
Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 2**



Posouzení výstupku

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Výpočtový koeficient**
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	384,92	2,23	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Odečet g0	0,00	-5,99	-65,05	2,03	1,000
Reakce od NK	185,19	-5,50	363,43	1,96	1,350
Křídlo	0,00	-4,60	101,71	5,14	1,350

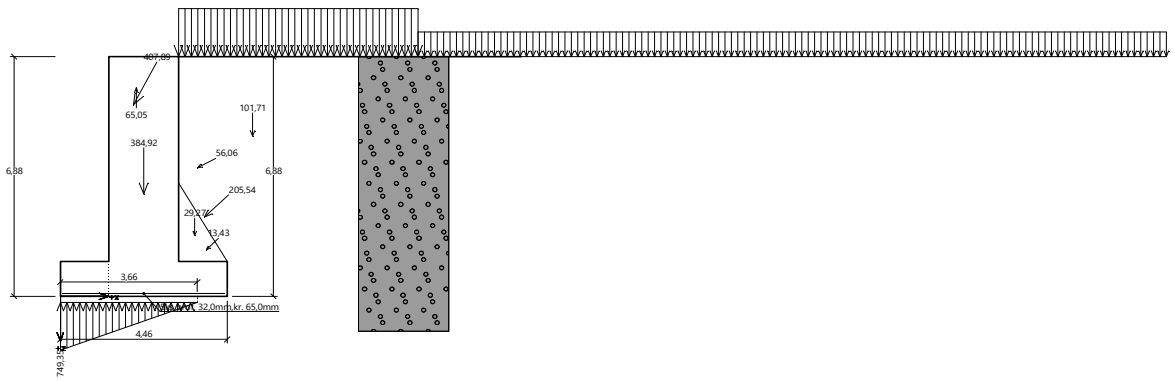
Posouzení výstupku

Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 32,0 mm, krytí 65,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 4021,2 mm^2
Nutná plocha výztuže = 3497,1 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,44	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,12	m	<	0,57	m	=	x_{max}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	1521,84	kNm	>	1333,10	kNm	=	M_{Ed}

Průřez musí být vyztužen kolmými třmínky o ploše nejméně 855,0 mm^2/m nebo ekvivalentními ohyby.
Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 3**



Posouzení paty

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Výpočtový koeficient**
Tíh.- zeď	0,00	-0,50	32,50	3,81	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Kontaktní napětí	0,00	0,00	-25,61	3,33	1,000
Tíhová přít.1	0,00	-6,88	0,15	3,16	1,500

Posouzení paty

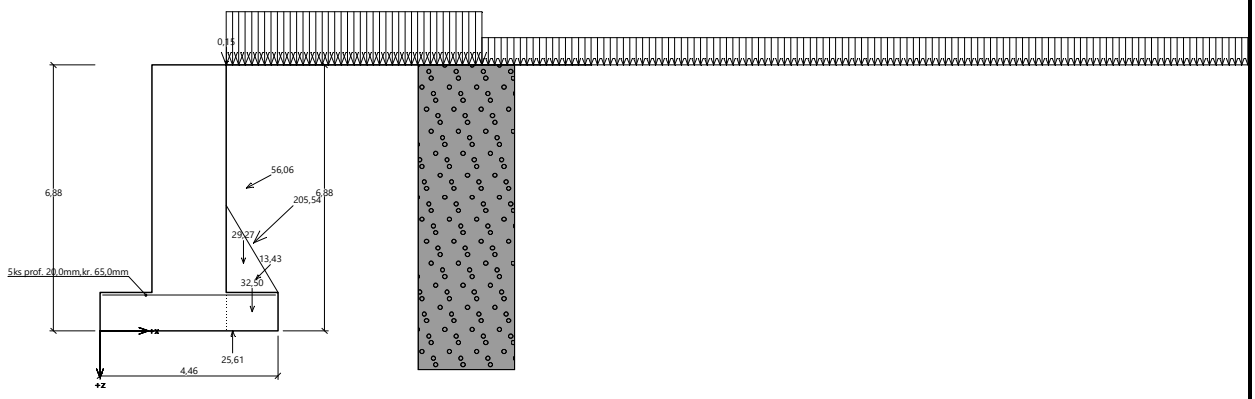
Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 20,0 mm, krytí 65,0 mm

Zadaná plocha výztuže	=	1570,8	mm^2
Nutná plocha výztuže	=	1394,9	mm^2
Šířka průřezu	=	1,00	m
Výška průřezu	=	1,00	m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,17	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,05	m	<	0,57	m	=	x_{max}
Posouvající síla na mezi únosnosti	V_{Rd}	=	314,43	kN	>	307,36	kN	=	V_{Ed}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	618,78	kNm	>	514,39	kNm	=	M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 4**



4.3.3 OPĚRA O02 - ZS1

Vstupní data

Projekt

Akce : Rekonstrukce mostu v km 42,794 trati Havlíčkův Brod - Pardubice
Část : SO 01 Most v km 42,794
Popis : OP2-ZS1
Vypracoval : Ing. Petr Šedivý
Datum : 17.01.2022

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-2
Součinitele EN 1992-2 : uživatelské
Článek 3.1.6 : α_{cc} = 0,90

Výpočet zdí

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru
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 :	γ_G =	1,35	[–]	1,00	[–]
Proměnné zatížení :	γ_Q =	1,50	[–]	0,00	[–]
Zatížení vodou :	γ_w =	1,35	[–]		

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

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	ψ_0 =	0,70	[–]
Součinitel časté hodnoty :	ψ_1 =	0,50	[–]
Součinitel kvazistálé hodnoty :	ψ_2 =	0,30	[–]

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 25,00 kN/m^3
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-2.
Beton : C 30/37
Válcová pevnost v tlaku f_{ck} = 30,00 MPa
Pevnost v tahu f_{ctm} = 2,90 MPa

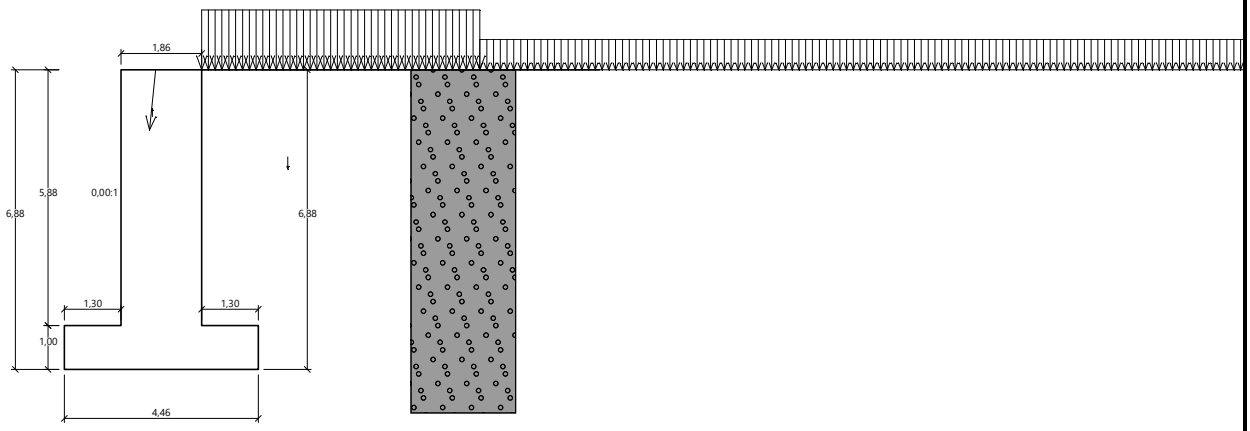
Ocel podélná : B500
Mez kluzu f_{yk} = 500,00 MPa

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,88
3	1,30	5,88
4	1,30	6,88
5	-3,16	6,88
6	-3,16	5,88
7	-1,86	5,88
8	-1,86	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
Plocha řezu zdi = 15,40 m^2.

Název : Geometrie	**Fáze - výpočet : 1 - 0**



Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m3]	γ_{su} [kN/m3]	δ [°]
1	Zásyp		30,00	0,00	20,00	10,00	15,00

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

Parametry zemin

Zásyp

Objemová tíha : γ = 20,00 kN/m3
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 30,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 0,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina : δ = 15,00 °
Zemina : nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 20,00 kN/m3

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	0,00 .. ∞	Zásyp	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

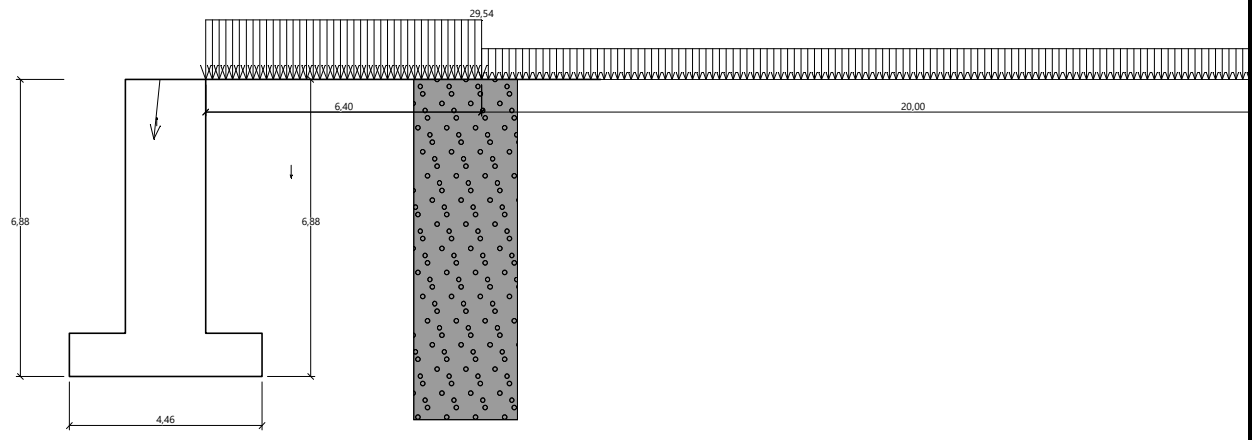
Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přitížení		Působ.	Vel.1	Vel.2	Poř.x	Délka	Hloubka
	nové	změna		[kN/m2]	[kN/m2]	x [m]	l [m]	z [m]
1	Ano		proměnné	29,54		0,00	6,40	na terénu
2	Ano		proměnné	15,12		6,40	20,00	na terénu

Číslo	Název
1	LM71-roznesená břemena
2	LM71-rovnoměrné

Název : Přitížení	Fáze - výpočet : 1 - 0



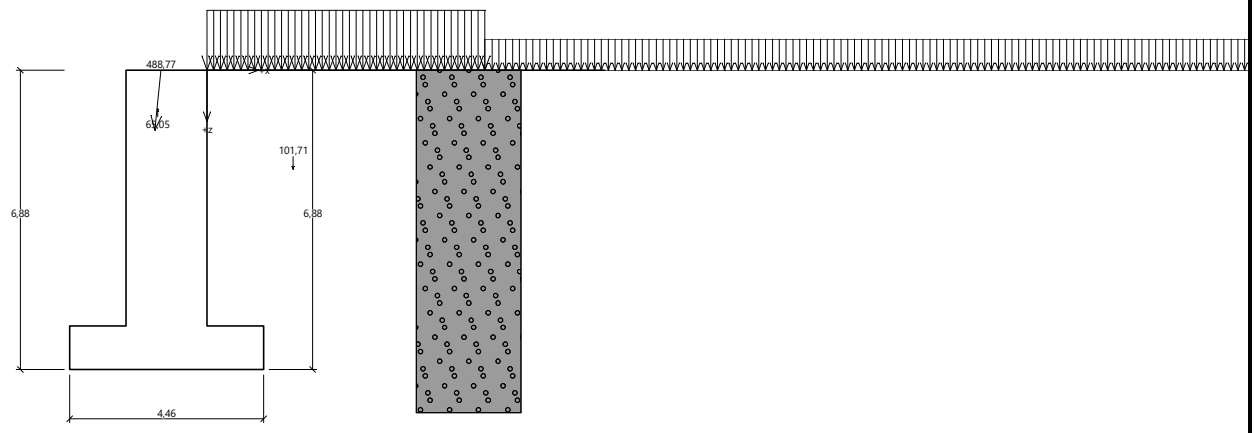
Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

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		Odečet g0	stálé	0,00	-65,05	0,00	-1,13	0,89
2	Ano		Reakce od NK	stálé	-50,93	486,11	0,00	-1,20	1,38
3	Ano		Křídlo	stálé	0,00	101,71	0,00	1,98	2,28

Název : Zadané síly	Fáze - výpočet : 1 - 0



Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá
Zeď se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Posouzení dříku

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působiště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působiště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	273,36	0,93	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	172,80	-1,96	0,00	1,86	1,350	1,000	1,350
LM71-roznesená břemena	70,38	-3,27	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
LM71-rovnoměrné	29,54	-2,18	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
Odečet g0	0,00	-4,99	-65,05	0,73	1,000	1,000	1,000
Reakce od NK	50,93	-4,50	486,11	0,66	1,350	1,350	1,350

