

Statický výpočet

Objekt zabezpečuje mimoúrovňové kríženie cesty I/75 so železničnou vlečkou a poľnou cestou. Most je navrhnutý spojitý, trojpoľový s nosnou konštrukciou z tyčových prefabrikátov, uložených na priečnikoch monoliticky spojených so železobetónovou doskou hr. min. 200mm.

Na moste je trasa cesty I/75 obj. 101-00 smerovo vedená v priamej a výškovo v oblúku s parametrami $R = 5000\text{m}$, $T = 93,384\text{m}$, $y = 0,872\text{m}$, so sklonom dotyčníc 1,94% a -1,79%. Z tohto dôvodu má niveleta na moste premenný pozdĺžny spád, 0,5 až 1,79%. V priečnom smere je v strechovitom, konštantnom spáde 2,5%.

Nosná konštrukcia je spojitá, trojpoľová navrhnutá z predpätých tyčových prefabrikátov spriahnutých so železobetónovou doskou. Prefabrikáty sú uložené na monolitických priečnikoch, ktoré budú vybetónované spolu s doskou hr. min. 200mm. Most je šikmý, s rozpätiami polí 22,028 + 27,807 + 22,028m. Celková dĺžka mosta je 83,594m. Dĺžka prefabrikátov 21,7 + 27 + 21,7 m a výška 1,25 m.

Opory

Opory č.1 a č.4 sú tvorené železobetónovým úložným prahom na pilótach. Krídla sú zavesené, dĺžky 4m (3,75m pri opore č.4) a hrúbky 0,75m. Úložný prah je vyspádovaný v sklone 4% smerom k odvodňovaciemu žliabku z 1/2profilu rúrky PE $\Phi 75\text{mm}$, ktorý je v pozdĺžnom smere v sklone $\pm 0,5\%$ od stredu opory. Pracovná škára úložných prahov je navrhnutá vo výške cca 50mm od hornej hrany odvodňovacieho žliabku.

Podpery

Podpery sú šikmé, tvorené dvoma stĺpmi kruhového prierezu priemeru 1,6m. Podpera č.2 má výšku 8,73m a podpera č.3 8,3m po votknutie do základu. Základy podpier sú kolmé, s rozmermi 4,7 x 11,9 x 1,6m a sú natočené vzhľadom na uloženie nosnej konštrukcie. Horný povrch základov je vyspádovaný. Piliere sú z betónu C 35/45, výstuž B500B. Základy podpier č 2 a 3 sú založené na 17-tich veľkopriemerových pilótach dĺžky 15m. Podkladný betón je hrúbky 0,15m a betónu C12/15.

Nosná konštrukcia

Nosná konštrukcia je navrhnutá z 10 ks predpätých prefabrikovaných nosníkov spriahnutých železobetónovou doskou, z betónu C35/45, premennej hrúbky min. 0,2m a s konštantnou osovou vzdialenosťou 1,47m. V pozdĺžnom smere je navrhnutá spojitá 3-poľová s rozpätiami polí **22,028 + 27,807 + 22,028 m**. Vnútorne pole tvoria prefabrikované nosníky dĺžky 27m, výšky 1,25m a krajné sú skrátené na 21,7m. Nosná konštrukcia je uložená na spodnú stavbu pod uhlom 82,64°.

Medzilahlý priečník nad podperami je hrúbky 2,4m a krajný nad oporami je 1,4m. Ich betonáž pozostáva z dvoch etáp. V 1.etape sa vybetónuje spodná doska s premennou hrúbkou od 0,5 do 0,65m. **Priečniky zostanú poddebnené a podskružené až do 7 dní po zmonolitnení nosnej konštrukcie.** Doska priečnika je odstupňovaná. Prefabrikáty sa na ňu uložia do lôžka z cementovej malty hrúbky cca 10mm. Po uložení prefabrikátov sa v 2.etape celý priečník zmonolitní so spriahajúcou doskou. (prílohy č.7). V krajných priečnikoch je vynechané vybratie pre mostný záver.

Predpoklady a metódy statického výpočtu

Objekt je navrhnutý podľa STN EC. Prierezové veličiny boli odčítané z programu AUTOCAD. Programom STRAP boli vyhodnotené účinky náhodilého zaťaženia, teploty a bol uvažovaný vplyv nerovnomerného popustenia podpier o 10 mm.

Reakcie na spodnú stavbu boli spočítané programom STRAP – maximálna/minimálna reakcia na jedno ložisko, s uvažovaním vplyvom krútenia. Celkové reakcie od náhodilého zaťaženia boli spočítané programom STRAP

Piliere sú dimenzované programom FIN 10.

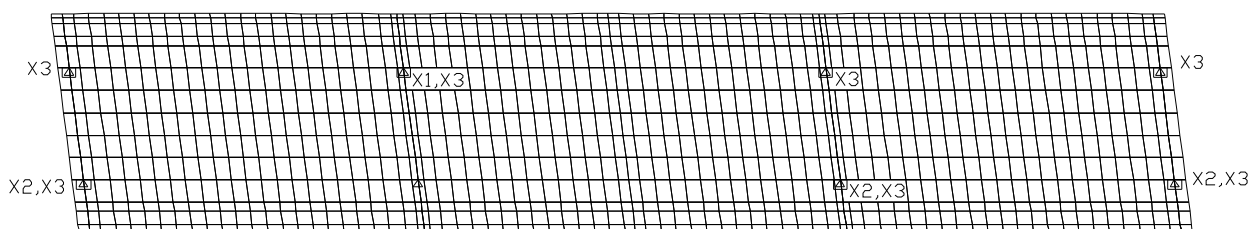
Vertikálne aj horizontálne reakcie boli vyhodnotené programom EXCEL. Piloty a základy boli posúdené programom GE05.

Výpočet nosnej konštrukcie – pozdĺžny a priečny smer

Nosná konštrukcia bola spočítaná programom STRAP. Zadaná bola ako sústava nosníkov v pozdĺžnom a v priečnom smere, spojená so spriahajúcou doskou. Doska bola zadaná ako ortotropná, nosná v priečnom smere. V pozdĺžnom smere sú nosné prefabrikované nosníky.

Statická schema:

Šala 209_nosná konštrukcia

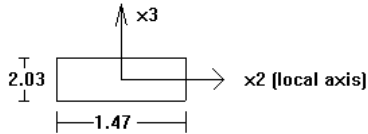


Zadané prierezové charakteristiky:

PROPERTY NO. 1				
A=0.7290E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1429E+00	I3=0.3110E-01	J=0.1322E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 2				
A=0.7290E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1753E+00	I3=0.3597E-01	J=0.1322E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 3				
A=0.8010E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1570E+00	I3=0.3892E-01	J=0.1433E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 4				
A=0.8010E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1942E+00	I3=0.6183E-01	J=0.1433E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 5				
A=0.8020E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1565E+00	I3=0.3928E-01	J=0.1435E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 6				
A=0.8020E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1934E+00	I3=0.6248E-01	J=0.1435E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 7				
A=0.8030E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1568E+00	I3=0.3928E-01	J=0.1436E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 8				
A=0.8030E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1939E+00	I3=0.6248E-01	J=0.1436E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 9				
A=0.8060E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1572E+00	I3=0.3991E-01	J=0.1442E+00	SF2=0.850 SF3=0.850
PROPERTY NO. 10				
A=0.8060E+00 Material = 2 - C50	I2=0.1943E+00	I3=0.6364E-01	J=0.1442E+00	SF2=0.850 SF3=0.850

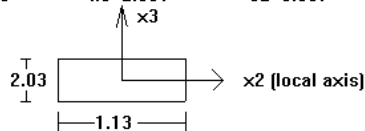
PROPERTY NO. 11

A=0.2986E+01 I2=0.1026E+01 I3=0.5376E+00 J=0.1192E+01 SF2=0.850
Material = 3 - C35e Perimeter=7.002 SF3=0.850
h2=1.470 h3=2.031 e2=0.735 e3=1.015



PROPERTY NO. 12

A=0.2305E+01 I2=0.7924E+00 I3=0.2475E+00 J=0.6442E+00 SF2=0.850
Material = 3 - C35e Perimeter=6.332 SF3=0.850
h2=1.135 h3=2.031 e2=0.567 e3=1.015



PROPERTY NO. 13

A=0.1282E+01 I2=0.1653E+00 I3=0.1110E+00 J=0.1322E+00 SF2=0.850
Material = 4 - C50e Perimeter=6.332 SF3=0.850
h2=1.135 h3=2.031 e2=0.568 e3=1.015

PROPERTY NO. 14

A=0.1895E+01 I2=0.2403E+00 I3=0.1987E+00 J=0.1433E+00 SF2=0.850
Material = 4 - C50e Perimeter=6.332 SF3=0.850
h2=1.135 h3=2.031 e2=0.568 e3=1.015

PROPERTY NO. 15

A=0.1896E+01 I2=0.2402E+00 I3=0.1992E+00 J=0.1435E+00 SF2=0.850
Material = 4 - C50e Perimeter=6.332 SF3=0.850
h2=1.135 h3=2.031 e2=0.568 e3=1.015

PROPERTY NO. 16

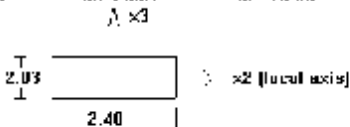
A=0.1897E+01 I2=0.2404E+00 I3=0.1992E+00 J=0.1436E+00 SF2=0.850
Material = 4 - C50e Perimeter=6.332 SF3=0.850
h2=1.135 h3=2.031 e2=0.568 e3=1.015

PROPERTY NO. 17

A=0.1901E+01 I2=0.2414E+00 I3=0.1998E+00 J=0.1442E+00 SF2=0.850
Material = 4 - C50e Perimeter=6.332 SF3=0.850
h2=1.135 h3=2.031 e2=0.568 e3=1.015

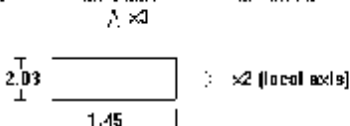
PROPERTY NO. 18

A=0.4074E+01 I2=0.1676E+01 I3=0.2340E+01 J=0.3202E+01 SF2=0.050
Material = 1 - C35 Perimeter=8.862 SF3=0.850
h2=2.400 h3=2.031 e2=1.200 e3=1.015



PROPERTY NO. 19

A=0.2945E+01 I2=0.1012E+01 I3=0.5160E+00 J=0.1156E+01 SF2=0.050
Material = 1 - C35 Perimeter=6.962 SF3=0.850
h2=1.450 h3=2.031 e2=0.725 e3=1.015



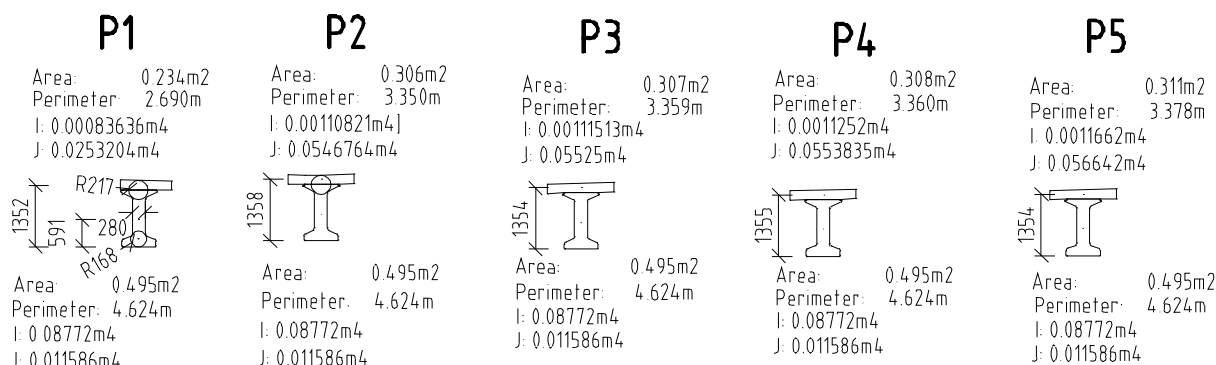
PROPERTY NO. 20

Thickness = 0.200
Material = 5 - D1 . 7 - D2

Pozdĺžny smer

Priečny rez je tvorený 10ks prefabrikátov. Nosníky sú v priereze uložené symetricky \Rightarrow prierezové charakteristiky boli spočítané pre päť nosníkov. Boli spočítané pre prierez v poli, v časti, kde sú súčasťou priečnika. Ďalej prierez priečnika nad ložiskom.