Posouzení dříku - zadní výztuž

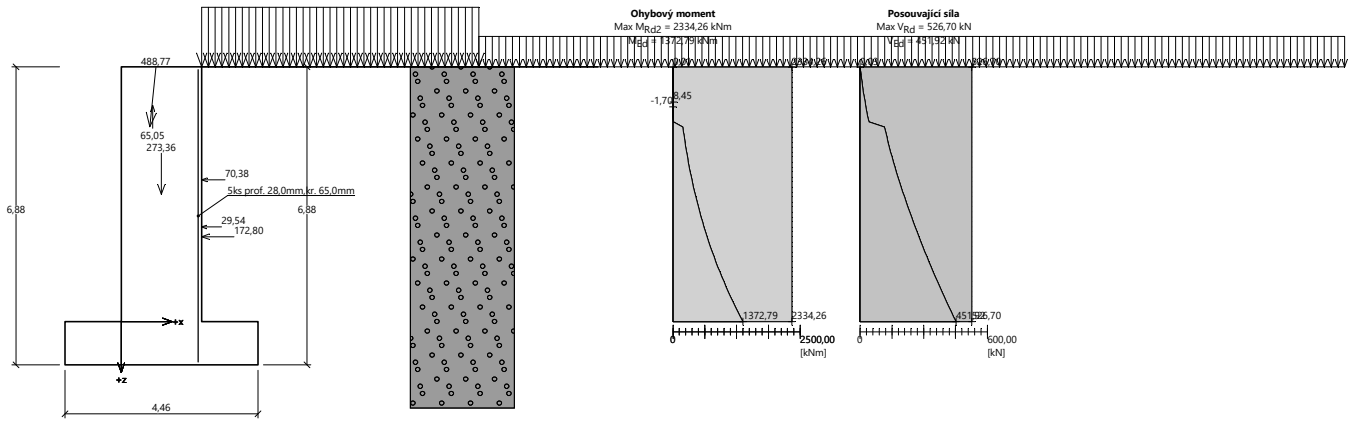
Posouzení zdi v pracovní spáře 5,88 m od koruny zdi
Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 28,0 mm, krytí 65,0 mm

Zadaná plocha výztuže	=	3078,8	mm^2
Nutná plocha výztuže	=	2685,7	mm^2
Šířka průřezu	=	1,00	m
Výška průřezu	=	1,86	m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,17	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,09	m	<	1,10	m	=	x_{max}
Posouvající síla na mezi únosnosti	V_{Rd}	=	526,70	kN	>	451,92	kN	=	V_{Ed}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	2334,26	kNm	>	1372,79	kNm	=	M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 2**



Posouzení výstupku

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Výpočtový koeficient**
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	384,92	2,23	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Odečet g0	0,00	-5,99	-65,05	2,03	1,000
Reakce od NK	50,93	-5,50	486,11	1,96	1,350
Křídlo	0,00	-4,60	101,71	5,14	1,350

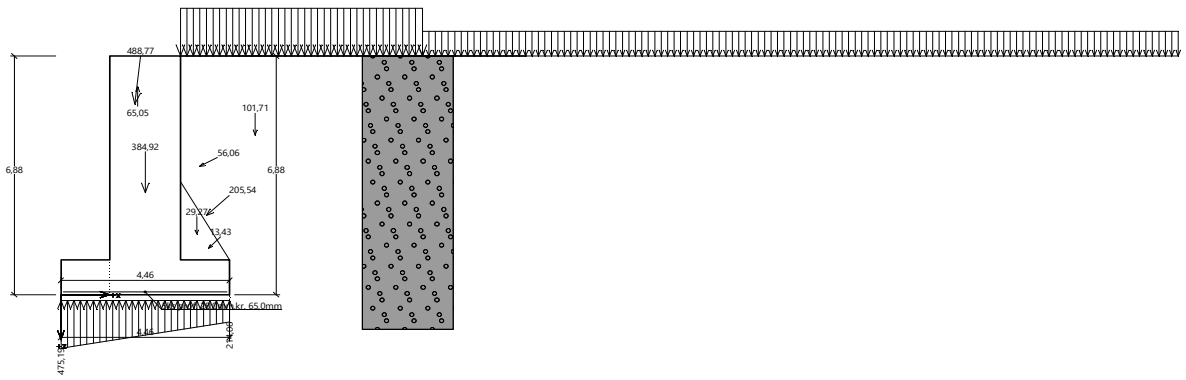
Posouzení výstupku

Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 32,0 mm, krytí 65,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 4021,2 mm^2
Nutná plocha výztuže = 2725,2 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,44	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,12	m	<	0,57	m	=	x_{max}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	1521,84	kNm	>	1049,89	kNm	=	M_{Ed}

Průřez musí být vyztužen kolmými třmínky o ploše nejméně 594,7 mm^2/m nebo ekvivalentními ohyby.
Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 3**



Posouzení paty

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Výpočtový koeficient**
Tíh.- zeď	0,00	-0,50	32,50	3,81	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Kontaktní napětí	0,00	0,00	-327,75	3,78	1,000
Tíhová přít.1	0,00	-6,88	0,15	3,16	1,500

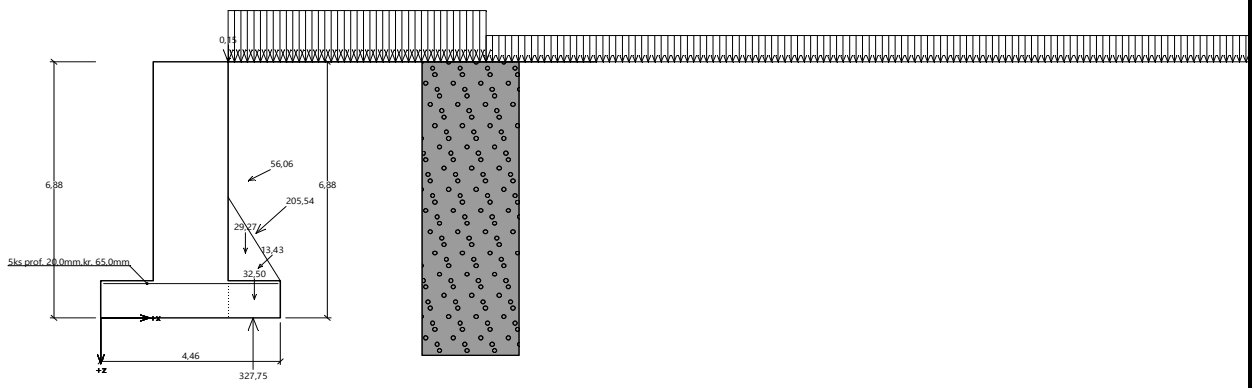
Posouzení paty

Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 20,0 mm, krytí 65,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 1570,8 mm^2
Nutná plocha výztuže = 1394,9 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,17	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,05	m	<	0,57	m	=	x_{max}
Posouvající síla na mezi únosnosti	V_{Rd}	=	314,43	kN	>	5,22	kN	=	V_{Ed}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	618,78	kNm	>	26,92	kNm	=	M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 4**



4.3.4 OPĚRA O02 – ZS2

Vstupní data

Projekt

Akce : Rekonstrukce mostu v km 42,794 trati Havlíčkův Brod - Pardubice
Část : SO 01 Most v km 42,794
Popis : OP2-ZS2
Vypracoval : Ing. Petr Šedivý
Datum : 17. 1. 2022

Nastavení

(zadané pro aktuální úlohu)

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-2
Součinitele EN 1992-2 : uživatelské
Článek 3.1.6 : α_{cc} = 0,90

Výpočet zdí

Výpočet aktivního tlaku : Coulomb (ČSN 730037)
Výpočet pasivního tlaku : Caquot-Kerisel (ČSN 730037)
Výpočet zemětřesení : Mononobe-Okabe
Tvar zemního klínu : počítat šikmý
Výstupek základu : výstupek uvažovat jako šikmou základovou spáru
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 :	γ_G =	1,35	[–]	1,00	[–]
Proměnné zatížení :	γ_Q =	1,50	[–]	0,00	[–]
Zatížení vodou :	γ_w =	1,35	[–]		

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

Kombinační součinitele pro proměnná zatížení			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel kombinační hodnoty :	ψ_0 =	0,70	[–]
Součinitel časté hodnoty :	ψ_1 =	0,50	[–]
Součinitel kvazistálé hodnoty :	ψ_2 =	0,30	[–]

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 25,00 kN/m^3
Výpočet betonových konstrukcí proveden podle normy EN 1992-2.
Beton : C 30/37
Válcová pevnost v tlaku f_{ck} = 30,00 MPa
Pevnost v tahu f_{ctm} = 2,90 MPa

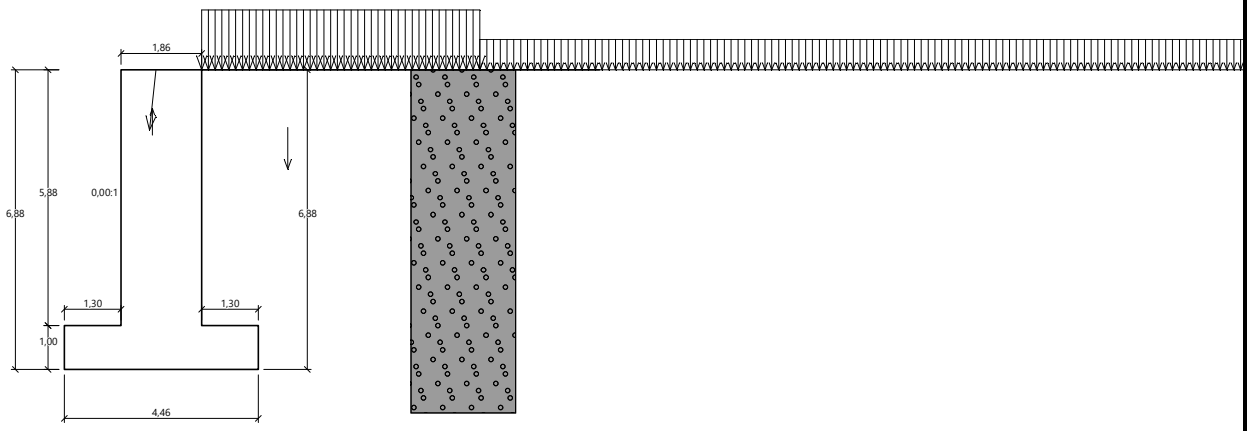
Ocel podélná : B500
Mez kluzu f_{yk} = 500,00 MPa

Geometrie konstrukce

Číslo	Pořadnice X [m]	Hloubka Z [m]
1	0,00	0,00
2	0,00	5,88
3	1,30	5,88
4	1,30	6,88
5	-3,16	6,88
6	-3,16	5,88
7	-1,86	5,88
8	-1,86	0,00

Počátek [0,0] je v nejhořejším pravém bodu zdi.
Plocha řezu zdi = 15,40 m^2.

Název : Geometrie	Fáze - výpočet : 1 - 0



Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m3]	γ_{su} [kN/m3]	δ [°]
1	Zásyp		30,00	0,00	20,00	10,00	15,00

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

Parametry zemin

Zásyp

Objemová tíha : γ = 20,00 kN/m3
Napjatost : efektivní
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 30,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 0,00 kPa
Třecí úhel kce-zemina : δ = 15,00 °
Zemina : nesoudržná
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 20,00 kN/m3

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Mocnost vrstvy t [m]	Hloubka z [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	-	0,00 .. ∞	Zásyp	

Založení

Typ založení : zemina - geologický profil

Tvar terénu

Terén za konstrukcí je rovný.

Vliv vody

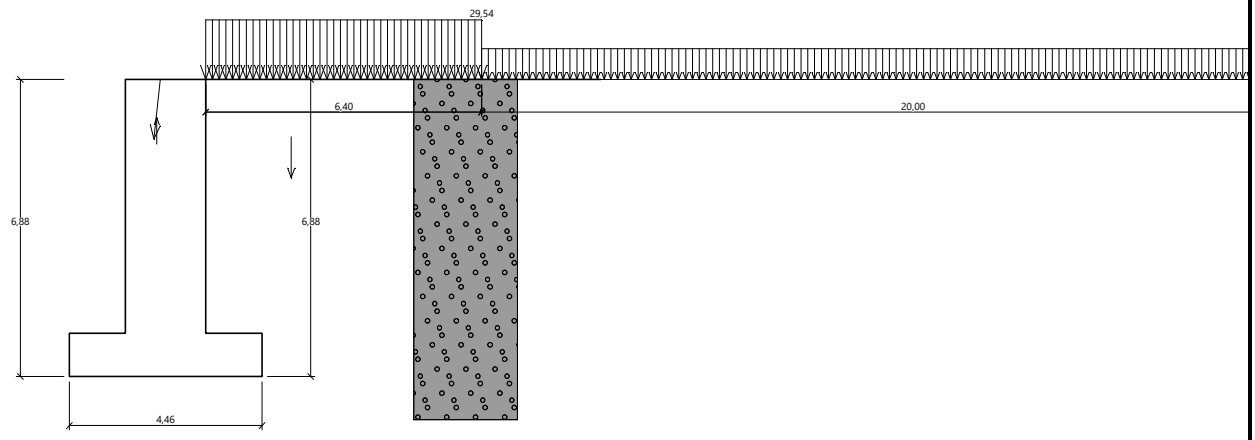
Hladina podzemní vody je pod úrovní konstrukce.

Zadaná plošná přitížení

Číslo	Přitížení		Působ.	Vel.1	Vel.2	Poř.x	Délka	Hloubka
	nové	změna		[kN/m2]	[kN/m2]	x [m]	l [m]	z [m]
1	Ano		proměnné	29,54		0,00	6,40	na terénu
2	Ano		proměnné	15,12		6,40	20,00	na terénu

Číslo	Název
1	LM71-roznesená břemena
2	LM71-rovnoměrné

Název : Přitížení	Fáze - výpočet : 1 - 0



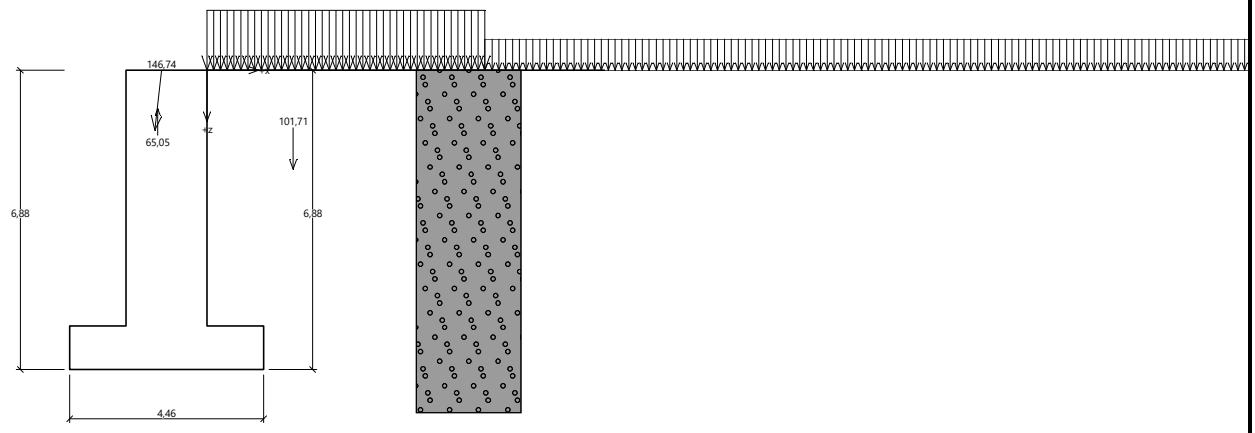
Odpor na líci konstrukce

Odpor na líci konstrukce není uvažován.

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		Odečet g0	stálé	0,00	-65,05	0,00	-1,13	0,89
2	Ano		Reakce od NK	stálé	-16,21	145,84	0,00	-1,20	1,38
3	Ano		Křídlo	stálé	0,00	101,71	0,00	1,98	2,28

Název : Zadané síly	Fáze - výpočet : 1 - 0



Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá
Zeď se může přemístit, je počítána na zatížení aktivním tlakem.

Posouzení dříku

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	F_{hor} [kN/m]	Působiště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působiště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	273,36	0,93	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	172,80	-1,96	0,00	1,86	1,350	1,000	1,350
LM71-roznesená břemena	70,38	-3,27	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
LM71-rovnoměrné	29,54	-2,18	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
Odečet g0	0,00	-4,99	-65,05	0,73	1,000	1,000	1,000
Reakce od NK	16,21	-4,50	145,84	0,66	1,350	1,350	1,350

Posouzení dříku - zadní výztuž

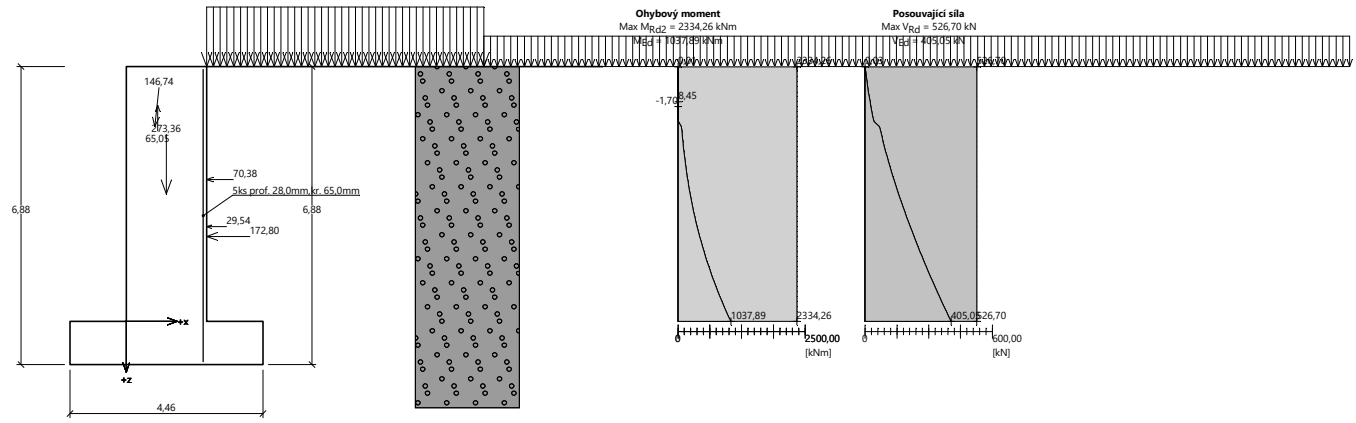
Posouzení zdi v pracovní spáře 5,88 m od koruny zdi
Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 28,0 mm, krytí 65,0 mm

Zadaná plocha výztuže	=	3078,8	mm^2
Nutná plocha výztuže	=	2685,7	mm^2
Šířka průřezu	=	1,00	m
Výška průřezu	=	1,86	m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,17	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,09	m	<	1,10	m	=	x_{max}
Posouvající síla na mezi únosnosti	V_{Rd}	=	526,70	kN	>	405,05	kN	=	V_{Ed}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	2334,26	kNm	>	1037,89	kNm	=	M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 2**



Posouzení výstupku

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Výpočtový koeficient**
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	384,92	2,23	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Odečet g0	0,00	-5,99	-65,05	2,03	1,000
Reakce od NK	16,21	-5,50	145,84	1,96	1,350
Křídlo	0,00	-4,60	101,71	5,14	1,350

Posouzení výstupku

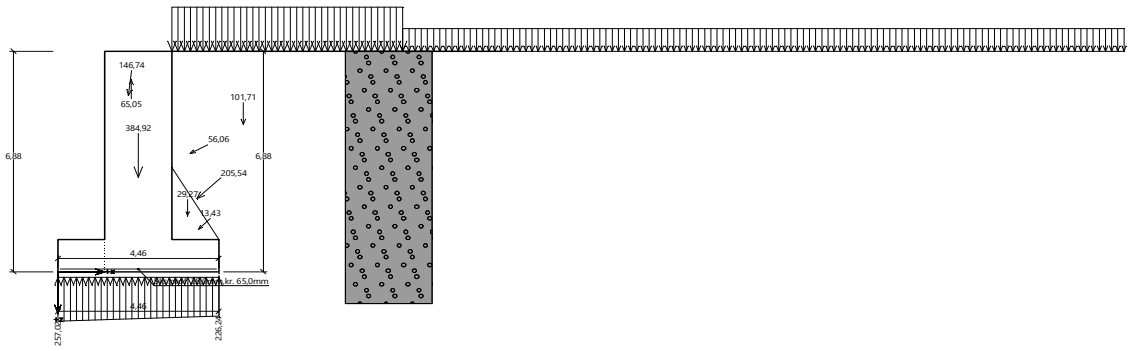
Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 32,0 mm, krytí 65,0 mm

Zadaná plocha výztuže	=	4021,2	mm^2
Nutná plocha výztuže	=	1740,0	mm^2
Šířka průřezu	=	1,00	m
Výška průřezu	=	1,00	m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,44	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,12	m	<	0,57	m	=	x_{max}
Posouvající síla na mezi únosnosti	V_{Rd}	=	381,51	kN	>	295,79	kN	=	V_{Ed}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	1521,84	kNm	>	679,34	kNm	=	M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 3**



Posouzení paty

Spočtené síly působící na konstrukci

Název	**F_{hor} [kN/m]**	**Působiště z [m]**	**F_{vert} [kN/m]**	**Působiště x [m]**	**Výpočtový koeficient**
Tíh.- zeď	0,00	-0,50	32,50	3,81	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Kontaktní napětí	0,00	0,00	-299,94	3,81	1,000
Tíhová přít.1	0,00	-6,88	0,15	3,16	1,500

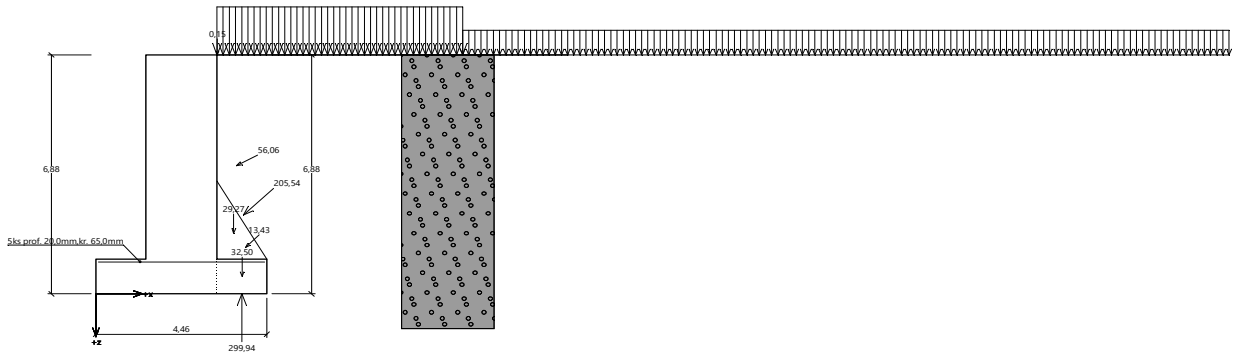
Posouzení paty

Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 20,0 mm, krytí 65,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 1570,8 mm^2
Nutná plocha výztuže = 1394,9 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení	ρ	=	0,17	%	>	0,15	%	=	ρ_{min}
Poloha neutrálné osy	x	=	0,05	m	<	0,57	m	=	x_{max}
Posouvající síla na mezi únosnosti	V_{Rd}	=	314,43	kN	>	33,03	kN	=	V_{Ed}
Moment na mezi únosnosti	M_{Rd}	=	618,78	kNm	>	62,58	kNm	=	M_{Ed}

Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 4**



4.4 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI

Stanovení zatížitelnosti dříku a základu opěry provedeno iteračně – v programu GEO5 bylo postupně zvyšováno zatížení od modelu zatížení LM71 až do dosažení 100% využití jednotlivých průřezů.

4.4.1 DŘÍK OPĚRY

Rozhoduje opěra O01 – ZS1.

Iteračně stanovený součinitel zvětšení zatížení **c = 1,058**

Spočtené síly působící na konstrukci pro α = 1,21

Název	F_{hor} [kN/m]	Působiště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působiště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	273,36	0,93	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	172,80	-1,96	0,00	1,86	1,350	1,000	1,350
LM71-roznesená břemena	70,38	-3,27	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
LM71-rovnoměrné	29,54	-2,18	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
Odečet g0	0,00	-4,99	-65,05	0,73	1,000	1,000	1,000
Reakce od NK	192,13	-4,50	486,11	0,66	1,350	1,350	1,350

Spočtené síly působící na konstrukci pro Z_{LM71} = c*α = 1,21*1,058 = 1,280

Název	F_{hor} [kN/m]	Působiště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působiště x [m]	Koef. moment	Koef. norm.sila	Koef. pos.sila
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	273,36	0,93	1,000	1,350	1,000
Tlak v klidu	172,80	-1,96	0,00	1,86	1,350	1,000	1,350
LM71-roznesená břemena	74,46	-3,27	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
LM71-rovnoměrné	31,26	-2,18	0,00	1,86	1,500	0,000	1,500
Odečet g0	0,00	-4,99	-65,05	0,73	1,000	1,000	1,000
Reakce od NK	203,27	-4,50	514,30	0,66	1,350	1,350	1,350

Posouzení dříku - zadní výztuž

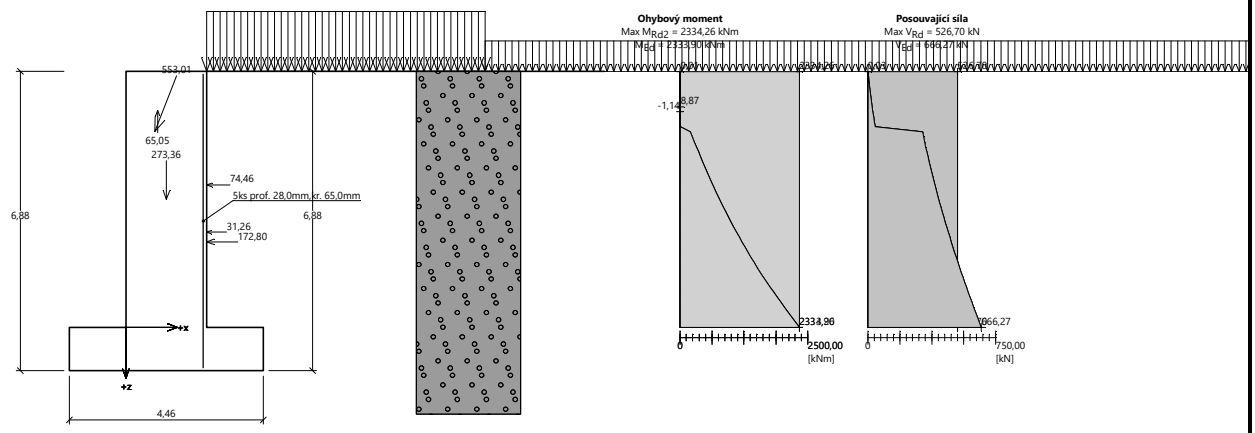
Posouzení zdi v pracovní spáře 5,88 m od koruny zdi
Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 28,0 mm, krytí 65,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 3078,8 mm^2
Nutná plocha výztuže = 3078,3 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,86 m

Stupeň vyztužení ρ = 0,17 % > 0,15 % = ρ_{min}
Poloha neutrálné osy x = 0,09 m < 1,10 m = x_{max}
Moment na mezi únosnosti M_{Rd} = 2334,26 kNm > 2333,90 kNm = M_{Ed}

Využití průřezu 2333,90/2334,26 = **1,000**

Průřez musí být vyztužen kolmými třmínky o ploše nejméně 382,4 mm^2/m nebo ekvivalentními ohyby.
Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	Fáze - výpočet : 1 - 2



Stanovená zatížitelnost dříku opěry **Z_{LM71} = 1,280**

4.4.2 ZÁKLAD OPĚRY

Rozhoduje opěra O01 – ZS1 – posouzení základového výstupku.