POZDĽŽNY SMER - POLE

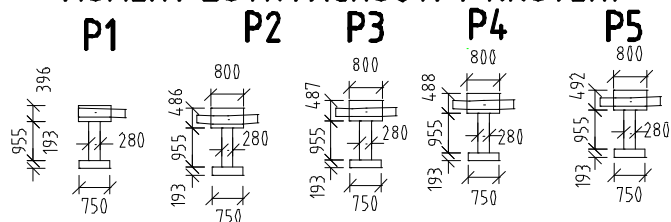


Výpočet prierezových charakteristík – spriahnutý prierez – pozdĺžny smer

n	E2/E1=34/37	0.9189	
prefabrikát P1			
plocha			
A1		0.495 m ²	
A2		0.234 m ²	celková plocha
A	A1+n*A2	0.7100 m ²	0.729 m ²
ťažisko			
t1		0.591 m	
t2		1.352 m	
t	(A1*t1+n*A2*t2)/(A1+n*A2)	0.821 m	
momenty zotrvačnosti			
Jy1		0.08772 m ⁴	
Jy2		0.00083636 m ⁴	
Jy	Jy1+n*Jy2+A1*(t-t1)^2+n*A2*(t-t2)^2	0.1753 m ⁴	
Jx1		0.0253204	
Jx2		0.011586	
Jx		0.03597 m ⁴	

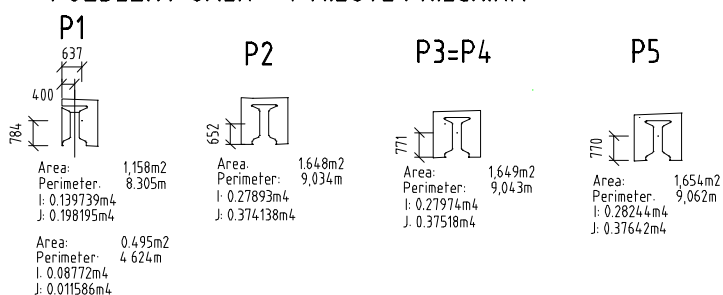
Moment zotrvačnosti v krútení:

MOMENT ZOTRVAČNOSTI V KRÚTENÍ



a	0.8	
b	0.396	
J1	$a*b^3*(1/3-0.21*b/a*(1-b^4/12/a^4))$	0.01142
c	0.955	
d	0.28	
J2	$1/3*c*d^3$	0.00699
a	0.75	
b	0.192	
J3	$a*b^3*(1/3-0.21*b/a*(1-b^4/12/a^4))$	0.001489
b	0.396	
r	0.217	
d	0.28	
D	$((b+r)^2+r*d+d^2/4)/(2*r+b)$	0.55
t	0.28	
t1	0.396	
$\alpha 1$	$0.15*t/t1$	0.106069
b	0.396	
r	0.168	
d	0.28	
D	$((b+r)^2+r*d+d^2/4)/(2*r+b)$	0.53
t	0.192	
t1	0.28	
$\alpha 1$	$0.15*t/t1$	0.10286
Jk	$J1+J2+J3+\alpha 1*D1^4+\alpha 2*D1^4$	0.132 m4

POZDĽŽNY SMER - V MIESTE PRIEČNIKA



n		0.5000
P1		
plocha		
A1		0.495 m2
A2		0.234 m2
A	$A1+n*A2$	0.6120 m2
ťažisko		
t1		0.591 m
t2		1.352 m
t	$(A1*t1+n*A2*t2)/(A1+n*A2)$	0.736 m
momenty zotrvačnosti		
Jy1		0.08772 m4
Jy2		0.00083636 m4
Jy	$Jy1+n*Jy1+A1*(t-t1)^2+n*A2*(t2-t)^2$	0.14294 m4
Jx1		0.0253204
Jx2		0.011586
Jx		0.03111 m4
moment zotrvačnosti v krútení		
a	0.8	
b	0.396	
J1	$a*b^3*(1/3-0.21*b/a*(1-b^4/12/a^4))$	0.01142
c	0.955	
d	0.28	
J2	$1/3*c*d^3$	0.00699
a	0.75	
b	0.192	
J3	$a*b^3*(1/3-0.21*b/a*(1-b^4/12/a^4))$	0.00148
b	0.396	
r	0.217	
d	0.28	
D	$((b+r)^2+r*d+d^2/4)/(2*r+b)$	0.549553
t	0.28	
t1	0.396	
α_1	$0.15*t/t1$	0.10606
b	0.396	
r	0.168	
d	0.28	
D	$((b+r)^2+r*d+d^2/4)/(2*r+b)$	0.525596
t	0.192	
t1	0.28	
α_1	$0.15*t/t1$	0.10286

Jk $J1+J2+J3+\alpha1*D1^4+\alpha2*D1^4$ **0.13224** m4

pozdĺžny smer - v mieste priečnikov - Ebet

P1

n		0.5000	
A1		1.158 m2	
A2		0.2475 m2	celková plocha
A	$A1+n*A2$	1.2818 m2	1.406 m2
t1		0.7840 m	
t2		0.5910 m	
t		0.7654 m	
J1		0.1397 m4	
J2		0.0877 m4	
Jy		0.1653 m4	
t1		0.6370 m	
t2		0.4000 m	
t		0.6141 m	
J1		0.1982 m4	
J2		0.0116 m4	
Jx		0.1110 m4	

Zat'azenie:

a) vlastná tiaž

b) stále zataženie

1 vozovka

obrusná vrstva + ochrana izolácie	0.085*24	2.04
izolácia	0.005*20	0.1
		Σ 2.14 kN/m2
2 chodník	0.22*25	5.5
izolacia pod chodníkom	0.01*20	0.2
rimsový nos	0.04*(0.6-0.22)*25	0.38 kN/bm
zábradlie		0.5 kN/bm
zvodidlo		<u>1</u> <u>kN/bm</u>

$(0,38 + 0,5 + 1)/1,5 + 5,5 + 0,2$
náhodilé zaťaženie chodníka

Σ 6.953 kN/m²
4 kN/m²

odvodňovacie potrubie $\phi 150\text{mm}$
voda

0.179 kN/bm
0.154 kN/bm
 Σ 0.333 kN/bm

- Premenné zaťaženie

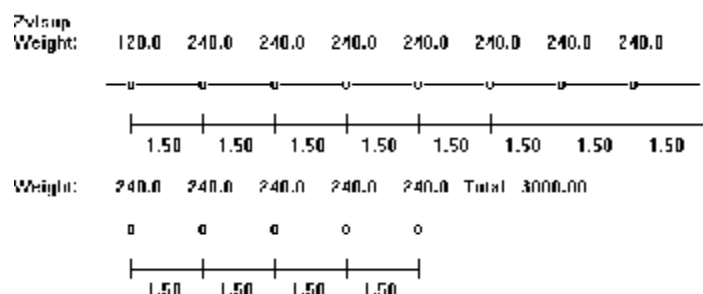
Bolo uvažované s premenným zaťažením LM1, LM2, LM3. Kategorizačný súčiniteľ α , $\beta = 1$

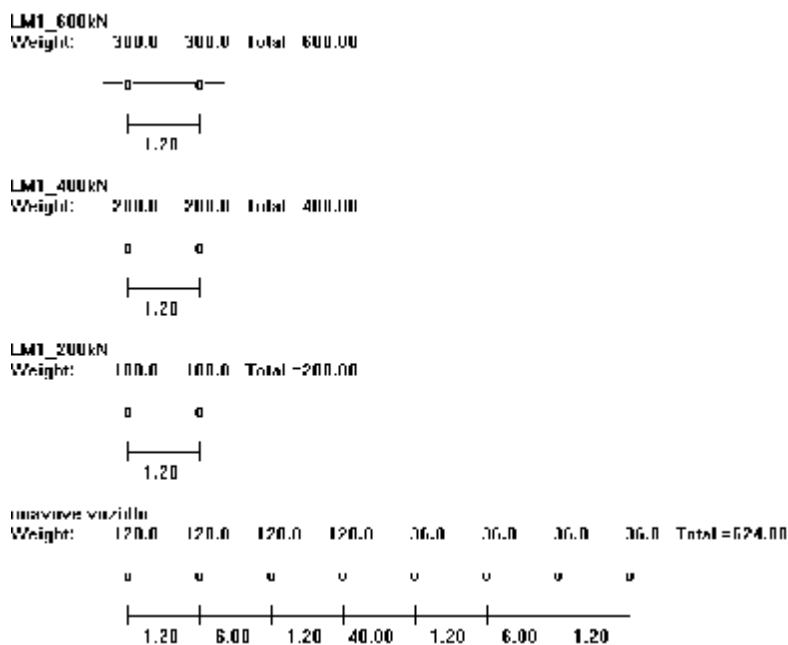
Najnepriaznivejšie účinky boli spočítané v Strape, modulom Bridge.

Pásky:

segm. no.	start node	end node	width	offset	no. of strips	rectangle size	segment length	vertical tolerance
LANE NO. 1	1	263	264	5.75	2.88	150	0.49	73.32
LANE NO. 2	1	265	266	5.75	2.88	150	0.49	73.32
LANE NO. 3	1	263	264	3.00	1.50	150	0.49	73.32
LANE NO. 4	1	263	264	3.00	3.00	150	0.49	73.32
LANE NO. 5	1	263	264	3.00	4.50	150	0.49	73.32
LANE NO. 6	1	263	264	3.00	6.00	150	0.49	73.32
LANE NO. 7	1	263	264	0.75	0.88	150	0.49	73.32
LANE NO. 8	1	265	266	0.75	0.88	150	0.49	73.32
LANE NO. 9	1	263	264	3.00	7.50	150	0.49	73.32
LANE NO. 10	1	263	264	3.00	9.00	150	0.49	73.32

Zadané vozidlá





Výpočet bol urobený programom STRAP

Uvažované zaťaženia

- 1,1,,vlt
- 2,2,, "stále zaťaženie"
- 2,2.1,, "stále zaťaženie - vozovka"
- 2,2.2,, "stále zaťaženie - ostatné"
- 3,3,,pp1
- 4,4,,pp2
- 5,5,,pp3
- 6,6,,pp4
- 7,7,,oteplenie
- 8,8,,ochladenie
- 9,9,, "Max M2 spoj zat"
- 10,10,, "Mini M2 spoj zat"
- 11,11,, "MaxV3 spoj zat"
- 12,12,, "MinV3 spoj zat"
- 13,13,, "Max TORSION MOMENT spoj zat"
- 14,14,, "MinORSION MOMENT spoj zat"
- 15,15,, "Max M2 chodník"
- 16,16,, "Min M2 chodník"
- 17,17,, "Max V3 chodník"
- 18,18,, "Min V3 chodník"
- 19,19,, "Max TORSION MOMENT chodník"

20,20,, "MinTORSION MOMENT chodník"
21,21,, "Maximum M2 LM1"
22,22,, "Minimum M2LM1"
23,23,, "Maximum V3 LM1"
24,24,, "Minimum V3 LM1"
25,25,, "Maximum TORSION MOMENT LM1"
26,26,, "Minimum TORSION MOMENT LM1"
27,27,, "Maximum M2 UNAVA"
28,28,, "Minimum M2 UNAVA"
29,29,, "Maximum V3 UNAVA"
30,30,, "Minimum V3 UNAVA"
31,31,, "Maximum TORSION MOMENT UNAVA"
32,32,, "Minimum TORSION MOMENT UNAVA"
21,21,, "Maximum M2 ZS"
22,22,, "Minimum M2 ZS "
23,23,, "Maximum V3 ZS "
24,24,, "Minimum V3 ZS "
25,25,, "Maximum TORSION MOMENT ZS "
26,26,, "Minimum TORSION MOMENT ZS "

Nosná konštrukcia pozdĺžny smer

Zaťaženie a uvažované kombinácie

Návrhová kombinácia: max M

komb 1

$(vlt > 0 \Rightarrow 1,35 \times vlt, \text{ ak je } vlt < 0 \Rightarrow 1 \times vlt) + ((\max z 1,4 \times voz + osz \text{ a } 0,8 \times voz + osz) = sz > 0 \Rightarrow 1,35 \times sz, \text{ ak je } sz < 0 \Rightarrow 1 \times sz) + 1,2 \times \max pp + 1,5 \times 0,6 \times (\max T + \text{chodník}) + 1,35 \times (\max LM1 + \max q \text{ resp } ZS)$

komb 2

$(vlt > 0 \Rightarrow 1,35 \times vlt, \text{ ak je } vlt < 0 \Rightarrow 1 \times vlt) + ((\max z 1,4 \times voz + osz \text{ a } 0,8 \times voz + osz) = sz > 0 \Rightarrow 1,35 \times sz, \text{ ak je } sz < 0 \Rightarrow 1 \times sz) + 1,2 \times \max pp + 1,5 \times \max T + 1,5 \times 0,6 \times \text{chodník}) + 1,125 \times (\max LM1 + \max(q \text{ resp } ZS))$

návrhová kombinácia = max (k1 resp k2)

Kde $\max pp = (pp1 > 0 \Rightarrow pp1; \text{ak } pp1 < 0 \Rightarrow 0) + (pp2 > 0 \Rightarrow pp2; \text{ak } pp2 < 0 \Rightarrow 0) + (pp3 > 0 \Rightarrow pp3; \text{ak } pp3 < 0 \Rightarrow 0) + (pp4 > 0 \Rightarrow pp4; \text{ak } pp4 < 0 \Rightarrow 0)$

Návrhová kombinácia: min M

komb 1

$(vlt < 0 \Rightarrow 1,35 \times vlt, \text{ak je } vlt > 0 \Rightarrow 1 \times vlt) + ((\min z 1,4 \times voz + osz \text{ a } 0,8 \times voz + osz) = sz < 0 \Rightarrow 1,35 \times sz, \text{ak je } sz > 0 \Rightarrow 1 \times sz) + 1,2 \times \min pp + 1,5 \times 0,6 \times (\min T + \min \text{chodník}) + 1,35 \times (\min LM1 + \min (q \text{ resp } ZS))$

komb 2

$(vlt < 0 \Rightarrow 1,35 \times vlt, \text{ak je } vlt > 0 \Rightarrow 1 \times vlt) + ((\min z 1,4 \times voz + osz \text{ a } 0,8 \times voz + osz) = sz < 0 \Rightarrow 1,35 \times sz, \text{ak je } sz > 0 \Rightarrow 1 \times sz) + 1,2 \times \min pp + 1,5 \times \min T + 1,5 \times 0,6 \times \text{chodník} + 1,125 \times (\min LM1 + \min (q \text{ resp } ZS))$

návrhová kombinácia = min (k1 resp k2)

kde $\max pp = (pp1 < 0 \Rightarrow pp1; \text{ak } pp1 > 0 \Rightarrow 0) + (pp2 < 0 \Rightarrow pp2; \text{ak } pp2 > 0 \Rightarrow 0) + (pp3 < 0 \Rightarrow pp3; \text{ak } pp3 > 0 \Rightarrow 0) + (pp4 < 0 \Rightarrow pp4; \text{ak } pp4 > 0 \Rightarrow 0)$

- Návrhové kombinácie boli spočítané pre všetky prefabrikáty a z nich bola vybratá najnepriaznivejšia kombinácia pre každý prierez. Vzhľadom nato, že nie je známe, ktorý typ prefabrikátu bude použitý, bol posúdený prierez nad podperou \Rightarrow výstuž v spriahajúcej doske pri hornom povrchu.

návrhové hodnoty min M

min min M

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
1	0	0	0
	-99	-2	-57
2	756	-100	-885
	554	-112	-424
3	552	-115	-423
	217	-124	25
4	215	-127	25
	61	-57	99
5	52	-54	99
	32	-53	141
6	23	-50	141
	3	-47	154

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
40	8	-10	-530
	-28	-2	-542
41	-31	-1	-542
	-51	1	-583
42	-55	3	-583
	-75	3	-647
43	-79	6	-647
	-128	5	-757
44	-131	9	-757
	-164	1	-906
45	-168	7	-906
	-188	7	-1084

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
7	-4	-43	154
	-23	-43	140
8	-30	-39	140
	-64	-34	89
9	-67	-30	89
	-88	-30	12
10	-91	-25	12
	-114	-24	-91
11	-117	-20	-91
	-137	-20	-218
12	-140	-14	-218
	-160	-14	-369
13	-164	-8	-369
	-184	-8	-543
14	-187	0	-543
	-208	0	-740
15	-211	9	-740
	-234	-1	-963
16	-237	7	-963
	-258	7	-1210
17	-261	15	-1210
	-281	15	-1482
18	-285	25	-1482
	-393	25	-1818
19	-400	38	-1818
	-427	38	-2232
20	-434	51	-2232
	-540	46	-2711
21	-554	66	-2711
	-611	61	-3293
22	-626	80	-3293
	-824	167	-4106
23	-853	171	-4107
	-900	166	-4813
24	-918	167	-4815
	-934	164	-5189
25	1104	-19	-5369
	970	-4	-4960
26	969	-4	-4959
	812	35	-4275
27	802	39	-4274
	726	26	-3509

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
46	-192	13	-1084
	-212	13	-1286
47	-216	22	-1286
	-236	21	-1512
48	-239	30	-1512
	-407	55	-1819
49	-420	72	-1819
	-473	66	-2265
50	-487	85	-2265
	-610	67	-2797
51	-626	90	-2797
	-700	78	-3459
52	-714	98	-3459
	-922	152	-4238
53	-929	157	-4239
	-980	157	-5002
54	-981	160	-5003
	-1117	174	-5420
55	969	14	-5245
	863	56	-4876
56	859	59	-4875
	829	55	-4193
57	821	58	-4191
	645	36	-3364
58	632	35	-3363
	576	29	-2758
59	562	26	-2758
	433	44	-2225
60	426	32	-2225
	399	32	-1812
61	393	21	-1812
	283	38	-1477
62	279	28	-1477
	259	28	-1208
63	255	18	-1208
	235	18	-963
64	232	9	-963
	212	9	-741
65	208	2	-741
	188	1	-543
66	184	-6	-543
	164	-6	-369

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
28	714	27	-3509
	644	15	-2829
29	630	13	-2828
	505	4	-2278
30	489	0	-2278
	436	-5	-1816
31	421	-9	-1815
	239	26	-1508
32	235	18	-1508
	214	37	-1283
33	211	28	-1283
	191	28	-1083
34	187	20	-1083
	167	20	-906
35	163	13	-906
	132	5	-760
36	128	-1	-760
	79	1	-651
37	75	-3	-651
	55	-3	-586
38	52	-6	-586
	32	-6	-544
39	29	-8	-544
	10	-10	-530

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
67	161	-12	-369
	141	-12	-218
68	137	-17	-218
	117	-17	-91
69	114	-21	-91
	91	-22	11
70	88	-27	11
	68	-27	90
71	65	-30	90
	31	-39	140
72	24	-43	140
	6	-43	155
73	-2	-47	155
	-22	-50	142
74	-31	-53	142
	-64	-64	94
75	-73	-66	94
	-94	-68	10
76	-105	-70	10
	-559	42	-451
77	-562	45	-452
	-728	38	-917
78	164	10	-107
	83	-55	-4

Dimenzačné hodnoty spriahajúca doska horná doska - nad podperou $M = 5,42 \text{ MNm}$, $V = 1,2 \text{ MN}$,
 $M_k = 0,174 \text{ MN}$

Nosná konštrukcia - pozdĺžny smer, minimálny moment nad podperou

M_{ed}	5.420 MN	oceľ B500	
V_{ed}	1.117 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	0.174 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	435 MPa
betón 35/45			
f_{cd}	19.833 MPa		
f_{ctm}	3.2 MPa		
prierez			
h	1.95 m		
d	1.835 m		
b	1.47 m		
$A = b \cdot d$	2.8665		

$u =$	$2 \cdot (d+b)$	6.84			
$t_{ef} =$	A/u	0.419	>	$2a_s$	0.188
krytie		c		85	
pozdĺžna nosná výstuž - 1 rad		ϕ_s		28 A_s	0.000606 m ²
pozdĺžna nosná výstuž - 2 rad		ϕ_s		14 A_s	0.000154 m ³
šmyková výstuž		ϕ_{st}		16 A_{st}	0.000201 m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie		ϕ_{sl}		18 A_{sl}	0.000255 m ²
$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	94	mm		
$b_k =$	$b - t_{ef}$	1.051	m		
$h_k =$	$h - t_{ef}$	1.531	m		
$u_k =$	$2 \cdot (h_k + b_k)$	5.164	m		
$A_k =$	$b_k \cdot h_k$	1.609	m ²		
účinná výška prierezu					
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	115	mm		
$d =$	$h - d_1$	1.835	m		
rameno vnútorných síl					
$z =$	$0.85d$	1.560	m		
$\rho_{min} =$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0017	> 0.0013		
$A_{smin} =$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.004489	m ²	44.89	cm ²
$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.906	m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.060723	m ²	607.23	cm ²
$x_B =$	$d \cdot \sqrt{2 \cdot 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.104	< x_{lim}	0.906	m
			$\min(x_B, x_{lim})$	0.104	m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	69.921	> A_{smin}	44.89	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ		40			
$\tan \theta$		0.8391			
$\cot \theta$		1.1918			
		krútenie		priečna sila	
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.094733		1.331	MN
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000$	2.178853		10.206	cm ²
A_{sM+Q}	82.31	cm ²			
		A_s		95.62	cm²
				>	82.31 cm ²
10f28/100/1bm+5f14/200/1bm				<	607.23 cm ²

Posúdenie na únavu - pozdĺžny smer, minimálny moment nad podperou

min min M

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
1	0	-1	0
	-27	-1	-16
2	104	-25	-186
	83	-27	-119
3	83	-27	-119
	55	-26	-51
4	55	-27	-51
	-4	0	-18
5	-4	0	-18
	-4	0	-22
6	-4	0	-22
	-4	0	-25
7	-4	0	-25
	-5	-3	-30
8	-5	-3	-30
	-7	2	-36
9	-7	2	-36
	-7	2	-43
10	-7	2	-43
	-7	2	-50
11	-7	1	-50
	-7	1	-57
12	-7	1	-57
	-7	1	-64
13	-7	1	-64
	-7	1	-72
14	-7	0	-72
	-7	0	-79
15	-8	0	-79
	-8	0	-87
16	-8	0	-87
	-8	0	-95
17	-9	-1	-95
	-9	-1	-104
18	-9	-1	-104
	-9	-1	-113
19	-10	-1	-113
	-10	-1	-122

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
40	-4	1	-47
	-4	1	-50
41	-4	1	-50
	-4	1	-53
42	-4	0	-53
	-4	0	-57
43	-4	0	-57
	-4	0	-61
44	-4	0	-61
	-4	0	-66
45	-5	-1	-66
	-5	-1	-70
46	-5	-1	-70
	-6	-1	-76
47	-7	-1	-76
	-7	-1	-82
48	-7	-1	-82
	-7	-1	-90
49	-8	-1	-90
	-8	-1	-97
50	-8	-1	-97
	-56	-10	-115
51	-57	-7	-114
	-70	-11	-177
52	-71	-9	-177
	-91	47	-256
53	-92	47	-256
	-109	45	-338
54	-110	45	-338
	-116	11	-383
55	117	-7	-336
	110	-7	-290
56	110	-7	-289
	96	-7	-207
57	95	-8	-207
	12	8	-144
58	11	8	-144
	11	8	-133

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
20	-10	-1	-122
	-10	-1	-133
21	-11	-1	-133
	-11	-1	-144
22	-12	-1	-144
	-95	9	-205
23	-96	9	-205
	-109	9	-288
24	-110	9	-288
	-117	9	-335
25	108	-5	-374
	108	-5	-330
26	108	-6	-330
	84	15	-256
27	83	15	-256
	71	12	-178
28	70	13	-178
	57	8	-114
29	56	9	-114
	8	6	-95
30	8	6	-95
	8	6	-87
31	7	5	-87
	6	6	-80
32	5	5	-80
	5	5	-75
33	5	5	-75
	5	5	-70
34	5	4	-70
	5	4	-65
35	4	4	-65
	4	4	-60
36	4	3	-60
	4	3	-56
37	4	3	-56
	4	1	-52
38	4	1	-52
	4	1	-49
39	4	2	-49
	-4	1	-47

Bm.	zodpV4	zodpMT	min M3
	(kN)	(kNm)	(kNm)
59	11	8	-133
	11	8	-122
60	10	7	-122
	10	7	-112
61	9	6	-112
	9	6	-103
62	9	6	-103
	9	6	-94
63	8	5	-94
	8	5	-86
64	8	5	-86
	8	5	-78
65	8	4	-78
	8	4	-71
66	7	3	-71
	7	3	-63
67	7	3	-63
	7	3	-56
68	7	3	-56
	7	2	-49
69	7	2	-49
	7	2	-43
70	7	2	-43
	7	2	-36
71	7	2	-36
	5	-3	-30
72	5	-4	-30
	4	-1	-26
73	4	-1	-26
	4	-1	-22
74	4	-1	-22
	4	-1	-19
75	4	-1	-19
	-56	17	-55
76	-56	17	-55
	-86	19	-126
77	-86	19	-126
	-108	18	-196
78	57	-5	-34
	22	-15	-1

-383.23

B E T O N		KBT = 0.00	V Y Z T U Z		NVP = 5.228
ZB	BB		ZV	NV	DV1(-FV1)
1.9500	1.4700		1.8500	14.000	0.032000
0.0000	1.4700				

Z A T I Z E N I

Oh. moment	Norm. sila	Poloha N.sily
-0.3830	0.0000	0.0000

V Y S L E D K Y

B E T O N		V Y Z T U Z	
Z	N A P E T I	Z	N A P E T I
1.9500	0.0000	1.8500	19.6130
0.0000	-0.8660		

nosná konštrukcia pozdĺžny smer

λ_1	1.15
λ_2	0.86
λ_3	1
λ_4	1
λ_5	0.989

E_s	200 GPa
E_{cm}	34 GPa

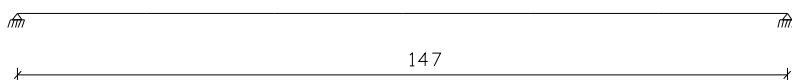
$$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 5.882$$

$M_{FLM3} =$	0.383 MNm
$\Delta\sigma_{s,FLM3} = \alpha_e * M_{FLM3} / I_{ir} * (d_{s,1} - x)$	19.613 MPa
$\Delta\sigma_{s,EC} = 1.75 * \Delta\sigma_{s,FLM3}$	34.323 MPa
$\Delta\sigma_{s,equ} = \lambda_s * \Delta\sigma_{s,EC}$	33.945 MPa
$\gamma_{F,fat} * \Delta\sigma_{s,equ} < \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{S,fat}$	33.945 < 141.304 MPa

Nosná konštrukcia, spriahajúca doska – priečny smer

Bola spočítaná programom STRAP.

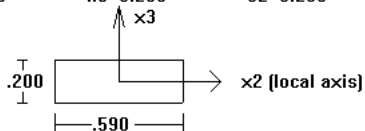
Statická schéma:



Prierezové charakteristiky:

PROPERTY NO. 1

A=0.1180E+00 I2=0.3933E-03 I3=0.3423E-02 J=0.1238E-02 SF2=0.850
Material = 1 - C35 Perimeter=1.580 SF3=0.850
h2=0.590 h3=0.200 e2=0.295 e3=0.100



Zaťaženie:

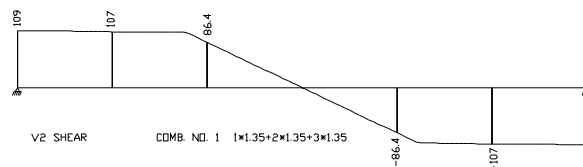
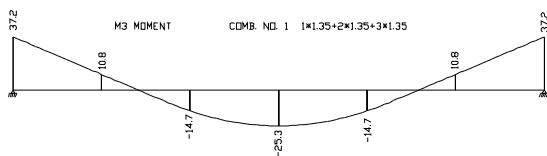
- Vlastná tiaž: - doska hrúbky 0,2m, betón C35/45, $\gamma_b = 25 \text{ kN/m}^3$
- Stále zaťaženie: - vozovka

obrusná vrstva + ochrana izolácie 0.085*24 2.04
izolácia 0.005*20 0.1

S 2.14 kN/m²

- Pohyblivé zaťaženie:

$$q = \frac{200}{(0.4+2*0.19)} = 256 \text{ kN/bm}$$



Nosná konštrukcia - priečny smer, maximálny moment

M_{ed}	0.025 MN	ocel'	B500
V_{ed}	0.000 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	0 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	435 MPa
betón 35/45			
f_{cd}	19.833 MPa		
f_{ctm}	3.2 MPa		

prierez

h	0.2 m		
d	0.114 m		
b	0.59 m		
krytie	c	50	
pozdĺžna nosná výstuž	ϕ_s	16 A_s	0.000201 m ²
	ϕ_{st}	28 A_{st}	0.000606 m ²
účinná výška prierezu			

$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	86 mm		
$d =$	$h - d_1$	0.114 m		
rameno vnútorných síl				
$z =$	0.85d	0.097 m		
$\rho_{min} =$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0017	> 0.0013	
$A_{smin} =$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.000112 m ²		1.12 cm ²
$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.056 m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.001514 m ²		15.14 cm ²
$x_B =$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.021	< x _{lim}	0.056 m
			min(x _B ; x _{lim})	0.021 m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	5.619	> A _{smin}	1.12
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ		40		
$\tan \theta$		0.8391		
$\cot \theta$		1.191754		
			pričná sila	
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 + A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.000 MN		
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) / 10000$	0.000 cm ²		
A_{sM+Q}	5.62 cm ²			
	f16/200	A_s	7.035 cm²	> 5.62 cm²
				< 15.14 cm²