Iteračně stanovený součinitel zvětšení zatížení **c = 1,055**

Spočtené síly působící na konstrukci pro α = 1,21

Název	F_{hor} [kN/m]	Působiště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působiště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	384,92	2,23	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	49,06	-3,69	27,14	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,33	-1,34	9,66	3,91	1,500
Odečet g0	0,00	-5,99	-65,05	2,03	1,000
Reakce od NK	192,13	-5,50	486,11	1,96	1,350
Křídlo	0,00	-4,60	101,71	5,14	1,350

Spočtené síly působící na konstrukci pro Z_{LM71} = c*α = 1,21*1,055 = 1,277

Název	F_{hor} [kN/m]	Působiště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působiště x [m]	Výpočtový koeficient
Tíh.- zeď	0,00	-2,94	384,92	2,23	1,350
Tíh.- zemní klín	0,00	-1,75	29,27	3,59	1,350

Název	F_{hor} [kN/m]	Působiště z [m]	F_{vert} [kN/m]	Působiště x [m]	Výpočtový koeficient
Aktivní tlak	146,84	-2,28	143,83	3,85	1,350
LM71-roznesená břemena	51,75	-3,69	28,63	3,67	1,500
LM71-rovnoměrné	9,84	-1,34	10,19	3,91	1,500
Odečet g0	0,00	-5,99	-65,05	2,03	1,000
Reakce od NK	202,70	-5,50	512,85	1,96	1,350
Křídlo	0,00	-4,60	101,71	5,14	1,350

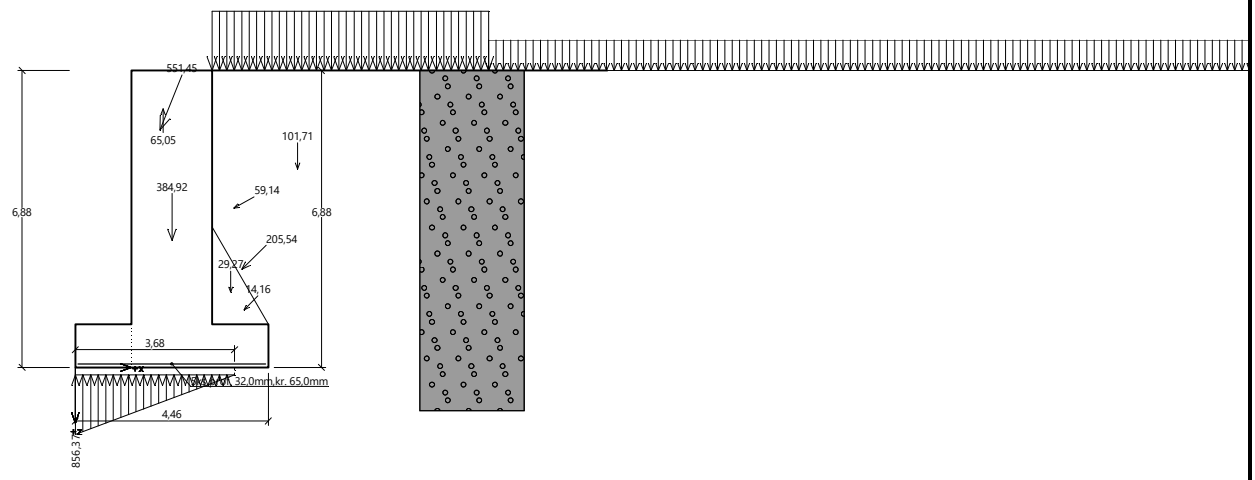
Posouzení výstupku

Vyztužení a rozměry průřezu
5 ks profil 32,0 mm, krytí 65,0 mm
Zadaná plocha výztuže = 4021,2 mm^2
Nutná plocha výztuže = 4018,2 mm^2
Šířka průřezu = 1,00 m
Výška průřezu = 1,00 m

Stupeň vyztužení ρ = 0,44 % > 0,15 % = ρ_{min}
Poloha neutrálné osy x = 0,12 m < 0,57 m = x_{max}
Moment na mezi únosnosti M_{Rd} = 1521,84 kNm > 1520,75 kNm = M_{Ed}
Využití průřezu 1520,75/1521,84 = **0,999**

Průřez musí být vyztužen kolmými třmínky o ploše nejméně 983,5 mm^2/m nebo ekvivalentními ohyby.
Průřez VYHOVUJE.

Název : Dimenzování	**Fáze - výpočet : 1 - 3**



Stanovená zatížitelnost základu opěry **Z_{LM71} = 1,277**

5 ÚLOŽNÝ PRÁH

5.1 PŘEDPOKLADY PRO NÁVRH A POSOUZENÍ

Byla navržena podélná výztuž úložného prahu metodou příhradové analogie (SaT) podle ČSN EN 1992 a posouzena podložisková oblast na soustředěné namáhání.

5.2 ZATÍŽENÍ

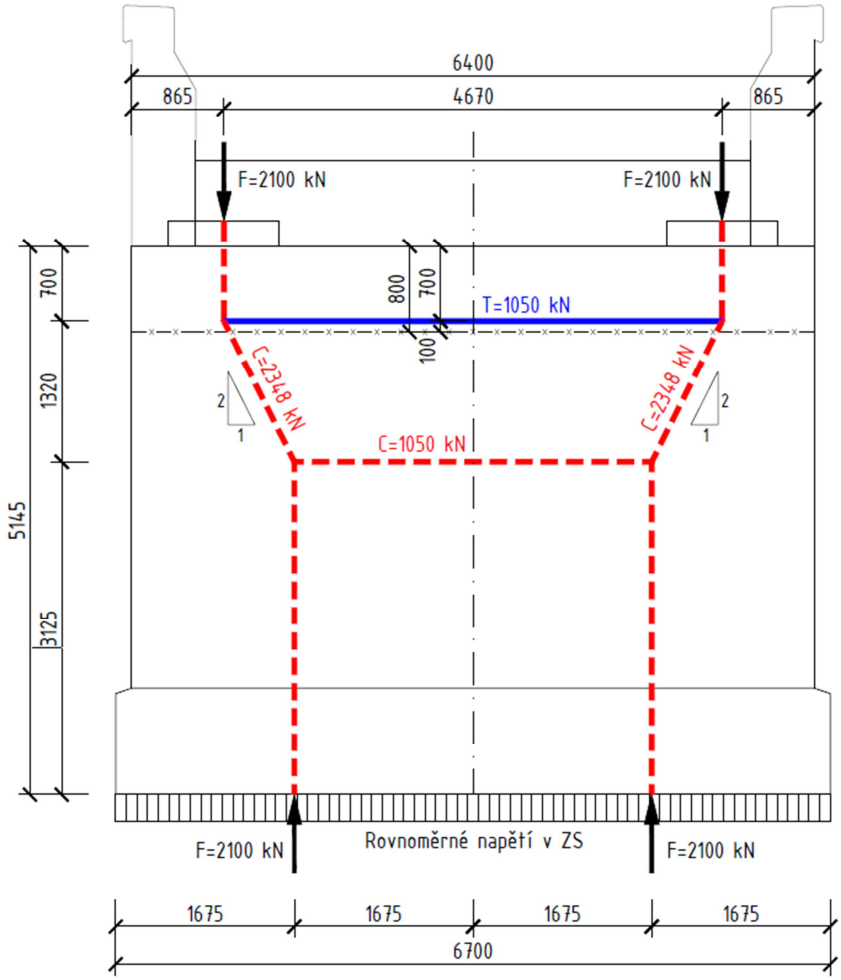
Úložný práh je zatížený reakcemi od nosné konstrukce mostu. Reakce na ložiska byly převzaty ze Statického výpočtu NK mostu.

Reakce od NK pro výpočet úložného prahu:

- návrhová kombinace – ZS1 $F_{Ed,MSÚ}$ = 2100 kN $H_{Ed,\ MSÚ}$ = 830 kN
- návrhová kombinace – ZS2 $F_{Ed,MSÚ}$ = 1570 kN $H_{Ed,\ MSÚ}$ = 800 kN
- charakteristická kombinace $F_{Ed,CHAR}$ = 1550 kN $H_{Ed,CHAR}$ = 600 kN

5.3 PODÉLNÁ VÝZTUŽ ÚLOŽNÉHO PRAHU

5.3.1 NÁVRH VÝZTUŽE



obr. 1 Určení síly ve výztuži metodou příhradové analogie (SaT)

Posouzení navržené výztuže

- maximální napětí ve výztuži uvažováno s ohledem na omezení trhlin hodnotou σ_d = 300 MPa
- minimální plocha výztuže $A_{st,min} = T/\sigma_d$ = 1000*1050/300 = 3500 mm^2
- navržená výztuž – 12xØ20 mm **A_{st} = 12*314 = 3770 mm^2 ≥ $A_{st,min}$= 3500 mm^2**

5.4 POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH ZÁSAD

Prvek		Úl. práh	Popis
Průřez			
b_t	mm	1865	průměrná šířka tahové oblasti průřezu
h	mm	800	výška průřezu
Materiály a součinitele			
beton		**C30/37**	třída betonu
f_{ck}	MPa	30	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	MPa	2.9	průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{yk}	MPa	500	mez kluzu betonářské výztuže
Nosná výztuž			
$Ø_{s,t}$	mm	**20**	průměr prutů tahové betonářské výztuže
$n_{s,t}$	ks	**12**	počet prutů tahové betonářské výztuže
$A_{s,t}$	mm^2	3770	plocha tahové betonářské výztuže
d_1	mm	80	vzdálenost těžiště tahové betonářské výztuže k taženým vláknům
d	mm	720	vzdálenost teziště tahové betonářské výztuže k tlačeným vláknům
Minimální plocha nosné výztuže dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.1.1			
$A_{s,t}$	mm^2	3770	plocha tahové výztuže
$A_{s,t,min}$	mm^2	2025	miniální plocha tahové výztuže
$A_{s,t,min} \leq A_{s,t}$		**OK**	posouzení

Požadavky na konstrukční zásady dle ČSN EN 1990, kap. 9 jsou splněny.

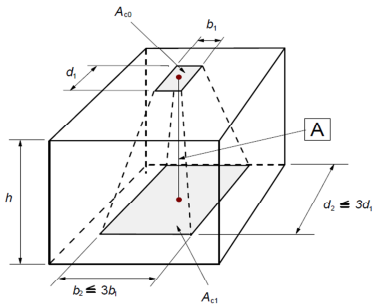
5.5 PODLOŽISKOVÁ OBLAST

5.5.1 POSOUZENÍ BETONU

- dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 6.7

$$F_{Rdu} = A_{c0} \cdot f_{cd} \cdot \sqrt{A_{c1} / A_{c0}} \leq 3{,}0 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}$$

beton		**C30/37**	třída betonu
f'_{ck}	MPa	30	charakteristická pevnost betonu v tlaku
γ_c		1.5	součinitel materiálu pro beton
α_{cc}	-	0.90	dílčí součinitel bezpečnosti
f_{cd}	MPa	18.0	návrhová pevnost betonu v tlaku
$Ø_{c0}$	m	0.250	průměr zatížené plochy (odhadovaný průměr ložiska)
$Ø_{c1}$	m	0.750	průměr roznášecí plochy
A_{c0}	m^2	0.0491	zatížená plocha
A_{c1}	m^2	0.4418	roznášecí plocha
min($\sqrt{A_{c1}/A_{c0}}$;3)		3.000	součinitel pevnosti betonu v soustř. tlaku
F_{Ed}	kN	**2100**	soustředěná síla od zatížení
F_{Rdu}	kN	**2651**	soustředěná síla na mezi únosnosti
$F_{Ed} \leq F_{Rdu}$		**OK**	posouzení
F_{Ed} / F_{Rdu}		**0.792**	využití průřezu



Obrázek 1– Návrhové roznášení pro místně zatížené plochy

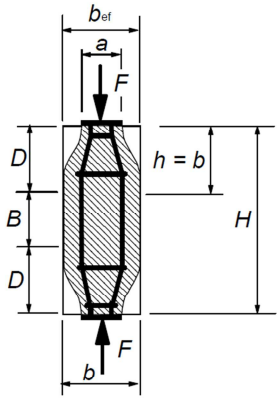
A - osa zatížení
$h \geq (b_2 - b_1)$ a $h \geq (d_2 - d_1)$

5.5.2 NÁVRH VÝZTUŽE V ROZNÁŠECÍ OBLASTI

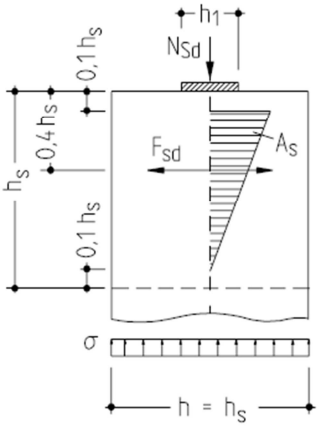
Postup podle ČSN EN 1992

- dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 6.5.3

$$T = \frac{1}{4}\frac{b-a}{b}F$$



$b_{ef} = b$



$$F_{sd} = \frac{N_{Sd}}{4} \cdot \left(1 - \frac{h_1}{h_s}\right)$$

$F_{sd,R}$: konstruktiv

F_{Ed}	kN	**2100**	**1570**	svislá síla
H_{Ed}	kN	**830**	**800**	vodorovná síla
výztuž		**B500B**	**B500B**	třída výztuže
f_{yk}	MPa	500	500	mez kluzu betonářské výztuže
γ_s	-	1.15	1.15	součinitel materiálu pro výztuž
f_{yd}	MPa	435	435	návrhová hodnota napětí v betonářské výztuži
a	m	0.250	0.250	zatížená délka (odhadovaný průměr ložiska)
b	m	1.870	1.870	roznášecí délka
T	kN	455	340	síla v příčné výtuži
$A_{s,T}$	mm^2	**1046**	**782**	plocha výztuže v roznášecí oblasti
$A_{s,H}$	mm^2	**1909**	**1840**	plocha výztuže pod ložiskem
A_s	mm^2	**2955**	**2622**	celková plocha výztuže v roznášecí oblasti

Postup podle původní ČSN 73 6206

Zatížení		**Char**
Svislá reakce max.	Rz (kN)	**1550**
Vodorovná reakce	Rx (kN)	**600**
zatížená šířka (odhad)	c (mm)	250
výška úložného prahu	v (mm)	800
šířka úložného prahu	b (mm)	1865
třída betonu		**C 30/37**
značka výztuže		**10 505 R**
dovolené ocel v tahu	$s_{a\ dov}$ (MPa)	280.0
poměr c/b	c/b	0.134
koeficiet příčných tahů	Bs	0.433
koeficiet tření v ložisku	v	0.00
Nutná výzt. v horním pruhu	F_{an}^{h} (mm^2)	**2143**
výška horního pruhu 0,2*v	h^h (mm)	160
Nutná výzt. ve středním pruhu	F_{an}^{s} (mm^2)	**1438**
výška středního pruhu 0,4*v	h^s (mm)	320
Nutná výzt. v dolním pruhu	F_{an}^{d} (mm^2)	**959**
výška dolního pruhu 0,4*v	h^d (mm)	320

Navržená výztuže v roznášecí oblasti

- horní pruh – 11xØ16 mm **A_{st} = 11*201 = 2211 mm^2 ≥ $A_{st,min}$= 2143 mm^2**
- střední pruh – 11xØ16 mm **A_{st} = 11*201 = 2211 mm^2 ≥ $A_{st,min}$= 1438 mm^2**
- dolní pruh – 11xØ16 mm **A_{st} = 11*201 = 2211 mm^2 ≥ $A_{st,min}$= 959 mm^2**

5.6 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI

Výpočet zatížitelnosti z využití navržené výztuže pro jednotlivé posudky (zjednodušený postup na stranu bezpečnou):

- podélná výztuž úložného prahu 3500/3770 = 0,928 => **Z_{LM71}** = 1/0,928*1,21 = **1,303**
- výztuž v roznášecí oblasti pod ložisky 2143/2211 = 0,969 => **Z_{LM71}** = 1/0,969*1,21 = **1,248**

6 ZÁVĚRNÁ ZÍDKA

6.1 PŘEDPOKLADY PRO NÁVRH A POSOUZENÍ

Statické schéma závěrné zídky je konzola vetknutá do úložného prahu.

- výška závěrné zídky h_{zz} = 0,800 m
- výška nadnásypu h_{zem} = 0,940

Závěrná zídka byla posouzena na namáhání ohybovým momentem a na namáhání smykem, vše podle ČSN EN 1992.

6.2 ZATÍŽENÍ

Závěrná zídka je zatížena stálým zemním tlakem a zvětšením zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou. Pro výpočet závěrné zídky byl uvažován zemní tlak v klidu.

Stálý zemní tlak

- uvažován stálý zemní tlak v klidu

γ =	20.0	kN/m^3
φ_{ef} =	30.0	°
c_{ef} =	0.0	kPa
δ =	0.0	°

nesoudržná

	Klidový	
K =	0.50	
b =	1.000	m
h_1 =	0.940	m
h_2 =	1.740	m
Δh =	0.800	m
σ_1 =	9.40	kN/m^2
σ_2 =	17.40	kN/m^2
f_1 =	**9.40**	kN/m
f_2 =	**17.40**	kN/m
F_h =	**10.72**	kN

excentricita zatížení vzhledem k vetknutí (těžiště lichoběžníku):

e = 0,800/3*(17,40+2*9,40)/(17,40+9,40) = 0,3602 m

Zvětšení zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou

- uvažován klidový zemní tlak od LM71

Q_{Vk} =	250	kN	- tíha nápravy
n_Q =	4		- počet náprav
L_Q =	6.400	m	- délka, na kterou se zatížení od náprav roznáší
b_{roznos} =	3.000	m	- roznášecí šířka
α =	1.21		

rozpočet zatížení	celkem	roznos
	[kN/m]	[kN/m^2]
q_{LM71}	156.25	52.08
α^*q_{LM71}	189.06	**63.02**

K =	0.500	
b =	1.000	m
σ_x =	31.51	kN/m^2
f_x =	**31.51**	kN/m

excentricita zatížení vzhledem k vetknutí (těžiště lichoběžníku):

e = 0,800/2 = 0,400 m

6.3 VNITŘNÍ SÍLY

Stálý zemní tlak

- posouvající síla V = 10,72 kN/m
- ohybový moment M = 10,72*0,3602 = 3,86 kNm/m

Zvětšení zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou

- posouvající síla V = 0,800*31,51 = 25,21 kN/m
- ohybový moment M = 25,21*0,400 = 10,08 kNm/m

Návrhová kombinace

- posouvající síla **V =** 1,35*10,72+1,5*25,21 = **52,29 kN/m**
- ohybový moment **M =** 1,35*3,86+1,5*10,08 = **20,33 kNm/m**

Charakteristická kombinace

- ohybový moment **M =** 3,86+10,08 = **13,94 kNm/m**

Kvazistálá kombinace

- ohybový moment **M = 3,86 kNm/m**

6.4 PODÉLNÁ VÝZTUŽ ZÁVĚRNÝCH ZÍDEK

6.4.1 NAVRŽENÁ VÝZTUŽ

Řez			závěrná zídka
Průřez	beton	[-]	C30/37
	b	[mm]	1000
	h	[mm]	400
	c	[mm]	65
	d_1	[mm]	73
	d	[mm]	327
Výztuž	Ø	[mm]	16
	s	[mm]	200
	n	[ks]	5.000
	A_s	[mm^2]	1005

6.4.2 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - NÁVRHOVÁ KOMBINACE

Řez		závěrná zídka	Popis
Zatížení		MSÚ	
Zatížení			
N_{Ed}	kN	0	norm. síla
M_{Ed}	kNm	20.34	oh. moment
Geometrie			
b_w	mm	1000	šířka stojiny T-průřezu nebo šířka obdélníka
h	mm	400	výška průřezu
Materiály a součinitele			
beton		C30/37	
$f`_{ck}$	MPa	30	charakteristická pevnost betonu v tlaku
α_{cc}	-	0.90	dílčí součinitel bezpečnosti
f_{yk}	MPa	500	mez kluzu betonářské výztuže
γ_c		1.5	součinitel materiálu pro beton
γ_s		1.15	součinitel materiálu pro výztuž (platí i pro předpínací výztuž)
f_{cd}	MPa	18.0	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{yd}	MPa	435	návrhová hodnota meze kluzu v betonářské výztuži
λ	-	0.8	součinitel účinné výšky
η	-	1.00	součinitel účinné pevnosti
β	-	1.00	0.9 pokud se šířka tlač. oblasti zužuje směrem k tlačeným vláknům
ε_{cu3}	-	3.50	
Předpínací a betonářská výztuž			
A_s	mm^2	1005	plocha betonářské výztuže A_s
d_s	mm	327	vzdálenost betonářské výztuže k tlačeným vláknům
Ohybová únosnost			
x	mm	30	výška tlačené oblasti
ε_s	‰	34.2	
kontrola ε_s		OK	kontrola přetvoření v betonářské výztuži
M_{Rd}	kNm	138	návrhový moment únosnosti
$M_{Ed} \leq M_{Rd}$		OK	posouzení
M_E/M_{Rd}		0.148	využití průřezu

Tvar průřezu a navržená výztuž vyhoví při posouzení mezního stavu únosnosti při návrhové kombinaci.

6.4.3 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI - OMEZENÍ NAPĚTÍ - CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE

Řez		**závěrná zídka**	**Popis**
Zatížení		**Char**	
Zatížení			
M_{Ed}	kNm	**13.94**	ohybový moment od zatížení
Geometrie			
b	mm	1000	šířka tlačené oblasti průřezu
h	mm	400	výška průřezu
W_h	m^3	0.0267	model průřezu k horním vláknům
W_d	m^3	0.0267	model průřezu k dolním vláknům
Materiály a součinitele			
Beton		**C30/37**	třída betonu
Výztuž		**B500B**	třída výztuže
f_{ck}	MPa	30.0	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	MPa	2.9	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{yk}	MPa	500.0	mez kluzu betonářské výztuže
E_{cm}	GPa	33.0	střední hodnota sečnového modulu pružnosti v 28 dnech
$E_{c,eff}$	GPa	13.3	hodnota sečnového modulu použitá pro výpočet pracovního součinitele
E_s	GPa	200.0	modulu pružnosti betonářské výztuže
α_e	-	15.0	pracovní součinitel
Napětí v průřezu bez trhliny			
σ_h	MPa	**-0.523**	napětí v horních vláknech průřezu
σ_d	MPa	**0.523**	napětí v dolních vláknech průřezu
f_{ctm}	MPa	2.9	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
$\max(\sigma_h,\sigma_d) \geq f_{ctm}$		**NE**	vzniknou v průřezu trhliny?
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části			
$d'_{s,t}$	mm	73	vzdálenost těžiště tažené betonářské výztuže k taženým vláknům
$d_{s,t}$	mm	327	vzdálenost težiště tažené betonářské výztuže k tlačeným vláknům
A_s	mm^2	1005	plocha tažené betonářské výztuže
$d'_{s,c}$	mm	0	vzdálenost tlačené betonářské výztuže k tlačeným vláknům
$A_{s,c}$	mm^2	0	plocha tlačené betonářské výztuže
x	mm	85.4	výška tlačené oblasti
I_i	mm	1.1E+09	moment setrvačnosti ideálního průřezu
$\sigma_{c,c}$	MPa	**1.1**	maximální tlakové napětí v betonu
$\sigma_{s,t}$	MPa	**46**	maximální tahové napětí v betonářské výztuži
$\sigma_{s,c}$	MPa	**0**	maximální tlakové napětí v betonářské výztuži
$k_1 f_{ck}$	MPa	18	horní mez pro tlakové napětí v betonu
$k_3 f_{yk}$	MPa	400	horní mez pro tahové napětí ve výztuži
$\sigma_{c,c} \leq k_1 f_{ck}; \sigma_{s,t} \leq k_3 f_{yk}$		**OK**	posouzení
max σ/k*f		**0.116**	využití průřezu

Tvar průřezu a navržená výztuž vyhoví při posouzení mezního použitelnosti – omezení napětí při charakteristické kombinaci.