Nosná konštrukcia - priečny smer moment + priečná sila

M_{ed}	0.015 MN	oceľ	B500
V_{ed}	0.086 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	0 MN	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15$	435 MPa
betón 35/45			
f_{cd}	19.833 MPa		
f_{ctm}	3.2 MPa		

prierez

h	0.2 m		
d	0.114 m		
b	0.59 m		
krytie	c	50	
pozdlžna nosná výstuž - 1 rad	ϕ_s	16 A _s	0.000201 m ²
	ϕ_{st}	28 A _{st}	0.000606 m ²
účinná výška prierezu			
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	86 mm	

d=	$h-d_1$	0.114	m		
rameno vnútorných síl					
z=	0.85d	0.097	m		
$\rho_{min}=$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0017	> 0.0013		
$A_{smin}=$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.00011192	m ²	1.12	cm ²
$x_{Blim}=$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.056	m		
$A_{smax}=$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.0015141	m ²	15.14	cm ²
$x_B=$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.012	< x_{lim}	0.056	m
			$\min(x_B; x_{lim})$	0.012	m
$A_{sreq}=$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	3.192	> A_{smin}	1.12	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ		40			
$\tan \theta$		0.83909963			
$\cot \theta$		1.19175359			
pričná sila					
$F_{tdl}=$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.102	MN		
$A_s=$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) / 10000$	1.179	cm ²		
A_{sM+Q}	4.37	cm ²			
f18/200	A_s	7.035	cm²	>	4.37 cm²
				<	15.14 cm²

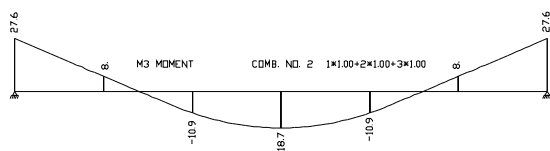
šmyková odolnosť prvkov bez šmykovej výstuže

h	0.2				
d	0.1				
b	0.59				
N _{ed}	0,11	MN			
V_{Rdc}	$[C_{Rdc} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d$	\geq	V_{Rdmin}		
kde					
C_{Rdc}	$0.18 / \gamma_c$	0.12			
k	$1 + (200/d)^{1/2}$	2.414	\leq	2	
σ_{cp}	N_{ED} / A_c	1.186441	\leq	$0.2 \cdot f_{cd}$	0.00 MPa
ρ_1	stupeň vystuženia pozdĺžnou výstužou				
ρ_1	$A_{st} / (b_w \cdot d)$	0.7035	<	0.02	
V_{Rdc}		0.241	MN	>	0.11
f_{cd}	23.33	MPa			
f_{ck}	35	MPa	V_{Rdmin}	<	V_{Rdc}
V_{Rdmin}	$0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$	0.586		<	$V_{Rd,max}$
$V_{rdc,min}$	$(V_{rdmin} + 0.15 \cdot 0.478) \cdot 0.41 \cdot 1$	0.076	<	0.241	<
					0.355 MN

v	$0.6 \cdot (1 - f_{ck}/250)$	0.516
$V_{Rd,max}$	$0.5 \cdot b_w \cdot d \cdot v \cdot f_{cd}$	0.355

Posúdenie trhlín

Charakteristická kombinácia



BETON	KBT = 0.00
ZB	BB
0.2000	0.5900
0.0000	0.5900

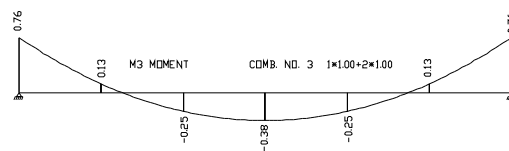
ZATIZENI

Oh. moment	Norm. sila	Poloha N.sily
-0.0190	0.0000	0.0000
-0.0004	0.0000	0.0000

VYSLEDKY

BETON		
Z	NAPETI	
	1	2
0.0000	-19.6585 < -21 MPa	-0.4139

kvázistála kombinácia



V Y Z T U Z	NVP = 5.228	
ZV	NV	DV1(-FV1)
0.1100	4.000	0.016000

VY Z T U Z

Z	NAPETI	
	1	2
0.1100	238.7167 < 400MPa	5.0256 < 160MPa

Priečniky - krajný priečnik, zaťaženie a uvažované kombinácie

Návrhová kombinácia: max M, V, a Mt

komb 1

$(vlt > 0 \Rightarrow 1,35 \times vlt, \text{ ak je } vlt < 0 \Rightarrow 1 \times vlt) + ((\max z 1,4 \times voz + osz \text{ a } 0,8 \times voz + osz) = sz > 0 \Rightarrow 1,35 \times sz, \text{ ak je } sz < 0 \Rightarrow 1 \times sz) + 1,2 \times \max pp + 1,5 \times 0,6 \times (\max T + \text{chodník}) + 1,35 \times (\max LM1 + \max q \text{ resp } ZS)$

komb 2

$(vlt > 0 \Rightarrow 1,35 \times vlt, \text{ ak je } vlt < 0 \Rightarrow 1 \times vlt) + ((\max z 1,4 \times voz + osz \text{ a } 0,8 \times voz + osz) = sz > 0 \Rightarrow 1,35 \times sz, \text{ ak je } sz < 0 \Rightarrow 1 \times sz) + 1,2 \times \max pp + 1,5 \times \max T + 1,5 \times 0,6 \times \text{chodník}) + 1,125 \times (\max LM1 + \max(q \text{ resp } ZS))$

návrhová kombinácia = max (k1 resp k2)

Kde max pp = (pp1 > 0 ⇒ pp1; ak pp1 < 0 ⇒ 0) + (pp2 > 0 ⇒ pp2; ak pp2 < 0 ⇒ 0) + (pp3 > 0 ⇒ pp3; ak pp3 < 0 ⇒ 0) + (pp4 > 0 ⇒ pp4; ak pp4 < 0 ⇒ 0)

Návrhová kombinácia: min M, V, a Mt

komb 1

(vlt < 0 ⇒ 1,35 x vlt, ak je vlt > 0 ⇒ 1 x vlt) + ((min z 1,4 x voz + osz a 0,8 x voz + osz) = sz < 0 ⇒ 1,35 x sz, ak je sz > 0 ⇒ 1 x sz) + 1,2 x min pp + 1,5 x 0,6 x (min T + min chodník) + 1,35 x (min LM1 + min (q resp ZS))

komb 2

(vlt < 0 ⇒ 1,35 x vlt, ak je vlt > 0 ⇒ 1 x vlt) + ((min z 1,4 x voz + osz a 0,8 x voz + osz) = sz < 0 ⇒ 1,35 x sz, ak je sz > 0 ⇒ 1 x sz) + 1,2 x min pp + 1,5 x min T + 1,5 x 0,6 x chodník) + 1,125 x (min LM1 + min (q resp ZS))

návrhová kombinácia = min (k1 resp k2)

kde max pp = (pp1 < 0 ⇒ pp1; ak pp1 > 0 ⇒ 0) + (pp2 < 0 ⇒ pp2; ak pp2 > 0 ⇒ 0) + (pp3 < 0 ⇒ pp3; ak pp3 > 0 ⇒ 0) + (pp4 < 0 ⇒ pp4; ak pp4 > 0 ⇒ 0)

návrhové hodnoty max M

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	maxM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	-2	0	0	1312	-5	1	1
1007	-297	88	31	1311	-239	-359	58
1006	-222	-65	-202	1310	-292	-373	-177
1319	-491	227	-340	1309	-578	-916	-269
5238	924	863	-949	1308	893	-796	-937
1423	836	822	1416	1307	965	-633	1657
	888	693	2705		1002	-613	3061
1123	29	-155	2918	1306	68	230	3008
1005	-988	-982	2806	1305	-975	949	2728

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	maxM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1004	-1401	-1184	1141	1304	-1318	1117	958
1003	486	-133	-1012	1303	464	-50	-986
1002	308	-232	-350	1302	263	-92	-349
1001	304	-397	-160	1301	257	41	-195
1000	31	0	-6	1300	29	0	-6
max	29	-155	2918	1002	-613	3061	

M _{ed}	3.061 MN	ocel'	B500	
V _{ed}	0.613 MN	f _{yk}		500 MPa
M _k	1.002 MN	f _{yd} = f _{yk} /1.15		435 MPa
betón 35/45				
f _{cd}	19.833 MPa			
f _{ctm}	3.2 MPa			

prierez

h	1.95	m			
d	1.84	m			
b	1.45	m			
A=	b*d	2.8275			
u=	2*(d+b)	6.8			
t _{ef} =	A/u	0.416	> 2as	0.18	
krytie	c	80			
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	ϕs	28	A _s	0.000616	m2
šmyková výstuž	ϕst	16	A _{st}	0.000201	m2
pozdlžna výstuž na krútenie	ϕsl	20	A _{sl}	0.000314	m2

$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	90 mm
$b_k =$	$b - t_{ef}$	1.034 m
$h_k =$	$h - t_{ef}$	1.534 m
$u_k =$	$2 \cdot (h_k + b_k)$	5.137 m
$A_k =$	$b_k \cdot h_k$	1.587 m ²
účinná výška prierezu		
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	110 mm
$d =$	$h - d_1$	1.84 m
rameno vnútorných síl		

z=	0.85d	1.564 m		
$\rho_{min}=$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0017	> 0.0013	
$A_{smin}=$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.00444 m ²	44.40 cm ²	
$x_{Blim}=$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.908 m		
$A_{smax}=$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.06006 m ²	600.60 cm ²	
$x_B=$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.059	< x _{lim}	0.908 m
			min(x _B ; x _{lim})	0.059 m
$A_{sreq}=$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	38.884	< A _{smin}	44.40 cm ²
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ		40		
tan θ		0.8391		
cot θ		1.191754		
		krútenie	priečna sila	
$F_{tdl}=$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.545647	0.731 MN	
$A_s=$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) / 10000$	12.54988	5.601 cm ²	
A_{sM+Q}	57.03 cm ²			
	10f28/150	A_s	60,6 cm²	> 57.03 cm²
				< 600.60 cm²

návrhové hodnoty min M

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	minM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	-3	0	-1	1312	-5	0	-1
1007	-264	14	-57	1311	-330	217	-147
1006	-467	67	-385	1310	-427	208	-479
1319	-837	-43	-719	1309	-740	294	-866
5238	1519	-184	-2158	1308	1380	256	-2332
1423	346	320	-975	1307	438	177	-1066
1123	-78	641	-666	1306	-6	-99	-629
1005	-344	835	-801	1305	-248	-286	-721
1004	-1005	826	-1434	1304	-939	-591	-1276
	-1363	1012	-3192		-1622	-675	-2885
1003	1542	209	-3006	1303	1542	-174	-2828
1002	619	216	-858	1302	632	45	-748
1001	507	286	-504	1301	504	119	-386

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	minM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1000	48	1	-12	1300	44	0	-11
-1363 1012 -3192				-1622 -675 -2885			

M_{ed}	3.192 MN	oceľ	B500
V_{ed}	1.363 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	1.012 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	435 MPa
betón 35/45			
f_{cd}	19.833 MPa		
f_{ctm}	3.2 MPa		

prierez

h	1.95 m		
d	1.768 m		
b	1.45 m		
$A = b \cdot d$	2.8275		
$u = 2 \cdot (d + b)$	6.8		
$t_{ef} = A/u$	0.416	$> 2a_s$	0.32
krytie	c	150	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	32 A_s	0.000804 m ²
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201 m ²
pozdlžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	20 A_{sl}	0.000314 m ²

$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	160 mm
$b_k = b - t_{ef}$	1.034 m
$h_k = h - t_{ef}$	1.534 m
$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$	5.137 m
$A_k = b_k \cdot h_k$	1.587 m ²

účinná výška prierezu

$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	182 mm
$d = h - d_1$	1.768 m

rameno vnútorných síl

$z = 0.85d$	1.503 m
$\rho_{min} = 0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0017 > 0.0013
$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.004266 m ² 42.66 cm ²

$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.872	m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.05771	m ²	577.10	cm ²
$x_B =$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.064	< x_{lim}	0.872	m
			$\min(x_B; x_{lim})$	0.064	m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	42.290	> A_{smin}	42.66	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ		40			
$\tan \theta$		0.8391			
$\cot \theta$		1.191754			
		krútenie	priečna sila		
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.551093	1.624	MN	
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000$	12.67513	12.453	cm ²	
A_{sM+Q}	67.42	cm ²			
	10f32/150	A_s	80,4	cm ²	> 67.42 cm ²
					< 577.10 cm ²

návrhové hodnoty max abs(max V3/minV3)

opora 1				opora 4			
Bm.	min V3	MT	M2	Bm.	max V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	-4	0	-1	1312	-1	0	1
1007	-401	115	17	1311	-150	126	-82
1006	-487	115	-373	1310	-215	126	-242
1319	-956	371	-630	1309	-346	157	-446
5238	298	329	-1043	1308	2055	-983	-1855
1423	97	643	-639	1307	1197	-562	1276
1123	-230	1084	36	1306	383	89	988
1005	-1012	-957	2695	1305	-62	177	160
1004	-1812	154	276	1304	-258	50	-526
	-1959	154	-2519		-367	50	-989
1003	455	121	-1041	1303	1558	-143	-2821
1002	260	131	-388	1302	638	11	-741
1001	215	111	-245	1301	577	11	-367
1000	31	0	-6	1300	44	0	-11
	-1959	154	-2519		2055	-983	-1855

návrhové hodnoty max abs(max Mt/minMt)

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	Max Mt	M2	Bm.	V3	Max Mt	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	-2	0	-1	1312	-8	1	0
1007	-255	408	-9	1311	-264	242	-137
1006	-318	408	-261	1310	-329	242	-397
1319	-603	895	-408	1309	-595	340	-712
5238	1435	1174	-1161	1308	939	490	-1801
1423	447	1246	-61	1307	656	586	-450
1123	-49	1441	306	1306	142	687	1272
	-158	1441	152		33	687	1401
1005	-560	1389	-293	1305	-719	1199	2242
1004	-1121	1265	-947	1304	-1221	1244	694
	-1230	1265	-2689		-1330	1244	-1197
1003	1058	714	-2316	1303	700	882	-1380
1002	448	304	-691	1302	360	391	-468
1001	403	304	-429	1301	315	391	-261
1000	48	1	-12	1300	31	0	-7
	-158	1441	152		-1330	1244	-1197

Šmyková odolnosť prierezov - návrh výstuže na šmyk a krútenie a posúdenie prierezu