6.4.4 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI - OMEZENÍ TRHLIN - KVAZISTÁLÁ KOMBINACE

Napětí v průřezu s trhlinou

Řez		**závěrná zídka**	**Popis**
Zatížení		**Kvaz**	
Zatížení			
M_{Ed}	kNm	**3.86**	ohybový moment od zatížení
Geometrie			
b	mm	1000	šířka tlačené oblasti průřezu
h	mm	400	výška průřezu
W_h	m^3	0.0267	model průřezu k horním vláknům
W_d	m^3	0.0267	model průřezu k dolním vláknům
Materiály a součinitele			
Beton		**C30/37**	třída betonu
Výztuž		**B500B**	třída výztuže
f_{ck}	MPa	30.0	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	MPa	2.9	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{yk}	MPa	500.0	mez kluzu betonářské výztuže
E_{cm}	GPa	33.0	střední hodnota sečnového modulu pružnosti v 28 dnech
$E_{c,eff}$	GPa	13.3	hodnota sečnového modulu použitá pro výpočet pracovního součinitele
E_s	GPa	200.0	modulu pružnosti betonářské výztuže
α_e	-	15.0	pracovní součinitel
Napětí v průřezu bez trhliny			
σ_h	MPa	**-0.145**	napětí v horních vláknech průřezu
σ_d	MPa	**0.145**	napětí v dolních vláknech průřezu
f_{ctm}	MPa	2.9	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
$\max(\sigma_h,\sigma_d) \geq f_{ctm}$		**NE**	vzniknou v průřezu trhliny?
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části			
$d'_{s,t}$	mm	73	vzdálenost těžiště tažené betonářské výztuže k taženým vláknům
$d_{s,t}$	mm	327	vzdálenost težiště tažené betonářské výztuže k tlačeným vláknům
A_s	mm^2	1005	plocha tažené betonářské výztuže
$d'_{s,c}$	mm	0	vzdálenost tlačené betonářské výztuže k tlačeným vláknům
$A_{s,c}$	mm^2	0	plocha tlačené betonářské výztuže
x	mm	85	výška tlačené oblasti
I_i	mm	1.1E+09	moment setrvačnosti ideálního průřezu
$\sigma_{c,c}$	MPa	**0.3**	maximální tlakové napětí v betonu
$\sigma_{s,t}$	MPa	**12.9**	maximální tahové napětí v betonářské výztuži
$\sigma_{s,c}$	MPa	**0.0**	maximální tlakové napětí v betonářské výztuži

Výpočet šířky trhlin

Řez		závěrná zídka	Popis
Kombinace		Kvaz	
Materiály			
třída betonu		**C30/37**	
E_{cm}	MPa	33000	střední hodnota sečnového modulu pružnosti v 28 dnech
$E_{c,eff}$	MPa	13333	hodnota sečnového modulu použitá pro výpočet pracovního součinitele
$f_{ctm} = f_{ct,eff}$	MPa	2.90	pevnost betonu v tahu v okamžiku vzniku trhlin
třída výztuže		**B500B**	
E_s	MPa	200000	modul pružnosti výztuže
α_e	-	6.06	poměr modůlů pružnosti výztuže a betonu
Betonářská výztuž			
Ø	mm	16	průměr betonářské výztuže
n_s	ks	5.000	počet prutů betonářské výztuže
d'	mm	65	krytí betonářské výztuže
d	mm	327	účinná výška betonářské výztuže
A_s	mm^2	1005	plocha betonářské výztuže
σ_s	MPa	13	napětí v betonářské výztuži
Předpínací výztuž			
A_p`	mm^2	0	plocha předpínací výztuže
Průřezové charakteristiky			
h	mm	400	výška průřezu
x	mm	85.4	výška tlačené oblasti
h-x	mm	315	výška tažené oblasti
$h_{c,eff}$	mm	105	účinná výška taženého betonu
b	mm	1000	průměrná šířka tažené oblasti
$A_{c,eff}$	mm^2	104878	plocha betonu obklopující taženou výztuž
Maximální vzdálenost trhlin			
k_1	-	0.8	0.8 žebírková, 1.6 hladká
k_2	-	0.5	0.5 prostý ohyb, 1.0 prostý tah
k_3	-	1.798	doporučená hodnota z normy
k_4	-	0.425	doporučená hodnota z normy
$\rho_{p,eff}$	-	0.010	účinný stupeň vyztužení tažené oblasti
$s_{r,max}$	mm	401	maximální vzdálenost trhlin
Šířka trhlin			
k_t	-	0.4	0.6 krátkodobá zatížení, 0.4 dlouhodobé zatížení
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$	-	3.86E-05	
w_k	mm	**0.015**	šířka trhliny
$w_{k,max}$	mm	0.200	maximální šířka trhlin
$w_k < w_{k,max}$		**ok**	posouzení
$w_k / w_{k,max}$		**0.077**	využití

Tvar průřezu a navržená výztuž vyhoví při posouzení mezního použitelnosti – omezení trhlin při kvazistálé kombinaci.

6.5 POSOUZENÍ ZÁVĚRNÝCH ZÍDEK NA SMYK

6.5.1 POSOUZENÍ PRŮŘEZU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

Řez		závěrná zídka	Popis
Zatížení		**MSÚ**	
Zatížení			
V_{Ed}	kN	**52.28**	dimenzační posouvající síla
Geometrie			
b_w	m	1.000	šířka (smyk)
h	m	0.400	výška průřezu
d	m	0.327	účinná výška
Materiály a součinitele			
beton		**C30/37**	třída betonu
f_{ck}	MPa	30	charakteristická pevnost betonu v tlaku
γ_c	-	1.5	součinitel materiálu pro beton
α_{cc}	-	0.90	dílčí součinitel bezpečnosti
f_{cd}	MPa	18.0	návrhová pevnost betonu v tlaku
$v = 0,6*(1-f_{ck}/250)$	-	0.528	součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
Smyková únosnost průřezu			
$V_{Ed,V}$	kN	**52**	
$C_{Rd,c}$		0.12	$0.18/\gamma_c$
k		1.78	$1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$
A_{sl}	m^2	1.01E-03	plocha tahové podélné výztuže do vzdálenosti l_{bd} + d
ρ_l		0.003	$A_{sl}/(b_w*d) \leq 0.02$
k_1		0.15	
σ_{cp}	MPa	0	$N_{Ed}/A_c < 0.2*f_{cd}$ (tlak kladně)
v_{min}		0.46	$0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$
$V_{Rd,c,min}$	kN	149	$(v_{min} + k_1*\sigma_{cp})*b_w*d$
$V_{Rd,c}$	kN	**149**	$(C_{Rd,c}*k*(100*\rho_l*f_{ck})^{1/3} + k_1*\sigma_{cp})*b_w*d$
$0,5b_wdvf_{cd}$	kN	**1554**	
$V_{Ed} \leq \min(V_{Rd,c};0,5b_wdvf_{cd})$		**OK**	posouzení smykové únosnosti průřezu
$V_{Ed}/\min(V_{Rd,c};0,5b_wdvf_{cd})$		**0.351**	využití průřezu

Průřezy bez smykové výztuže vyhoví při posouzení na smyk – není třeba navrhovat smykovou výztuž.

6.6 POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH ZÁSAD

Řez		závěrná zídka	Popis
Průřez			
b_t	mm	1000	průměrná šířka tahové oblasti průřezu
h	mm	400	výška průřezu
Materiály a součinitele			
beton		**C30/37**	třída betonu
f_{ck}	MPa	30	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	MPa	2.9	průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{yk}	MPa	500	mez kluzu betonářské výztuže
Nosná výztuž			
$Ø_{s,t}$	mm	16	průměr prutů tahové betonářské výztuže
$n_{s,t}$	ks	5.000	počet prutů tahové betonářské výztuže
$A_{s,t}$	mm^2	1005	plocha tahové betonářské výztuže
d_1	mm	73	vzdálenost těžiště tahové betonářské výztuže k taženým vláknům
d	mm	327	vzdálenost těžiště tahové betonářské výztuže k tlačeným vláknům
$Ø_{s,c}$	mm	16	průměr prutů tlakové betonářské výztuže
$n_{s,c}$	ks	5.000	počet prutů tlakové betonářské výztuže
$A_{s,c}$	mm^2	1005	plocha tlakové betonářské výztuže
d_2	mm	73	vzdálenost těžiště tlakové betonářské výztuže k tlačeným vláknům
Minimální a maximální plocha nosné výztuže dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.1.1			
$A_{s,t}$	mm^2	1005	plocha tahové výztuže
$A_{s,t,min}$	mm^2	493	miniální plocha tahové výztuže
$A_{s,c+t,max}$	mm^2	2011	plocha tahové i tlakové výztuže
$A_{s,c+t,max}$	mm^2	16000	maximální plocha tahové i tlakové výztuže
$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$		**OK**	posouzení

Požadavky na konstrukční zásady dle ČSN EN 1990, kap. 9 jsou splněny.

6.7 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI

6.7.1 OHYB – MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

- M_{Rd} = 137,62 kNm
- M_{Ed} = 20,33 kNm
- $M_{\alpha LM71,Ed}$ = 1,5*10,08 = 15,12 kNm
- α = 1,21
- $M_{LM71,Ed}$ = 15,12/1,21 = 12,50 kNm
- $\Sigma M_{rs,Ed,i}$ = 1,35*3,86 = 5,21 kNm
- $\mathbf{Z_{LM71}}$ = (137,62-5,21)/12,50 = **10,593**

6.7.2 OHYB – MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI – OMEZENÍ NAPĚTÍ

- M_{Rd} = 13,94/0,11616 = 120,01 kNm
- M_{Ed} = 13,94 kNm
- $M_{\alpha LM71,Ed}$ = 10,08 kNm
- α = 1,21
- $M_{LM71,Ed}$ = 10,08/1,21 = 8,33 kNm
- $\Sigma M_{rs,Ed,i}$ = 3,86 kNm
- $\mathbf{Z_{LM71}}$ = (120,01-3,86)/8,33 = **13,944**

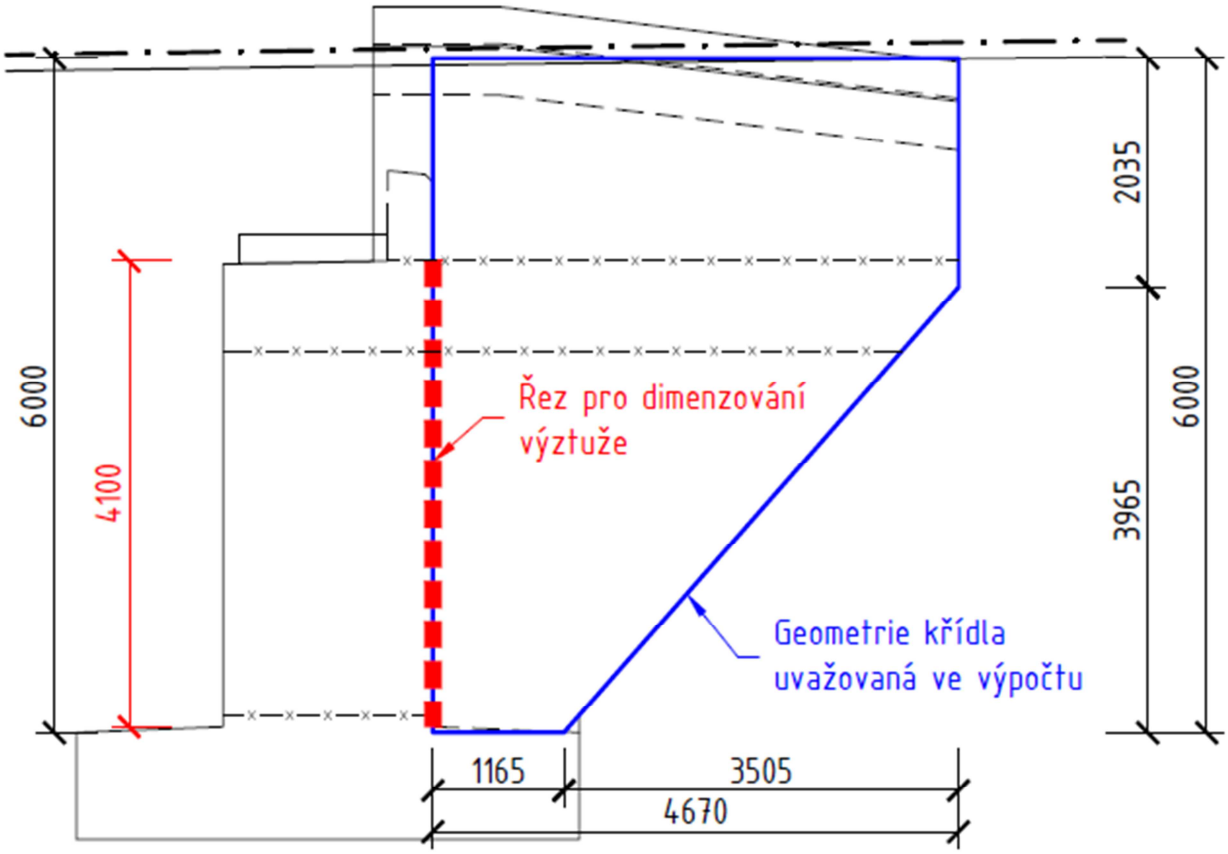
6.7.3 SMYK

- V_{Rd} = 149,13 kN
- V_{Ed} = 52,29 kN
- $V_{\alpha LM71,Ed}$ = 1,5*25,21 = 37,815 kN
- α = 1,21
- $V_{LM71,Ed}$ = 37,815/1,21 = 31,252 kN
- $\Sigma V_{rs,Ed,i}$ = 1,35*10,72 = 14,472 kN
- $\mathbf{Z_{LM71}}$ = (149,13-14,472)/31,252 = **4,309**

7 ZAVĚŠENÁ KŘÍDLA

7.1 PŘEDPOKLADY PRO NÁVRH A POSOUZENÍ

Statické schéma zavěšených křídel je konzola vetknutá do dříku opěry.



obr. 2 Geometrie zavěšených křídel uvažovaná ve výpočtu

Zavěšená křídla byla posouzena na namáhání ohybovým momentem a na namáhání smykem, vše podle ČSN EN 1992.

7.2 ZATÍŽENÍ

Zavěšená křídla jsou zatížena stálým zemním tlakem a zvětšením zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou. Pro výpočet zavěšených křídel byl uvažován aktivní zemní tlak.

Stálý zemní tlak

- uvažován stálý zemní tlak aktivní

γ =	20.0	kN/m^3
φ_{ef} =	30.0	°
c_{ef} =	0.0	kPa
δ =	0.0	°

nesoudržná

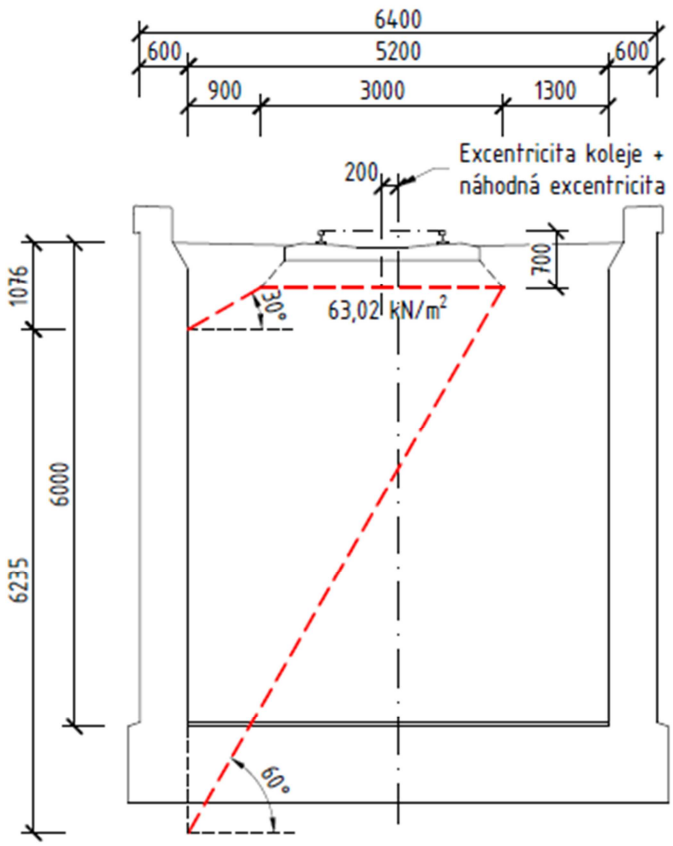
K =	0.333	
b =	1.000	m
h_1 =	0.00	m
h_2 =	6.00	m
Δh =	6.00	m
σ_1 =	0.00	kN/m^2
σ_2 =	40.00	kN/m^2
f_1 =	**0.00**	kN/m
f_2 =	**40.00**	kN/m

Zvětšení zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou

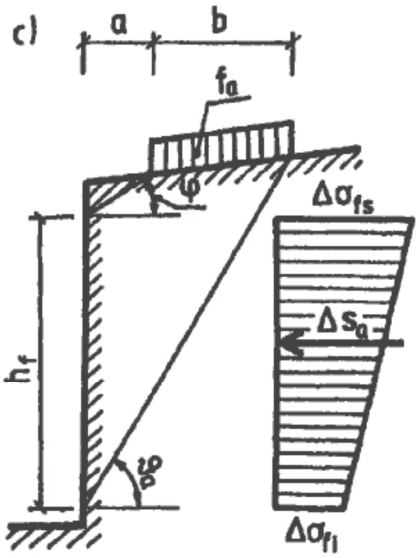
- uvažován aktivní zemní tlak od LM71

Q_{Vk} =	250	kN	- tíha nápravy
n_Q =	4		- počet náprav
L_Q =	6.400	m	- délka, na kterou se zatížení od náprav roznáší
b_{roznos} =	3.000	m	- roznášecí šířka
α =	1.21		

rozpočet zatížení	celkem [kN/m]	roznos [kN/m^2]
q_{LM71}	156.25	52.08
$\alpha^* q_{LM71}$	189.06	**63.02**



obr. 3 Zvětšení zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou - geometrie



obr. 4 Zvětšení zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou – obecný postup

φ = 30°

v_a = 45+30/2 = 60°

K_{af} = tan(45-30/2) = 0,5774

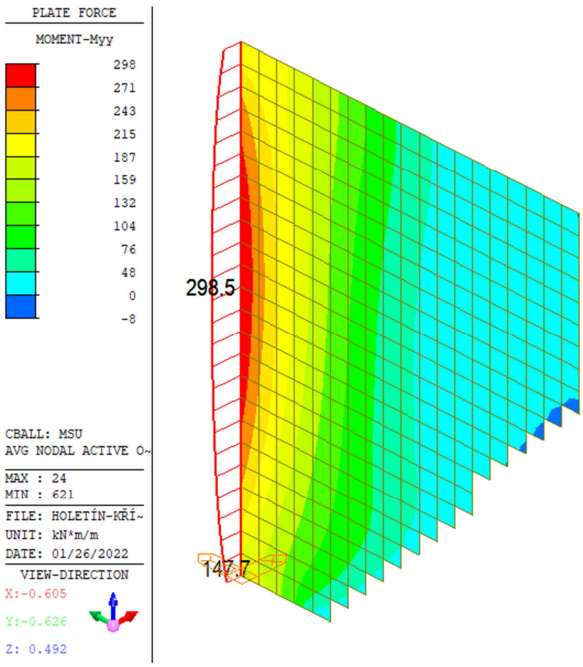
ΔS_a = 63,02*3*0,5774 = 109,163 kN/m

$\Delta\sigma_{fs}$ = 109,163/6,235*(1+0,90/(0,90+3)) **= 21,55 kN/m²**

$\Delta\sigma_{fi}$ = 109,163/6,235*(1-0,90/(0,90+3)) **= 13,47 kN/m²**

7.3 VNITŘNÍ SÍLY

Vnitřní síly byly spočítány na konzole proužkovou metodou a ověřeny jednoduchým deskovým výpočtovým modelem vytvořeným v programu MIDAS/Civil. Výsledky jsou uvedeny níže.



obr. 5 Ohybové momenty z výpočtového modelu ve vetknutí křídla v MSÚ

Stálý zemní tlak

- posouvající síla V = 344,4 kN
- ohybový moment M = 572,0 kNm

Zvětšení zemního tlaku od zatížení kolejovou dopravou

- posouvající síla V = 306,7 kN
- ohybový moment M = 579,7 kNm

Návrhová kombinace

- posouvající síla 6.10a V = 1,35*344,4+1,5*0,8*306,7 = 833,0 kN
  6.10b V = 0,85*1,35*344,4+1,5*306,7 = 855,2 kN
  max V = 855,2 kN
  V_{1m} = 855,2/4,1 **= 208,6 kN/m**
- ohybový moment 6.10a M = 1,35*572,0+1,5*0,8*579,7= 1467,8 kNm
  6.10b M = 0,85*1,35*572,0+1,5*579,7= 1525,9 kNm
  max M = 1525,9 kNm
  M_{1m} = 1525,9/4,1 **= 372,2 kNm/m**

Charakteristická kombinace

- ohybový moment M = 572,0+579,7= 1151,7 kNm
  M_{1m} = 1151,7/4,1 **= 280,9 kNm/m**

Kvazistálá kombinace

- ohybový moment M = 572,0 kNm
  M_{1m} = 572,0/4,1 **= 139,5 kNm/m**

7.4 PODÉLNÁ VÝZTUŽ ZAVĚŠENÝCH KŘÍDEL

7.4.1 NAVRŽENÁ VÝZTUŽ

Řez			křídla
Průřez	beton	[-]	C30/37
	b	[mm]	1000
	h	[mm]	600
	c	[mm]	85
	d_1	[mm]	95
	d	[mm]	505
Výztuž	Ø	[mm]	20
	s	[mm]	150
	n	[ks]	6.667
	A_s	[mm^2]	2094

7.4.2 MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI - NÁVRHOVÁ KOMBINACE

Řez		**křídla**	**Popis**
Zatížení		**MSÚ**	
Zatížení			
N_{Ed}	kN	**0**	norm. síla
M_{Ed}	kNm	**372.2**	oh. moment
Geometrie			
b_w	mm	1000	šířka stojiny T-průřezu nebo šířka obdélníka
h	mm	600	výška průřezu
Materiály a součinitele			
beton		**C30/37**	
$f`_{ck}$	MPa	**30**	charakteristická pevnost betonu v tlaku
α_{cc}	-	0.90	dílčí součinitel bezpečnosti
f_{yk}	MPa	500	mez kluzu betonářské výztuže
γ_c		1.5	součinitel materiálu pro beton
γ_s		1.15	součinitel materiálu pro výztuž (platí i pro předpínací výztuž)
f_{cd}	MPa	18.0	návrhová pevnost betonu v tlaku
f_{yd}	MPa	435	návrhová hodnota meze kluzu v betonářské výztuži
λ	-	0.8	součinitel účinné výšky
η	-	1.00	součinitel účinné pevnosti
β	-	1.00	0.9 pokud se šířka tlač. oblasti zužuje směrem k tlačeným vláknům
ε_{cu3}	-	3.50	
Předpínací a betonářská výztuž			
A_s	mm^2	2094	plocha betonářské výztuže A_s
d_s	mm	505	vzdálenost betonářské výztuže k tlačeným vláknům
Ohybová únosnost			
x	mm	**63**	výška tlačené oblasti
ε_s	‰	24.5	
kontrola ε_s		OK	kontrola přetvoření v betonářské výztuži
M_{Rd}	kNm	**437**	návrhový moment únosnosti
$M_{Ed} \leq M_{Rd}$		**OK**	posouzení
M_E/M_{Rd}		**0.852**	využití průřezu

Tvar průřezu a navržená výztuž vyhoví při posouzení mezního stavu únosnosti při návrhové kombinaci.

7.4.3 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI - OMEZENÍ NAPĚTÍ - CHARAKTERISTICKÁ KOMBINACE

Řez		**křídla**	**Popis**
Zatížení		**Char**	
Zatížení			
M_{Ed}	kNm	**280.9**	ohybový moment od zatížení
Geometrie			
b	mm	1000	šířka tlačené oblasti průřezu
h	mm	600	výška průřezu
W_h	m^3	0.0600	model průřezu k horním vláknům
W_d	m^3	0.0600	model průřezu k dolním vláknům
Materiály a součinitele			
Beton		**C30/37**	třída betonu
Výztuž		**B500B**	třída výztuže
f_{ck}	MPa	30.0	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	MPa	2.9	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{yk}	MPa	500.0	mez kluzu betonářské výztuže
E_{cm}	GPa	33.0	střední hodnota sečnového modulu pružnosti v 28 dnech
$E_{c,eff}$	GPa	13.3	hodnota sečnového modulu použitá pro výpočet pracovního součinitele
E_s	GPa	200.0	modulu pružnosti betonářské výztuže
α_e	-	15.0	pracovní součinitel
Napětí v průřezu bez trhliny			
σ_h	MPa	**-4.682**	napětí v horních vláknech průřezu
σ_d	MPa	**4.682**	napětí v dolních vláknech průřezu
f_{ctm}	MPa	2.9	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
$\max(\sigma_h,\sigma_d) \geq f_{ctm}$		**ANO**	vzniknou v průřezu trhliny?
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části			
$d'_{s,t}$	mm	95	vzdálenost těžiště tažené betonářské výztuže k taženým vláknům
$d_{s,t}$	mm	505	vzdálenost težiště tažené betonářské výztuže k tlačeným vláknům
A_s	mm^2	2094	plocha tažené betonářské výztuže
$d'_{s,c}$	mm	0	vzdálenost tlačené betonářské výztuže k tlačeným vláknům
$A_{s,c}$	mm^2	0	plocha tlačené betonářské výztuže
x	mm	149.5	výška tlačené oblasti
I_i	mm	5.1E+09	moment setrvačnosti ideálního průřezu
$\sigma_{c,c}$	MPa	**8.3**	maximální tlakové napětí v betonu
$\sigma_{s,t}$	MPa	**295**	maximální tahové napětí v betonářské výztuži
$\sigma_{s,c}$	MPa	**0**	maximální tlakové napětí v betonářské výztuži
$k_1 f_{ck}$	MPa	18	horní mez pro tlakové napětí v betonu
$k_3 f_{yk}$	MPa	400	horní mez pro tahové napětí ve výztuži
$\sigma_{c,c} \leq k_1 f_{ck}; \sigma_{s,t} \leq k_3 f_{yk}$		**OK**	posouzení
max σ/k*f		**0.737**	využití průřezu

Tvar průřezu a navržená výztuž vyhoví při posouzení mezního použitelnosti – omezení napětí při charakteristické kombinaci.