Posúdenie tlakovej diagonály – krajné priečniky

betón C35/45

f_{ck} 35 MPa

f_{cd} 19.833 MPa

oceľ B500

f_{yk} 500

$f_{yd} = f_{yk} / 1.15$ 435 MPa

prierez

h 1.95 m

b 1.45 m

krytie strmeňov

c 150 mm

priemer strmeňov

ϕ_{st} 16 mm

pozdlžna výstuž na krútenie

ϕ_{sl} 25 mm

d1 c+φst+0.5*φsl 178.5 mm

d h-d1 1.7715 m

bw b-d1 1.2715 m

rameno vnútorných síl

z 0.85*d 1.505775 m

rozmery prierezu na krútenie

A b*h 2.8275 m²

u 2*(b+h) 6.8 m

tef A/u 0.416 m > 2*(c+φst+0.5*φsl)/1000 = 0.138 m

hk h-tef 1.534 m

bk b-tef 1.034 m

uk 2*(hk+bk) 5.137 m

Ak hk*bk 1.587 m²

tanθ tan(40) 0.8391

cotθ cot(40) 1.191754

v1 0.6*(1-35/250) 0.516

T_{rdmax} 2*Ak*tef*v1*fcd*(tanθ+cotθ)⁻¹ 6.649 MN

V_{rdmax} z*bw*v1*fcd/(tanθ+cotθ) 11.003 MN

Posúdenie

pozri tab $\frac{T_e}{T_{rdmax}} + \frac{V_e}{V_{rdmax}} < 1$

Návrh šmykovej výstuže

sklon tlakovej diagonály

cotθ cot(40) 1.191754

návrhová medza klzu

f_{yd} f_{ywk}/γ_s 434.783 MPa

návrh osemstrižný strmeň 8f16/200 A_{sw} 12,06 cm²

výstuž na krútenie f20/200 A_{swt} 3,14 cm²

s 0,2 m

- napätie v šmykovej výstuži

σ_{swd} T_{ed}/A_{swd}*s/2/Ak/cotθ+V_{ed}/A_{sw}*s/z/cotθ

1/A_{swt}*s/2/Ak/cotθ 168.424 násobok T_e

1/A_{sw}*s/z/cotθ 92.414 násobok V_e

max Mt - opora 1

	zodp V	max Mk	šmyková odolnosť - tlaková diagonála < 1	šmyková výstuž – napätie < 435	Hed (MN)	pozdĺžna výstuž na krútenie
	(kN)	(kN)		(MPa)	(MN)	(cm ²)
1007	-255	408	0.085	92.28	0.788	18.111
1006	-318	408	0.090	98.12	0.787	18.101
1319	-603	895	0.189	206.41	1.727	39.705
5238	1435	1174	0.307	330.35	2.266	52.098
1423	447	1246	0.228	251.23	2.406	55.300
1123	-49	1441	0.221	247.26	2.782	64
1005	-560	1389	0.260	285.67	2.680	61.618
1004	-1121	1265	0.292	316.69	2.442	56.140
1003	1058	714	0.204	218.00	1.377	31.665
1002	448	304	0.086	92.56	0.586	13.475
1001	403	304	0.082	88.40	0.586	13.483
1000	48	1	0.004	4.56	0.002	0.042

max Mt- opora 4

	zodp V	max Mk	šmyková odolnosť - tlaková diagonála < 1	šmyková výstuž – napätie < 435	Hed	pozdĺžna výstuž na krútenie
	(kN)	(kN)		(MPa)	(MN)	(cm ²)
1311	-150	126	0.033	35.13	0.244	5.603
1310	-215	126	0.038	41.07	0.243	5.593
1309	-346	157	0.055	58.44	0.303	6.971
1308	2055	-983	0.335	355.39	1.896	43.596
1307	1197	-562	0.193	205.24	1.085	24.936
1306	383	89	0.048	50.39	0.172	3.953
1305	-62	177	0.032	35.57	0.342	7.861
1304	-258	50	0.031	32.22	0.096	2.213
1303	1558	-143	0.163	168.13	0.276	6.350
1302	638	11	0.060	60.82	0.021	0.483
1301	577	11	0.054	55.21	0.022	0.501
1300	44	0	0.004	4.13	0.000	0.007

šmyková odolnosť - návrh pozdĺžnej výstuže na krútenie

Pozdĺžna výstuž na krútenie

H_{Ed1}	$T_{ed}/2/A_k \cdot u_k \cdot \cot\theta$		
	$1/2/A_k \cdot u_k \cdot \cot\theta$	1,93	
Ast		64 cm ²	
s		0,2 m	
n	u_k/s	25,7 \Rightarrow	25 ks
návrh	Ast/n	2.56 \Rightarrow	25 ϕ 20 Ast
			3.14 cm ²

Posúdenie krajného priečnika z hľadiska únavového zaťaženia.

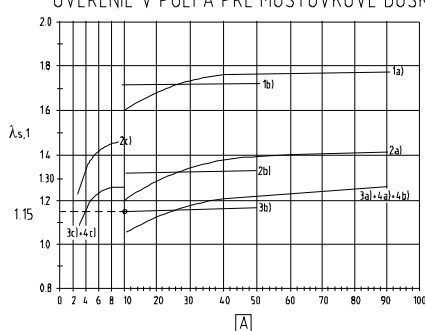
únavové vozidlo max M

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
1008	0	0	0	1312	0	0	0
1007	-14	42	17	1311	-16	-56	25
1006	-13	32	5	1310	-5	-78	13
1319	-57	21	39	1309	-20	-129	41
5238	126	93	45	1308	119	-180	53
1423	60	-64	362	1307	63	61	369
1123	-11	-17	539	1306	-15	37	568
1005	-136	-137	503	1305	-92	-1	531
1004	-215	-93	356	1304	-225	93	354
1003	-13	-18	35	1303	-12	12	21
1002	-6	-7	12	1302	-5	3	6
1001	9	-69	14	1301	9	42	4
1000	0	0	0	1300	0	0	0

Metóda ekvivalentného rozkmitu napätí - cestné mosty

Súčiniteľ $\lambda_{s,1}$

OVERENIE V POLI A PRE MOSTOVKOVÉ DOSKY



- 1) spojky
- 2) zakrivené káble v oceľových kanálikoch
- 3) betonárska oceľ vopred predpätá (všetky) dotatočne predpätá
 - laná v plastových kanálikoch
 - priame káble v oceľových kanálikoch
- 4) šmyková výstuž
 - a) spojitý nosník
 - b) jednopólový nosník
 - c) mostovková doska

[A] dĺžka vplyvovej čiary

λ_1	1.15	
λ_2	0.86	
λ_3	1	
λ_4	1	
λ_5	0.99	
E_s	200 GPa	
E_{cm}	34 GPa	

$\alpha_e = E_s / E_{cm} = 5.882$

B E T O N	KBT = 0.00	V Y Z T U Z	NVP = 5.882
ZB BB		ZV NV DV1(-FV1)	
1.9500 1.4500		0.1000 10.000 0.028000	
0.0000 1.4500			

Z A T I Z E N I

Oh. moment	Norm. sila	Poloha N.sily
0.5680	0.0000	0.0000
0.8960	0.0000	0.0000

V Y S L E D K Y

B E T O N			V Y Z T U Z		
Z	N A P E T I		Z	N A P E T I	
	1	2		1	2
1.9500	-1.5925	-2.5122 MPa	0.1000	52.5119 MPa	82.8356

$M_{FLM3} =$	0.568 MNm
$\Delta\sigma_{s,FLM3} = \alpha_e * M_{FLM3} / I_{ir} * (d_{s,1} - x)$	52,51 MPa
$\Delta\sigma_{s,EC} = 1.4 * \Delta\sigma_{s,FLM3}$	73,514 MPa
$\Delta\sigma_{s,equ} = \lambda_s * \Delta\sigma_{s,EC}$	72,705 MPa
$\gamma_{F,fat} * \Delta\sigma_{s,equ} < \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{S,fat}$	72,705 < 141.304 MPa

Overenie únavovej odolnosti betónu - maximálny moment častá kombinácia – opora 1

vlt + sz+ max pp + 0.4 x max q + 0.75 max TDI + 0.5 x max T
 zodp: vlt + sz+ max pp - 0.4 x min q - 0.75 min TDI + 0.5 x max T

Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	zodpminM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	-1	0	0	1008	-2	0	0
1007	-269	-20	9	1007	-246	-13	-22

Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	zodpminM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1006	-268	-95	-225	1006	-310	-11	-268
1319	-512	23	-405	1319	-543	-88	-505
5238	635	151	-1168	5238	942	-156	-1432
1423	535	43	51	1423	273	73	-664
	502	-60	839		145	218	-355
1123	47	-129	863	1123	-23	278	-322
1005	-499	-187	842	1005	-333	385	-410
1004	-877	-156	94	1004	-584	369	-853
1003	547	-1	-1178	1003	889	98	-1770
1002	317	-64	-408	1002	387	134	-537
1001	292	-155	-219	1001	332	157	-316
1000	32	0	-7	1000	34	1	-8

Časť kombinácia – opora 4

Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	zodpminM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1312	-4	1	0	1312	-4	1	0
1311	-228	-133	-2	1311	-220	117	-79
1310	-288	-141	-228	1310	-289	113	-303
1309	-538	-308	-400	1309	-496	150	-555
1308	732	-351	-1162	1308	795	139	-1473
1307	538	-371	100	1307	287	48	-687
1306	52	-231	885	1306	51	-19	-351
1305	-486	-223	889	1305	-251	-136	-376
1304	-835	-53	98	1304	-577	-323	-819
1303	556	-113	-1167	1303	904	-159	-1739
1302	302	-99	-395	1302	402	-54	-498
1301	277	-46	-219	1301	333	-16	-268
1300	30	0	-6	1300	32	0	-7

Návrhová hodnota únavovej pevnosti betónu

Pre normálne tuhnúci betón $s = 0,25$,

vek betónu pri nástupe únavového zaťaženia $t_0 = 30$ dní

f_{ck}

35 MPa

γ_c

1.5

$f_{cd,fat} =$

$0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck} / \gamma_c \cdot (1 - f_{ck} / 250),$

kde

$\beta_{cc}(t_0) =$

$e^{(0,25 \cdot (1 - \sqrt{28/30}))}$

1.0085

$f_{cd,fat} =$ **17.20** MPa
 $M_{Efrg,min} =$ -0.375 MNm
 $\sigma_{cmin} =$ 0.00 MPa
 $M_{Efrg,max} =$ 0.896 MNm
 $\sigma_{cmax} =$ 2,5122 MPa

$$\sigma_{cmax} / f_{cd,fat} < 0.5 + 0.45 \cdot \sigma_{cmin} / f_{cd,fat} < 0.9$$

$$0.146 < 0.5 < 0.9$$

kde: $\Delta\sigma_{Rsk}$ 162.5 MPa je únavová odolnosť ocele tab 6.3N - Parametre pre S-N krivky pre betonársku oceľ a súčinitele pre overenie únavy betonárskej výstuže: 1.75 pre oblasti nad podperou, 1.4 pre stred konštrukcie

únavové vozidlo min M

opora 1

opora 4

Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	minM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	0	0	0	1312	0	0	0
1007	-2	39	-2	1311	-1	5	-2
1006	-2	54	-4	1310	-1	3	-3
1319	-1	22	-4	1309	-1	8	-5
5238	132	-125	-29	1308	114	166	-81
1423	-43	155	-52	1307	-21	1	-29
1123	-45	185	-102	1306	-41	-161	-69
1005	-53	221	-144	1305	-48	-189	-106
1004	-94	203	-171	1304	-84	-162	-143
	-94	203	-310		-84	-162	-267
1003	168	85	-267	1303	170	-67	-242
1002	35	22	-34	1302	33	6	-22
1001	31	32	-13	1301	2	50	-4
1000	0	0	0	1300	0	0	0

λ_1 1.15
 λ_2 0.86
 λ_3 1
 λ_4 1
 λ_5 0.99
 E_s 200 GPa
 E_{cm} 34 GPa
 $\alpha_e = E_s / E_{cm}$ 5.882

Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	zodpmaxM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1001	374	165	-362	1001	313	-151	-243
1000	35	1	-8	1000	32	0	-7

častá kombinácia – opora 4

Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	zodpmaxM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1312	-4	0	0	1312	-4	0	0
1311	-262	125	-89	1311	-249	-129	-7
1310	-330	122	-350	1310	-309	-136	-252
1309	-581	160	-636	1309	-580	-303	-440
1308	897	156	-1688	1308	783	-342	-1270
1307	347	68	-758	1307	567	-360	65
1306	34	-42	-361	1306	44	-243	880
1305	-226	-161	-403	1305	-474	-235	876
1304	-643	-297	-838	1304	-868	-40	89
	-996	-326	-1900		-697	126	-1193
1303	975	-129	-1867	1303	592	-98	-1231
1302	432	-31	-532	1302	318	-88	-412
1301	363	7	-283	1301	293	-35	-227
1300	32	0	-7	1300	30	0	-6

Návrhová hodnota únavovej pevnosti betónu

Pre normálne tuhnúci betón $s = 0,25$,

vek betónu pri nástupe únavového zaťaženia $t_0 = 30$ dní

f_{ck} 35 MPa

γ_c 1.5

$f_{cd,fat} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck} / \gamma_c \cdot (1 - f_{ck} / 250)$, kde

$\beta_{cc}(t_0) = e^{(0,25 \cdot (1 - \sqrt{28/30}))}$ 1.0085

$f_{cd,fat} =$ **17.20** MPa

$M_{Efrg,min} =$ -1.254 MNm

$\sigma_{cmin} =$ 5,16 MPa

$M_{Efrg,max} =$ -2.071 MNm

$\sigma_{cmax} =$ 8,52 MPa

$$\sigma_{cmax} / f_{cd,fat} < 0.5 + 0.45 \cdot \sigma_{cmin} / f_{cd,fat} < 0.9$$

$$0.495 < 0.635 < 0.9$$

kde: $\Delta\sigma_{Rsk}$ 162.5 MPa je únavová odolnosť ocele tab 6.3N - Parametre pre S-N krivky pre betonársku oceľ a súčinitele pre overenie únavy betonárskej výstuže: 1.75 pre oblasti nad podperou, 1.4 pre stred konštrukcie

Posúdenie na únavu – výstuž na šmyk a krútenie

Priečník - opora 4 - únavové vozidlo

maxV3	zodpMT	šmyková výstuž - napätie	šmyková výstuž - napätie x1.4 (1,75) < 141.3 MPa	min V3	zodp Mt	šmyková výstuž - napätie	šmyková výstuž - napätie x1.4 (1,75) < 141.3 MPa
(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)
0.3	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
6.3	-7.9	1.9	2.5	-16.6	-41.0	8.4	11.2
12.8	-15.3	3.8	6.3	-65.5	-12.3	8.1	13.5
228.0	-25.0	25.3	42.0	-38.6	-86.0	18.0	30.0
145.9	-62.6	24.0	32.0	-39.1	-122.6	24.3	32.3
68.4	-79.7	19.7	26.3	-71.2	138.5	29.9	39.8
9.8	-4.0	1.6	2.1	-148.9	120.0	34.0	45.2
14.6	20.7	4.8	8.0	-225.2	92.7	36.4	60.6
169.8	-67.0	27.0	44.8	-11.6	12.0	3.1	5.1
33.3	-2.0	3.4	4.5	-5.0	3.9	1.1	1.5
33.4	-1.9	3.4	4.5	-5.0	3.9	1.1	1.5
0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	0.0	0.0	0.0

maxV3	zodpMT	šmyková výstuž - napätie	šmyková výstuž - napätie x1.4 (1,75) < 141.3 MPa	min V3	zodp Mt	šmyková výstuž - napätie	šmyková výstuž - napätie x1.4 (1,75) < 141.3 MPa
(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	-0.1	0.0	0.0
3.2	7.7	1.6	2.1	-4.5	-78.2	13.6	18.1
-39.2	27.6	8.3	13.7	-7.2	-144.5	25.0	41.6
108.7	171.9	39.0	64.8	79.6	-192.6	39.8	66.2
36.3	306.7	55.0	73.2	22.8	-241.8	42.8	57.0
12.4	295.6	50.9	67.7	-36.7	-301.7	54.2	72.1
-46.1	252.4	46.8	62.2	-49.6	-354.1	64.2	85.4
-108.5	204.3	44.4	73.9	-93.3	-320.5	62.6	104.1
11.6	148.0	26.0	43.2	111.2	-141.0	34.0	56.6
3.6	75.9	13.1	17.4	21.9	-23.4	6.0	7.9
3.7	75.9	13.1	17.5	21.9	-23.4	6.0	7.9
-0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		max	73.9	<	141.3	>	104.1

Posúdenie z hľadiska trhlín

Charakteristická kombinácia – max M

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	-1	0	0	1312	-4	1	1
1007	-280	32	19	1311	-233	-240	25
1006	-264	-84	-218	1310	-289	-250	-205
1319	-530	127	-381	1309	-558	-503	-343
5238	694	352	-1107	1308	830	-591	-1057
1423	662	165	394	1307	661	-552	486
1123	45	-158	1433	1306	43	-269	1479
	-55	-196	1426		-41	-129	1482
1005	-632	-325	1398	1305	-617	-255	1468
1004	-1100	-281	466	1304	-1057	53	459
1003	528	-98	-1106	1303	531	-100	-1119
1002	312	-146	-381	1302	292	-94	-382
1001	298	-269	-192	1301	279	-6	-210
1000	32	0	-6	1300	30	0	-6

Charakteristická kombinácia – min M

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	-2	0	-1	1312	-4	0	0
1007	-209	18	-40	1311	-260	137	-95
1006	-348	96	-289	1310	-333	129	-355
1319	-621	20	-534	1309	-588	185	-646
5238	1174	-117	-1592	1308	1006	211	-1748
1423	264	239	-722	1307	330	78	-791
1123	-42	455	-455	1306	13	-85	-430
1005	-315	608	-557	1305	-242	-234	-498
1004	-767	608	-1066	1304	-709	-435	-946
	-994	771	-2385		-1184	-515	-2146
1003	1140	181	-2243	1303	1139	-149	-2100

Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1002	467	157	-647	1302	470	16	-560
1001	404	198	-378	1301	379	90	-290
1000	35	1	-8	1300	32	0	-7

Kvázistála kombinácia

opora 1				opora 4			
Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1008	-2	0	0	1312	-4	0	0
1007	-207	-104	-24	1311	-247	92	-75
1006	-320	-103	-258	1310	-311	91	-319
1319	-590	-147	-486	1309	-553	97	-583
5238	656	-160	-1445	1308	691	21	-1543
1423	347	-118	-548	1307	376	62	-639
1123	40	-7	-170	1306	70	-6	-191
1005	-206	42	-181	1305	-176	-62	-177
1004	-556	95	-616	1304	-546	-160	-551
	-691	21	-1540		-655	-160	-1441
1003	695	33	-1511	1303	699	-146	-1438
1002	355	90	-521	1302	364	-101	-465
1001	310	90	-317	1301	319	-101	-255
1000	34	1	-8	1300	32	0	-7

BETON	KBT = 0.00	VYŽTUŽ	NVP = 5.882
ZB	BB	ZV	NV DV1(-FV1)
1.9500	1.4500	1.3500	10.000 0.032000
0.0000	1.4500		

ZATIZENI

Oh. moment	Norm. sila	Poloha N.sily
-1.5400	0.0000	0.0000
-2.3850	0.0000	0.0000

VYSLEDKY

BETON

Z NAPETI

1 2

1.9500 0.0000 0.0000
0.0000 -6.3319 **-9.8063 < -18 MPa**

VYZTUZ

Z NAPETI

1 2

1.3500 **151.8085 < 160 MPa** **235.1060 < 400 MPa**

Vnútorne priečniky

návrhové hodnoty max M

podpera 2				podpera 3			
Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	maxM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-3	0	1	1208	-3	0	1
1107	-724	-316	43	1207	-691	-453	65
1106	-718	-485	-577	1206	-715	-495	-551
297	-1508	-864	-1026	2418	-1518	-1328	-952
5236	1934	-1055	-3137	5237	1884	-1282	-3044
1241	1832	40	1596	1209	1817	-166	1648
983	59	105	4429	1149	79	171	4405
1105	-2064	-228	4205	1205	-2047	91	4176
1104	-2883	-654	1101	1204	-2904	-263	1028
1103	1446	-300	-3049	1203	1460	-275	-3115
1102	751	-207	-990	1202	757	-188	-1021
1101	710	-419	-545	1201	731	-436	-568
1100	51	0	-10	1200	51	0	-10
59 105 4429				79 171 4405			

M _{ed}	4.429 MNm	oceľ B500
V _{ed}	0.06 MN	f _{yk} 500 MPa
M _k	0.105 MN	f _{yd} = f _{yk} /1.15 435 MPa
betón 35/45		
f _{cd}	19.833 MPa	
f _{ctm}	3.2 MPa	
prierez		
h	1.95 m	
d	1.8215 m	

b	2.4	m		
A= b*d	4.68	m ²		
u= 2*(d+b)	8.7	m		
t _{ef} = A/u	0.538	> 2as	0.22	
krytie	c		100	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	φs	25	A _s	0.000491 m ²
šmyková výstuž	φst	16	A _{st}	0.000201 m ²
pozdlžna výstuž na krútenie	φsl	20	A _{sl}	0.000314 m ²
a _s = c+φst+0.5*φsl	110	mm		
b _k = b-t _{ef}	1.862	m		
h _k = h-t _{ef}	1.412	m		
u _k = 2*(h _k +b _k)	6.548	m		
A _k = b _k *h _k	2.629	m ²		
účinná výška prierezu				
d ₁ = c+φst+0.5*φs	128.5	mm		
d= h-d ₁	1.8215	m		
rameno vnútorných síl				
z= 0.85d	1.548	m		
ρ _{min} = 0.26*f _{ctm} /f _{yk}	0.0017	> 0.0013		
A _{smin} = ρ _{min} *b*d	0.007274	m ²	72.74	cm ²
x _{Blim} = 560*d/(700+f _{yd})	0.899	m		
A _{smax} = x _{Blim} *b*f _{cd} /f _{yd}	0.09841	m ²	984.10	cm ²
x _B = d-sqrt(d^2-2*M _{ED} /(b*f _{cd}))	0.052	< x _{lim}	0.899	m
		min(x _B ;x _{lim})	0.052	m
A _{sreq} = x _B *b*f _{cd} /f _{yd} *10000	56.732	> A _{smin}	72.74	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ	40			
tanθ	0.8391			
cotθ	1.191754			
		krútenie	priečna sila	
F _{tdl} = (T _{ED} /2/A _k *u _k +V _{ed2})*cotθ	0.057109	0.072	MN	
A _s = 0.5*(F _{tdl} /f _{yd})/10000	1.313509	0.548	cm ²	
A _{sM+Q}	72.74	cm ²		
	16f25/150	A _s	78.56	cm ²
			>	72.74
			<	984.10
				cm ²

návrhové hodnoty min M

podpera 2				podpera 3			
Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	minM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-5	0	0	1208	-4	0	-1
1107	-960	583	-249	1207	-994	693	-240
1106	-1224	647	-1215	1206	-1191	841	-1199
297	-2443	1099	-2138	2418	-2449	1198	-2103
5236	3249	1458	-6117	5237	3106	1604	-6057
1241	1190	1249	-2455	1209	1180	1259	-2397
983	-20	1176	-1093	1149	-55	1079	-1032
1105	-857	1282	-1230	1205	-876	1048	-1217
1104	-2652	1215	-2920	1204	-2650	758	-2883
1103	3668	1285	-7235	1203	3512	963	-7197
1102	1536	749	-2182	1202	1499	561	-2163
1101	1384	761	-1279	1201	1387	577	-1280
1100	73	0	-16	1200	73	0	-16
3668		1285	-7430		3512	963	-7378

M_{ed}	7.43 MNm	oceľ	B500
V_{ed}	3.668 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	1.285 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	435 MPa
betón 35/45			
f_{cd}	19.833 MPa		
f_{ctm}	3.2 MPa		
prierez			
h	1.95 m		
d	1.768 m		
b	2.4 m		
$A = b \cdot d$	4.68		
$u = 2 \cdot (d + b)$	8.7		
$t_{ef} = A/u$	0.538	$> 2a_s$	0.32
krytie	c		150
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	32 A_s	0.000804 m ²
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201 m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	20 A_{sl}	0.000314 m ²
$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	160 mm		

$b_k =$	$b - t_{ef}$	1.862 m		
$h_k =$	$h - t_{ef}$	1.412 m		
$u_k =$	$2 \cdot (h_k + b_k)$	6.548 m		
$A_k =$	$b_k \cdot h_k$	2.629 m ²		
účinná výška prierezu				
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	182 mm		
$d =$	$h - d_1$	1.768 m		
rameno vnútorných síl				
$z =$	0.85d	1.503 m		
$\rho_{min} =$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0017	> 0.0013	
$A_{smin} =$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.007061 m ²		70.61 cm ²
$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.872 m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.09552 m ²		955.20 cm ²
$x_B =$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.091	< x_{lim}	0.872 m
			$\min(x_B; x_{lim})$	0.091 m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	99.199	> A_{smin}	70.61
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ		40		
$\tan \theta$		0.8391		
$\cot \theta$		1.191754		
		krútenie	pričná sila	
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.698907		4.371 MN
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000$	16.07485		33.514 cm ²
A_{sM+Q}		148.79 cm ²		
	16f32/150+5f32/150	A_s	168.84 cm²	> 148.79 cm²
				< 955.20 cm²

návrhové hodnoty max abs(max V3/minV3)

podpera 2				podpera 3			
Bm.	max V3	MT	M2	Bm.	max V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-1	0	0	1208	-1	0	0
1107	-573	-123	-39	1207	-561	-43	-37
1106	-680	-124	-587	1206	-668	-43	-574
297	-1278	-252	-1090	2418	-1262	-189	-1050
5236	4207	331	-5623	5237	4190	205	-5554
1241	2337	449	741	1209	2320	378	787

podpera 2				podpera 3			
Bm.	max V3	MT	M2	Bm.	max V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
983	488	161	1463	1149	464	109	1504
1105	-494	-296	235	1205	-515	-175	151
1104	-1157	-241	-1237	1204	-1180	-275	-1266
1103	3548	550	-7153	1203	3550	-7	-7118
1102	1547	442	-2151	1202	1545	215	-2140
1101	1445	442	-1236	1201	1442	216	-1226
1100	73	0	-16	1200	73	0	-16
4207 331 -5623				4190 205 -5554			

návrhové hodnoty max abs(max Mt/minMt)

podpera 2				podpera 3			
Bm.	V3	Max MT	M2	Bm.	V3	Max MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-6	0	0	1208	-6	0	0
1107	-970	944	-167	1207	-1033	919	-194
1106	-1113	944	-1078	1206	-1177	919	-1159
297	-2305	1645	-1845	2418	-2411	1557	-2009
5236	3569	1984	-5258	5237	3172	1924	-5848
1241	1592	2463	-1260	1209	1598	2364	-1301
983	-24	2855	304	1149	35	2658	295
	-268	2855	87		-209	2658	165
1105	-1431	2716	-2	1205	-1380	2531	687
1104	-3108	2550	-2177	1204	-2938	2319	-1921
1103	3132	1724	-6700	1203	2520	1682	-5420
1102	1269	912	-1902	1202	1204	941	-1783
1101	1168	912	-1157	1201	1104	941	-1078
1100	72	0	-16	1200	73	0	-16
-268 2855 87				-209 2658 165			

Šmyková odolnosť prierezov - návrh výstuže na šmyk a krútenie a posúdenie prierezu

Posúdenie tlakovej diagonály -vnútorné priečniky

betón C35/45

f_{ck} 35 MPa

f_{cd} 19.833 MPa

oceľ B500

f_{yk}		500	
$f_{yd} = f_{yk}/1.15$		435	MPa
prierez			
h		1.95	m
b		2.4	m
krytie strmeňov			
c		150	mm
priemer strmeňov			
ϕ_{st}		16	mm
pozdĺžna výstuž na krútenie			
ϕ_{sl}		25	mm
d1	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	178.5	mm
d	$h - d1$	1.7715	m
bw	$b - d1$	2.2215	m
rameno vnútorných síl			
z	$0.85 \cdot d$	1.505775	m
rozмеры prierezu na krútenie			
A	$b \cdot h$	4.68	m ²
u	$2 \cdot (b + h)$	8.7	m
tef	A/u	0.538	m
hk	$h - tef$	1.412	m
bk	$b - tef$	1.862	m
uk	$2 \cdot (hk + bk)$	6.548	m
Ak	$hk \cdot bk$	2.629	m ²
$\tan \theta$	$\tan(40)$	0.8391	
$\cot \theta$	$\cot(40)$	1.191754	
v1	$0.6 \cdot (1 - 35/250)$	0.516	
T_{rdmax}	$2 \cdot Ak \cdot tef \cdot v1 \cdot f_{cd} \cdot (\tan \theta + \cot \theta)^{-1}$	14.255	MN
V_{rdmax}	$z \cdot bw \cdot v1 \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	18.211	MN