7.4.4 MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI - OMEZENÍ TRHLIN - KVAZISTÁLÁ KOMBINACE

Napětí v průřezu s trhlinou

Řez		**křídla**	**Popis**
Zatížení		**Kvaz**	
Zatížení			
M_{Ed}	kNm	**139.5**	ohybový moment od zatížení
Geometrie			
b	mm	1000	šířka tlačené oblasti průřezu
h	mm	600	výška průřezu
W_h	m^3	0.0600	model průřezu k horním vláknům
W_d	m^3	0.0600	model průřezu k dolním vláknům
Materiály a součinitele			
Beton		**C30/37**	třída betonu
Výztuž		**B500B**	třída výztuže
f_{ck}	MPa	30.0	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	MPa	2.9	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{yk}	MPa	500.0	mez kluzu betonářské výztuže
E_{cm}	GPa	33.0	střední hodnota sečnového modulu pružnosti v 28 dnech
$E_{c,eff}$	GPa	13.3	hodnota sečnového modulu použitá pro výpočet pracovního součinitele
E_s	GPa	200.0	modulu pružnosti betonářské výztuže
α_e	-	15.0	pracovní součinitel
Napětí v průřezu bez trhliny			
σ_h	MPa	**-2.325**	napětí v horních vláknech průřezu
σ_d	MPa	**2.325**	napětí v dolních vláknech průřezu
f_{ctm}	MPa	2.9	střední hodnota pevnosti betonu v tahu
$\max(\sigma_h,\sigma_d) \geq f_{ctm}$		**NE**	vzniknou v průřezu trhliny?
Napětí v průřezu s trhlinou v tažené části			
$d'_{s,t}$	mm	95	vzdálenost těžiště tažené betonářské výztuže k taženým vláknům
$d_{s,t}$	mm	505	vzdálenost těžiště tažené betonářské výztuže k tlačeným vláknům
A_s	mm^2	2094	plocha tažené betonářské výztuže
$d'_{s,c}$	mm	0	vzdálenost tlačené betonářské výztuže k tlačeným vláknům
$A_{s,c}$	mm^2	0	plocha tlačené betonářské výztuže
x	mm	149	výška tlačené oblasti
I_i	mm	5.1E+09	moment setrvačnosti ideálního průřezu
$\sigma_{c,c}$	MPa	**4.1**	maximální tlakové napětí v betonu
$\sigma_{s,t}$	MPa	**146.3**	maximální tahové napětí v betonářské výztuži
$\sigma_{s,c}$	MPa	**0.0**	maximální tlakové napětí v betonářské výztuži

Výpočet šířky trhlin

Řez		**křídla**	**Popis**
Kombinace		**Kvaz**	
Materiály			
třída betonu		**C30/37**	
E_{cm}	MPa	33000	střední hodnota sečnového modulu pružnosti v 28 dnech
$E_{c,eff}$	MPa	13333	hodnota sečnového modulu použitá pro výpočet pracovního součinitele
$f_{ctm} = f_{ct,eff}$	MPa	2.90	pevnost betonu v tahu v okamžiku vzniku trhlin
třída výztuže		**B500B**	
E_s	MPa	200000	modul pružnosti výztuže
α_e	-	6.06	poměr modůlů pružnosti výztuže a betonu
Betonářská výztuž			
Ø	mm	20	průměr betonářské výztuže
n_s	ks	6.667	počet prutů betonářské výztuže
d'	mm	85	krytí betonářské výztuže
d	mm	505	účinná výška betonářské výztuže
A_s	mm^2	2094	plocha betonářské výztuže
σ_s	MPa	146	napětí v betonářské výztuži
Předpínací výztuž			
A_p`	mm^2	0	plocha předpínací výztuže
Průřezové charakteristiky			
h	mm	600	výška průřezu
x	mm	149.5	výška tlačené oblasti
h-x	mm	451	výška tažené oblasti
$h_{c,eff}$	mm	150	účinná výška taženého betonu
b	mm	1000	průměrná šířka tažené oblasti
$A_{c,eff}$	mm^2	150179	plocha betonu obklopující taženou výztuž
Maximální vzdálenost trhlin			
k_1	-	0.8	0.8 žebírková, 1.6 hladká
k_2	-	0.5	0.5 prostý ohyb, 1.0 prostý tah
k_3	-	1.504	doporučená hodnota z normy
k_4	-	0.425	doporučená hodnota z normy
$\rho_{p,eff}$	-	0.014	účinný stupeň vyztužení tažené oblasti
$s_{r,max}$	mm	372	maximální vzdálenost trhlin
Šířka trhlin			
k_t	-	0.4	0.6 krátkodobá zatížení, 0.4 dlouhodobé zatížení
$\varepsilon_{sm}-\varepsilon_{cm}$	-	4.39E-04	
w_k	mm	**0.163**	šířka trhliny
$w_{k,max}$	mm	0.200	maximální šířka trhlin
$w_k < w_{k,max}$		**ok**	posouzení
$w_k / w_{k,max}$		**0.816**	využití

Tvar průřezu a navržená výztuž vyhoví při posouzení mezního použitelnosti – omezení trhlin při kvazistálé kombinaci.

7.5 POSOUZENÍ ZAVĚŠENÝCH KŘÍDEL NA SMYK

7.5.1 POSOUZENÍ PRŮŘEZU BEZ SMYKOVÉ VÝZTUŽE

Řez		křídla	Popis
Zatížení		**MSÚ**	
Zatížení			
V_{Ed}	kN	**208.6**	dimenzační posouvající síla
Geometrie			
b_w	m	1.000	šířka (smyk)
h	m	0.600	výška průřezu
d	m	0.505	účinná výška
Materiály a součinitele			
beton		**C30/37**	třída betonu
f_{ck}	MPa	30	charakteristická pevnost betonu v tlaku
γ_c	-	1.5	součinitel materiálu pro beton
α_{cc}	-	0.90	dílčí součinitel bezpečnosti
f_{cd}	MPa	18.0	návrhová pevnost betonu v tlaku
$v = 0,6*(1-f_{ck}/250)$	-	0.528	součinitel pevnosti betonu při porušení smykem
Smyková únosnost průřezu			
$V_{Ed,V}$	kN	**209**	
$C_{Rd,c}$		0.12	$0.18/\gamma_c$
k		1.63	$1+\sqrt{(200/d)} \leq 2$
A_{sl}	m^2	2.09E-03	plocha tahové podélné výztuže do vzdálenosti l_{bd} + d
ρ_l		0.004	$A_{sl}/(b_w*d) \leq 0.02$
k_1		0.15	
σ_{cp}	MPa	0	$N_{Ed}/A_c < 0.2*f_{cd}$ (tlak kladně)
v_{min}		0.40	$0.035*k^{3/2}*f_{ck}^{1/2}$
$V_{Rd,c,min}$	kN	201	$(v_{min} + k_1*\sigma_{cp})*b_w*d$
$V_{Rd,c}$	kN	**229**	$(C_{Rd,c}*k*(100*\rho_l*f_{ck})^{1/3} + k_1*\sigma_{cp})*b_w*d$
$0,5b_wdvf_{cd}$	kN	**2400**	
$V_{Ed} \leq \min(V_{Rd,c};0,5b_wdvf_{cd})$		**OK**	posouzení smykové únosnosti průřezu
$V_{Ed}/\min(V_{Rd,c};0,5b_wdvf_{cd})$		**0.912**	využití průřezu

Průřezy bez smykové výztuže vyhoví při posouzení na smyk – není třeba navrhovat smykovou výztuž.

7.6 POSOUZENÍ KONSTRUKČNÍCH ZÁSAD

Řez		křídla	Popis
Průřez			
b_t	mm	1000	průměrná šířka tahové oblasti průřezu
h	mm	600	výška průřezu
Materiály a součinitele			
beton		**C30/37**	třída betonu
f_{ck}	MPa	30	charakteristická pevnost betonu v tlaku
f_{ctm}	MPa	2.9	průměrná hodnota pevnosti betonu v tahu
f_{yk}	MPa	500	mez kluzu betonářské výztuže
Nosná výztuž			
$Ø_{s,t}$	mm	20	průměr prutů tahové betonářské výztuže
$n_{s,t}$	ks	6.667	počet prutů tahové betonářské výztuže
$A_{s,t}$	mm^2	2094	plocha tahové betonářské výztuže
d_1	mm	95	vzdálenost těžiště tahové betonářské výztuže k taženým vláknům
d	mm	505	vzdálenost těžiště tahové betonářské výztuže k tlačeným vláknům
$Ø_{s,c}$	mm	16	průměr prutů tlakové betonářské výztuže
$n_{s,c}$	ks	6.667	počet prutů tlakové betonářské výztuže
$A_{s,c}$	mm^2	1340	plocha tlakové betonářské výztuže
d_2	mm	95	vzdálenost těžiště tlakové betonářské výztuže k tlačeným vláknům
Minimální a maximální plocha nosné výztuže dle ČSN EN 1992-1-1, čl. 9.2.1.1			
$A_{s,t}$	mm^2	2094	plocha tahové výztuže
$A_{s,t,min}$	mm^2	762	miniální plocha tahové výztuže
$A_{s,c+t,max}$	mm^2	3435	plocha tahové i tlakové výztuže
$A_{s,c+t,max}$	mm^2	24000	maximální plocha tahové i tlakové výztuže
$A_{s,min} \leq A_s \leq A_{s,max}$		**OK**	posouzení

Požadavky na konstrukční zásady dle ČSN EN 1990, kap. 9 jsou splněny.

7.7 STANOVENÍ ZATÍŽITELNOSTI

7.7.1 OHYB – MEZNÍ STAV ÚNOSNOSTI

- M_{Rd} = 436,82 kNm
- M_{Ed} = 372,2 kNm
- $M_{\alpha LM71,Ed}$ = 1,5*579,7/4,1 = 212,09 kNm
- α = 1,21
- $M_{LM71,Ed}$ = 212,09/1,21 = 175,28 kNm
- $\Sigma M_{rs,Ed,i}$ = 0,85*1,35*572,0/4,1 = 160,09 kNm
- $\mathbf{Z_{LM71}}$ = (436,82-160,09)/175,28 = **1,579**

7.7.2 OHYB – MEZNÍ STAV POUŽITELNOSTI – OMEZENÍ NAPĚTÍ

- M_{Rd} = 280,9/0,73663 = 381,33 kNm
- M_{Ed} = 280,9 kNm
- $M_{\alpha LM71,Ed}$ = 579,7/4,1 = 141,39 kNm
- α = 1,21
- $M_{LM71,Ed}$ = 141,39/1,21 = 116,85 kNm
- $\Sigma M_{rs,Ed,i}$ = 572,0/4,1 = 139,51 kNm
- $\mathbf{Z_{LM71}}$ = (381,33-139,51)/116,85 = **2,069**

7.7.3 SMYK

- V_{Rd} = 228,79 kN
- V_{Ed} = 208,6 kN
- $V_{\alpha LM71,Ed}$ = 1,5*306,7/4,1 = 112,207 kN
- α = 1,21
- $V_{LM71,Ed}$ = 112,207/1,21 = 92,733 kN
- $\Sigma V_{rs,Ed,i}$ = 0,85*1,35*344,4/4,1 = 96,39 kN
- $\mathbf{Z_{LM71}}$ = (228,79-96,39)/ 92,733 = **1,428**

8 PŘEHLED NAVRŽENÉ VÝZTUŽE

Základ opěry

- dolní podélná výztuž – Ø32/200 mm (A_s = 4020 mm^2/m)
- horní podélná výztuž – Ø20/200 mm (A_s = 1570 mm^2/m)
- smyková výztuž – min. 934 mm^2/m^2

Dřík opěry

- podélná výztuž – Ø28/200 mm (A_s = 3079 mm^2/m)
- smyková výztuž – min. 369 mm^2/m^2

Úložný práh

- podélná výztuž – 12xØ20 (A_s = 3770 mm^2)
- příčná výztuž pod ložiskem:
  - horní pruh – 11xØ16 mm (A_s = 2211 mm^2)
  - střední pruh – 11xØ16 mm (A_s = 2211 mm^2)
  - dolní pruh – 11xØ16 mm (A_s = 2211 mm^2)

Závěrná zídka

- podélná výztuž – Ø16/200 mm (A_s = 1005 mm^2/m)
- bez smykové výztuže

Zavěšená křídla

- podélná výztuž – Ø20/150 mm (A_s = 2094 mm^2/m)
- bez smykové výztuže

9 ZÁVĚR

Statickým výpočtem byly navrženy a ověřeny železobetonové průřezy krajních opěr mostu a stanovená jejich zatížitelnost.

Na základě výsledků statického výpočtu konstatujeme, že navržená železobetonová konstrukce spodní stavby mostu vyhovuje všem platným citovaným normám a předpisům.

V Olomouci, únor 2022 Zpracoval: Ing. Petr Šedivý

10 TABULKA ZATÍŽITELNOSTI

10.1 IDENTIFIKACE MOSTU:

TÚ (číslo, název):	TÚ 1611 Havlíčkův Brod (mimo)(viaZETOR H.B) – Pardubice – Rosice nad Labem - jižní zh
DÚ:	10 Hlinsko v Čechách – Žďárec u Skutče
km:	evidenční km 42,794

10.2 IDENTIFIKACE ČÁSTI MOSTU

Část mostu:	opěra O01 a O02, pod kolejí č. 1

10.3 DOPLŇUJÍCÍ ÚDAJE ČÁSTI MOSTU:

Kategorie zatížitelnosti:	C
Výpočetní model:	zjednodušené prutové modely jednotlivých částí opěr
Geometrie koleje:	trať v přímé
Popis závad uvažovaných v přepočtu	zatížitelnost vychází z projektovaného stavu a nezohledňuje proto žádné závady
Datum zjištění technického stavu mostu:	zpracovatelem přepočtu:

10.4 PŘEHLED ZATÍŽITELNOSTI

Poř. číslo	Prvek	Detail	Namá-hání	k_i	typ	L_p	Φ_i	L_Φ	$\gamma_{Q,LM71}$	$\gamma_{Q,LM71,E}$	Viz číslo strany přepočtu	Z_{LM71}	$Z_{LM71,E}$	Poznámky
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	základ opěry	MSÚ	ohyb	1	S	-	1,0	-	1,45		42	1,280		
2	pata dříku	MSÚ	ohyb	1	S	-	1,0	-	1,45		43	1,277		
3	úložný práh	MSÚ	účinky od reakcí z ložisek	1	S	-	1,0	-	1,45		48	1,248		
4	závěrná zídka	MSÚ	smyk	1	S	-	1,0	-	1,45		57	> 2		
5	zavěšená křídla	MSÚ	smyk	1	S	-	1,0	-	1,45		68	1,428		