Posúdenie

pozri tab

$$\frac{T_s}{T_{rdmax}} + \frac{V_s}{V_{rdmax}} < 1$$

Návrh šmykovej výstuže

sklon tlakovej diagonály

$\cot \theta$ $\cot(40)$ 1.191754

návrhová medza klzu

f_{yd} f_{yk}/γ_s 434.783 MPa

návrh desaťstrižný strmeň **10f16/200mm** A_{sw} 20.1 cm²

výstuž na krútenie **f22/200** A_{swt} 3.8

s 0.2 m

- napätie v šmykovej výstuži

$$\sigma_{swd} = T_{ed}/A_{swd} \cdot s/2/A_k/\cot\theta + V_{ed}/A_{sw} \cdot s/z/\cot\theta$$

$$1/A_{swt} \cdot s/2/A_k/\cot\theta$$

83.980 násobok T_e

$$1/A_{sw} \cdot s/z/\cot\theta$$

55.448 násobok V_e

max Mt- podpera2

	zodp V	max Mk	šmyková odolnosť - tlaková diagonála < 1	šmyková výstuž – napätie < 435	Hed (MN)	pozdĺžna výstuž na krútenie
	(kN)	(kN)		(MPa)	(MN)	(cm ²)
1108	-6	0	0.000	0.37	0.001	0.015
1107	-970	944	0.119	133.04	1.401	32.200
1106	-1113	944	0.127	140.96	1.400	32.191
297	-2305	1645	0.242	265.97	2.442	56.133
5236	3569	1984	0.335	364.57	2.945	67.698
1241	1592	2463	0.260	295.09	3.655	84.020
983	-24	2855	0.202	241.09	4.236	97.4
	-268	2855	0.215	254.61	4.236	97.4
1105	-1431	2716	0.269	307.44	4.031	92.669
1104	-3108	2550	0.350	386.45	3.784	86.978
	-3352	2550	0.363	400	3.784	86.978
1103	3132	1724	0.293	318.43	2.558	58.809
1102	1269	912	0.134	146.98	1.354	31.123
1101	1168	912	0.128	141.42	1.354	31.129
1100	72	0	0.004	4.06	0.001	0.016

šmyková odolnosť - návrh pozdĺžnej výstuže na krútenie

Pozdĺžna výstuž na krútenie

$$H_{Ed1} = T_{ed}/2/A_k \cdot u_k \cdot \cot\theta$$

$$1/2/A_k \cdot u_k \cdot \cot\theta$$

1.484

Ast

97.4 cm²

s

0.2 m

n

u_k/s

32.74138 ⇒

32 ks

návrh

Ast/n

3.044 ⇒

32 f20/200

Ast

3.14 cm²

Posúdenie vnútorného priečnika z hľadiska únavového zaťaženia.

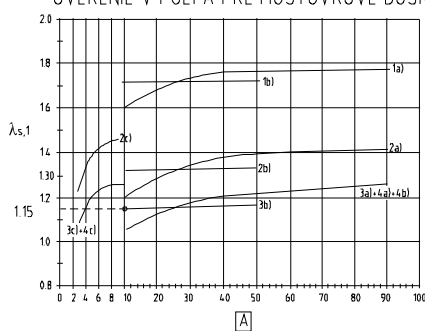
únavové vozidlo max M

Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
1108	0	0	0	1208	0	0	0
1107	-27	25	24	1207	-30	-26	24
1106	-9	-78	5	1206	-12	-86	9
297	-95	-22	33	2418	-44	-126	32
5236	-12	11	21	5237	-15	-20	33
1241	72	-5	404	1209	72	16	403
983	-17	22	622	1149	-16	30	624
1105	-104	22	576	1205	-105	16	581
1104	-258	3	393	1204	-261	20	394
1103	-13	-17	32	1203	-11	7	21
1102	-6	-8	11	1202	-4	1	6
1101	10	-90	9	1201	8	-79	5
1100	0	0	0	1200	0	0	0

Metóda ekvivalentného rozkmitu napätí - cestné mosty

Súčiniteľ $\lambda_{s,1}$

OVERENIE V POLI A PRE MOSTOVKOVÉ DOSKY



- 1) spojky
 - 2) zakrivené káble v oceľových kanálikoch
 - 3) betónárska oceľ
 - vopred predpätá (všetky)
 - dotatočne predpätá
 - laná v plastových kanálikoch
 - priame káble v oceľových kanálikoch
 - 4) šmyková výstuž
 - a) spojitý nosník
 - b) jednopólový nosník
 - c) mostovková doska
- A) dĺžka vplyvovej čiary

λ_1	1.15
λ_2	0.86
λ_3	1
λ_4	1
λ_s	0.99
E_s	200 GPa
E_{cm}	34 GPa

$\alpha_e =$ E_s/E_{cm} 5.882

BETON	KBT = 0.00	VYZTUZ	NVP = 5.882
ZB BB		ZV NV	DV1(-FV1)
1.9500 2.4000		0.1000 16.000	0.025000
0.0000 2.4000			

ZATIZENI

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily

1.1270	0.0000	0.0000
0.6240	0.0000	0.0000

VYSLEDKY

BETON			VYZTUZ		
Z	NAPETI		Z	NAPETI	
	1	2		1	2
1.9500	-2.1402	-1.1850	0.1000	81.1973	44.9575

$M_{FLM3} =$	0.624 MNm
$\Delta\sigma_{s,FLM3} =$	$\alpha_e * M_{FLM3} / I_{ir} * (d_{s,1} - x)$ 44,958 MPa
$\Delta\sigma_{s,EC} =$	1.4 * $\Delta\sigma_{s,FLM3}$ 62,941 MPa
$\Delta\sigma_{s,eq} =$	$\lambda_s * \Delta\sigma_{s,EC}$ 62,249 MPa
$\gamma_{F,fat} * \Delta\sigma_{s,eq} < \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{S,fat}$	62,249 < 141.304 MPa

Overenie únavovej odolnosti betónu - maximálny moment častá kombinácia – podpera 2

vlt + sz+ max pp + 0.4 x max q + 0.75 max TDI + 0.5 x max T

zodp: vlt + sz+ max pp - 0.4 x min q - 0.75 min TDI + 0.5 x max T

Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	zodpminM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-3	0	0	1108	-3	0	0
1107	-687	-162	-28	1107	-700	287	-138
1106	-737	-254	-639	1106	-805	257	-786
297	-1488	-491	-1143	297	-1541	440	-1406
5236	1794	-622	-3373	5236	1983	627	-3923
1241	1124	-602	-520	1241	810	498	-1628
983	76	-392	1127	983	49	634	-515
1105	-1045	-452	1098	1105	-850	692	-586
1104	-1874	-397	-480	1104	-1588	560	-1789
1103	1535	-108	-3270	1103	2035	604	-4290

Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	zodpminM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1102	780	-44	-1070	1102	954	354	-1359
1101	725	-176	-611	1101	874	360	-800
1100	51	0	-11	1100	53	0	-11

častá kombinácia – podpera 3

Bm.	V3	MT	maxM2	Bm.	V3	MT	zodpminM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1208	-3	0	0	1208	-3	0	0
1207	-645	-189	-15	1207	-658	320	-125
1206	-730	-226	-616	1206	-789	348	-758
2418	-1470	-468	-1097	2418	-1530	542	-1355
5237	1752	-678	-3285	5237	1876	752	-3833
1209	1093	-646	-469	1209	783	521	-1563
1149	80	-387	1125	1149	48	602	-502
1205	-1047	-452	1109	1205	-847	582	-573
1204	-1895	-405	-512	1204	-1616	343	-1818
1203	1551	-140	-3338	1203	2052	431	-4346
1202	789	-72	-1100	1202	963	236	-1383
1201	741	-239	-633	1201	883	240	-819
1200	51	0	-11	1200	53	0	-11

Návrhová hodnota únavovej pevnosti betónu

Pre normálne tuhnúci betón $s = 0,25$,

vek betónu pri nástupe únavového zaťaženia $t_0 = 30$ dní

f_{ck} 35 MPa

γ_c 1.5

$f_{cd,fat} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck} / \gamma_c \cdot (1 - f_{ck} / 250)$, kde

$\beta_{cc}(t_0) = e^{(0,25 \cdot (1 - \ln(28/30)))}$ 1.0085

$f_{cd,fat} = 17.20$ MPa

$M_{Efrg,min} = -0.596$ MNm

$\sigma_{cmin} = 0.00$ MPa

$M_{Efrg,max} = 1.127$ MNm

$\sigma_{cmax} = 2,14$ MPa

$$\sigma_{cmax} / f_{cd,fat} < 0.5 + 0.45 \cdot \sigma_{cmin} / f_{cd,fat} < 0.9$$

$$0.124 < 0.5 < 0.9$$

kde: $\Delta\sigma_{Rsk}$ 162.5 MPa je únavová odolnosť ocele tab 6.3N - Parametre pre S-N krivky pre betonársku oceľ a súčinitele pre overenie únavy betonárskej výstuže: 1.75 pre oblasti nad podperou, 1.4 pre stred konštrukcie

únavové vozidlo min M

Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	minM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	0	0	0	1208	0	0	0
1107	-3	86	-7	1207	-4	76	-6
1106	-5	93	-10	1206	-6	88	-11
297	-9	183	-16	2418	-9	167	-17
5236	125	234	-145	5237	136	272	-161
1241	-39	332	-70	1209	-34	283	-68
983	-46	373	-121	1149	-41	327	-117
1105	-62	410	-170	1205	-55	359	-165
1104	-116	387	-212	1204	-107	339	-206
	-126	454	-393		-112	400	-368
1103	189	211	-335	1203	191	151	-320
1102	57	88	-71	1202	51	66	-63
1101	55	93	-37	1201	49	71	-32
1100	0	0	0	1200	0	0	0

λ_1 1.15

λ_2 0.86

λ_3 1

λ_4 1

λ_s 0.99

E_s 200 GPa

E_{cm} 34 GPa

$\alpha_e = E_s/E_{cm}$ 5.882

BETON KBT = 0.00

ZB	BB
1.9500	2.4000
0.0000	2.4000

VYZTUZ NVP = 5.882

ZV	NV	DV1(-FV1)
1.3500	16.000	0.032000
1.2500	5.000	0.032000

ZATIZENI

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
-0.3930 0.0000 0.0000

-4.8680 0.0000 0.0000
-3.6220 0.0000 0.0000

VYSLEDKY

BETON

Z	NAPETI		
	1	2	3
1.9500	0.0000	0.0000	0.0000
0.0000	-0.9099	-11.2705	-8.3858

VYZTUZ

Z	NAPETI		
	1	2	3
1.3500	19.3470	239.6472	178.3078
1.2500	17.5175	216.9850	161.4461

$M_{FLM3} = -0.393 \text{ MNm}$
 $\Delta\sigma_{s,FLM3} = \alpha_e * M_{FLM3} / I_{ir} * (d_{s,1} - x) = 19,347 \text{ MPa}$
 $\Delta\sigma_{s,EC} = 1.75 * \Delta\sigma_{s,FLM3} = 33,857 \text{ MPa}$
 $\Delta\sigma_{s,eq} = \lambda_s * \Delta\sigma_{s,EC} = 33,485 \text{ MPa}$
 $\gamma_{F,fat} * \Delta\sigma_{s,eq} < \Delta\sigma_{Rsk} / \gamma_{S,fat} \quad 33,485 < 141.304 \text{ MPa}$

Overenie únavovej odolnosti betónu – minimálny moment častá kombinácia – podpera 2

vlt + sz+ min pp + 0.4 x min q + 0.75 min TDI + 0.5 x min T

zodp: vlt + sz+ min pp - 0.4 x max q - 0.75 max TDI + 0.5 x min T

Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	zodpmaxM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-3	0	0	1108	-4	0	0
1107	-708	292	-146	1107	-709	-72	-75
1106	-876	319	-851	1106	-790	-136	-731
297	-1731	519	-1518	297	-1627	-306	-1287
5236	2185	711	-4311	5236	1946	-399	-3730
1241	904	584	-1710	1241	1201	-357	-655
983	64	547	-576	983	93	-225	1042
1105	-726	607	-630	1105	-993	-289	1032
1104	-1822	641	-1925	1104	-2020	-167	-609
	-2301	958	-4868		-1852	-256	-3622
1103	2243	682	-4764	1103	1672	88	-3613
1102	1037	416	-1507	1102	832	84	-1192
1101	957	422	-897	1101	777	-48	-702
1100	53	0	-12	1100	52	0	-11

častá kombinácia – podpera 3

Bm.	V3	MT	minM2	Bm.	V3	MT	zodpmaxM2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1208	-3	0	0	1208	-3	0	0
1207	-741	382	-150	1207	-686	-158	-27
1206	-872	409	-856	1206	-771	-195	-665
2418	-1737	620	-1522	2418	-1574	-429	-1180
5237	2109	833	-4315	5237	1869	-637	-3526
1209	907	606	-1702	1209	1155	-603	-539
1149	34	516	-542	1149	72	-431	1105
1205	-753	496	-630	1205	-1000	-496	1081
1204	-1818	428	-1907	1204	-1996	-363	-556
	-2158	633	-4839		-1953	-417	-3549
1203	2242	512	-4739	1203	1645	-100	-3534
1202	1034	298	-1492	1202	824	-41	-1155
1201	954	302	-884	1201	776	-208	-666
1200	53	0	-11	1200	51	0	-11

Návrhová hodnota únavovej pevnosti betónu

Pre normálne tuhnúci betón $s = 0,25$,

vek betónu pri nástupe únavového zaťaženia $t_0 = 30$ dní

f_{ck} 35 MPa

γ_c 1.5

$f_{cd,fat} = 0,85 \cdot \beta_{cc}(t_0) \cdot f_{ck} / \gamma_c \cdot (1 - f_{ck} / 250)$, kde

$\beta_{cc}(t_0) = e^{(0,25 \cdot (1 - \sqrt{28/30}))}$ 1.0085

$f_{cd,fat} = 17.20$ MPa

$M_{Efrg,min} = -3.622$ MNm

$\sigma_{cmin} = 8,39$ MPa

$M_{Efrg,max} = -4.868$ MNm

$\sigma_{cmax} = 11,27$ MPa

$$\sigma_{cmax} / f_{cd,fat} < 0.5 + 0.45 \cdot \sigma_{cmin} / f_{cd,fat} < 0.9$$

$$0.655 < 0.719 < 0.9$$

kde: $\Delta\sigma_{Rsk}$ 162.5 MPa je únavová odolnosť ocele tab 6.3N - Parametre pre S-N krivky pre betonársku oceľ a súčinitele pre overenie únavy betonárskej výstuže: 1.75 pre oblasti nad podperou, 1.4 pre stred konštrukcie

Posúdenie na únavu – výstuž na šmyk a krútenie

Priečnik - podpera 2 - únavové vozidlo

maxV3	zodpMT	šmyková výstuž - napätie	šmyková výstuž - napätie x1.4 (1,75) < 141.3 MPa	min V3	zodp Mt	šmyková výstuž - napätie	šmyková výstuž - napätie x1.4 (1,75) < 141.3 MPa
(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4.4	1.8	0.4	0.5	-28.0	37.3	4.7	6.2
10.7	6.2	1.1	1.9	-95.9	-10.8	6.2	10.3
250.0	19.4	15.5	25.8	-36.0	150.3	14.6	24.3
160.9	33.2	11.7	15.6	-39.0	291.7	26.7	35.5
74.9	-36.6	7.2	9.6	-78.0	-60.8	9.4	12.5
9.6	-27.1	2.8	3.7	-167.3	-15.0	10.5	14.0
15.4	-23.1	2.8	4.6	-257.6	-10.0	15.1	25.1
202.8	64.0	16.6	27.6	-12.8	-17.1	2.1	3.6
57.9	74.3	9.4	12.6	-5.7	-9.2	1.1	1.4
0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

zodp V3	maxMT	šmyková výstuž - napätie	šmyková výstuž - napätie x1.4 (1,75) < 141.3 MPa	zodp V3	min Mt	šmyková výstuž - napätie	šmyková výstuž - napätie x1.4 (1,75) < 141.3 MPa
(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)	(kN)	(kNm)	(MPa)	(MPa)
0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
-6.4	103.5	9.0	12.0	-5.0	-81.9	7.2	9.5
-19.0	203.8	18.2	30.2	-9.1	-165.5	14.4	23.9
97.8	292.5	30.0	49.9	110.6	-240.9	26.4	43.8
39.2	397.2	35.5	47.3	42.2	-406.1	36.4	48.5
-48.0	446.6	40.2	53.4	-1.3	-425.3	35.8	47.6
-71.9	504.0	46.3	61.6	-47.7	-454.1	40.8	54.2
-129.0	462.6	46.0	76.5	-104.7	-405.8	39.9	66.3
157.4	271.1	31.5	52.4	144.9	-198.3	24.7	41.0
50.1	95.3	10.8	14.3	4.9	-95.9	8.3	11.1
50.2	95.3	10.8	14.3	4.9	-95.9	8.3	11.1
0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
		max	76.5 MPa				66.3 MPa

Posúdenie z hľadiska trhlín.

Charakteristická kombinácia – max M

podpera 2				podpera 3			
Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-3	0	0	1208	-3	0	0
Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2

	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1107	-717	-240	2	1207	-670	-314	21
1106	-740	-379	-626	1206	-733	-380	-594
297	-1553	-692	-1104	2418	-1524	-745	-1042
5236	1963	-845	-3318	5237	1908	-1038	-3205
1241	1361	-747	90	1209	1323	-860	153
983	65	-477	2138	1149	67	-468	2136
1105	-1267	-568	2066	1205	-1276	-553	2080
1104	-2302	-515	118	1204	-2324	-471	79
1103	1513	-179	-3209	1203	1530	-168	-3292
1102	774	-123	-1046	1202	783	-116	-1085
1101	729	-312	-588	1201	752	-336	-618
1100	51	0	-11	1200	51	0	-11

Charakteristická kombinácia – min M

podpera 2

podpera 3

Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-3	0	0	1208	-3	0	0
1107	-713	434	-162	1207	-749	506	-163
1106	-905	476	-880	1206	-900	557	-883
297	-1781	829	-1561	2418	-1798	901	-1562
5236	2427	1116	-4484	5237	2321	1235	-4490
1241	875	925	-1798	1209	886	921	-1781
983	15	857	-713	1149	-13	789	-667
1105	-800	938	-815	1205	-817	761	-806
1104	-2015	891	-2173	1204	-2009	552	-2141
	-2668	1360	-5510		-2479	863	-5458
1103	2585	943	-5358	1203	2583	691	-5318
1102	1139	551	-1627	1202	1135	400	-1607
1101	1055	565	-955	1201	1050	414	-938
1100	53	0	-12	1200	53	0	-12

Kvázistála kombinácia

podpera 2

podpera 3

Bm.	V3	MT	M2	Bm.	V3	MT	M2
	(kN)	(kNm)	(kNm)		(kN)	(kNm)	(kNm)
1108	-3	0	0	1208	-3	0	0
1107	-677	78	-115	1207	-706	178	-118
1106	-815	106	-779	1206	-813	178	-781
297	-1633	100	-1394	2418	-1628	194	-1394
5236	1780	107	-3984	5237	1772	186	-3973
1241	933	145	-1485	1209	926	188	-1478
983	109	89	-301	1149	73	89	-274
1105	-620	103	-282	1205	-657	58	-291
1104	-1590	185	-1477	1204	-1598	107	-1476
	-1771	185	-3967		-1779	107	-3978
1103	1808	193	-3936	1203	1812	100	-3941
1102	885	178	-1297	1202	888	106	-1295
1101	811	178	-778	1201	813	106	-775
1100	53	0	-11	1200	53	0	-11

BETON

KBT = 0.00

VYŽTUŽ

NVP = 5.882

ZB	BB
1.9500	2.4000
0.0000	2.4000

ZV	NV	DV1(-FV1)
1.8500	16.000	0.032000
1.7500	5.000	0.032000

ZATIZENI

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily

-5.5100	0.0000	0.0000
-3.9780	0.0000	0.0000

VYSLEDKY

BETON

Z	NAPETI	
	1	2
1.9500	0.0000	0.0000
0.0000	-7.6762 < -21MPa	-5.5419

VYŽTUŽ

Z	NAPETI	
	1	2
1.3500	193.7629	139.8891 < 160 MPa
1.2500	180.8486	130.5655

Výpočet reakcií – z nosnej konštrukcie v úrovni ložísk

Vertikálne reakcie boli spočítané programom STRAP.

Uvažované zaťaženie:

- vlt vlastná tiaž
- sz – voz stále zaťaženie – vozovka
- ost sz ostatné stále zaťaženie
- max pp popustenie podpier, maximálna reakcia
- min pp popustenie podpier, minimálna reakcia
- max T teplota, maximálne účinky
- min T teplota, minimálne účinky
- nz max q náhodilé zaťaženie, UDL, maximálna reakcia
- nz min q náhodilé zaťaženie, UDL, minimálna reakcia
- nz max chod náhodilé zaťaženie, chodník, maximálna reakcia
- nz min chod náhodilé zaťaženie, chodník, minimálna reakcia
- nz max LM1 náhodilé zaťaženie, LM1, maximálna reakcia
- nz min LM1 náhodilé zaťaženie, LM1, minimálna reakcia
- R_w vertikálna reakcia od zaťaženia vetrom
- ZS R_{max} maximálna reakcia – zvláštna súprava LM3
- ZS R_{min} minimálna reakcia – zvláštna súprava LM3

ozn pod		vlt	sz - voz	ost sz	max pp	minpp	maxT	min T	nz maxq	nz minq	nz max chod	nz min chod	nz max LM1	nz minL M1	R_w	ZS R_{max}	ZS R_{min}
		(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)
		kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN	kN
	L	1245	107	99	91	-90	86	-161	209	-69	34	-11	524	-87		813	-124
1	P	1262	112	94	117	-117	55	-103	479	-71	35	-12	948	-91	6	780	-150
	L	3366	342	303	255	-255	154	-82	867	-71	88	-22	583	-79		1498	-124
2	P	3352	341	299	281	-281	109	-58	1290	-68	88	-22	1015	-91	14	1322	-146
	L	3351	341	301	281	-281	109	-58	873	-76	88	-22	582	-85	5	1503	-151
3	P	3366	342	301	255	-255	154	-82	1294	-52	88	-22	1013	-78	9	1318	-118
	L	1262	112	96	117	-117	55	-103	322	-77	35	-12	551	-90		943	-158
4	P	1245	107	97	91	-91	86	-161	470	-59	34	-11	946	-76	7	763	-116

ozn pod		komb LM1 max	komb LM1 min	komb LM3 max	komb LM3 min	max, maxR	min, minR
		(kN)	(kN)	(kN)		(kN)	(kN)
	L	3223	955	3331	998	3331	955
1	P	4195	978	3321	994	4195	978

ozn pod		komb LM1 max	komb LM1 min	komb LM3 max	komb LM3 min	max, maxR	min, minR
		(kN)	(kN)	(kN)		(kN)	(kN)
	L	8082	3341	8146	3377	8146	3341
2	P	9211	3286	7884	3305	9211	3286
	L	8059	3293	8123	3307	8123	3293
3	P	9243	3360	7908	3375	9243	3360
	L	3442	979	3538	990	3538	979
4	P	4150	976	3268	1002	4150	976

Legenda:

Kombinácia LM1, max:

$$1.35 \times ((1) + 1.4 \times (2) + (3)) + 1.2 \times (4) + 1.35 \times ((8) + (12)) + 0.6 \times 1,5 \times ((6) + (10) + (14))$$

Kombinácia LM1, min:

$$(1) + 0,8 \times (2) + (3) + 1.2 \times (5) + 1.35 \times ((9) + (13)) + 0.6 \times 1,5 \times ((7) + (11) - (14))$$

Kombinácia LM3, max:

$$1.35 \times ((1) + 1.4 \times (2) + (3)) + 1.2 \times (4) + 1.35 \times (15) + 0.6 \times 1,5 \times ((6) + (10) + (14))$$

Kombinácia LM3, min:

$$(1) + 0,8 \times (2) + (3) + 1.2 \times (5) + 1.35 \times (16) + 0.6 \times 1,5 \times ((7) + (11) - (14))$$

max, max R = max (komb LM1; komb LM3) ; min, min R = min (komb LM1; komb LM3)

Výpočet vertikálnej reakcie od vetra

ozn pod		vietor W	zvislá reakcia vietor $H_w \cdot 1.75/2/7.2$	ozn pod		vietor W	zvislá reakcia vietor $H_w \cdot 1.75/2/7.2$
		kN	kN			kN	kN
	L	-			L	45	5
1	P	51	6	3	P	70	9
	L	-			L	-	
2	P	113	14	4	P	55	7

Celkové reakcie pre návrh spodnej stavby

ozn pod		nz UDL celková	nz UDL krútenie	nz UDL min	chodník krútenie	LM1 krútenie	LM1 celková
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
	L	228	8	-53	-36	890	839
1	P	290	416	-34	-56	96	325
	L	652	92	-44	-33	900	901

ozn pod		nz UDL celková	nz UDL krútenie	nz UDL min	chodník krútenie	LM1 krútenie	LM1 celková
		(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)	(kN)
2	P	762	1065	-31	-47	99	298
	L	657	97	-35	-43	913	981
3	P	756	1062	-41	-37	85	218
	L	248	23	-42	-56	1007	594
4	P	270	403	-45	-36	31	571

Posúdenie sústredeného tlaku pod ložiskom:

$$R_{dmax} = 9.25 \text{ MN}$$

$$F_{RDU} = A_{c0} \times f_{cd} \times \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}} = 0,503 \times 20 \times \sqrt{\frac{0,905}{0,503}} = \mathbf{13,82 \text{ MN} > 9.25 \text{ MN}}$$

$$A_{c0} = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 0,8^2 = 0,503 \text{ m}^2$$

$$A_{c1} = 0,25 \times \pi \times d^2 = 0,25 \times \pi \times 1,1^2 = 0,95 \text{ m}^2$$

Horizontálne reakcie

Výpočet trenia:

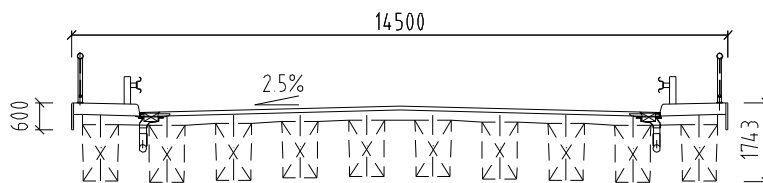
Trenie bolo vypočítané ako súčin reakcie (vlastná tiaž + stále zaťaženie + 0,5 x náhodilé zaťaženie) x koeficient trenia. Koeficient trenia je závislý od napätia v ložisku. Pri napätí 10MPa jeho hodnota je 0,05 . Sila v ložiskách podpory 3 bola spočítaná ako rozdiel trenia P1 + P2 – P4

Číslo podopretia	vlt + sz + 0.5 x nz (kN)_	koef	Trenie (kN)	Číslo podopretia	vlt + sz + 0.5 x nz (kN)_	koef	Trenie (kN)
opora 1	1941	0.05	97	podpera 3	4980	0.05	245
	2282	0.05	114		5375	0.05	272
podpera 2	4970	0.05	248	opora 4	2014	0.05	101
	5386	0.05	269		2233	0.05	112

Vietor podľa EC 1991 – 1 – 4:

Tlak vetra bol spočítaný podľa kapitoly 8 STN EN 1991-1-4

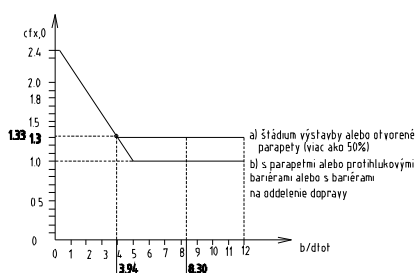
a) nezaťažený most



$$w_k = \frac{0,5 \times \rho \times v_b^2 \times C}{1000}$$

kde $C = c_e \times c_{fx,0}$,

- kde sa súčiniteľ $c_{fx,0}$, podľa článku 8.3.1, obrázok 8.3 pre $\frac{b}{d_{tot}} = \frac{14,5}{1,75} = 8,3$, rovná 1,3



- nosná konštrukcia sa nachádza v priečnom spáde 2.5% \Rightarrow súčiniteľ $c_{fx,0}$ sa zvýši o 3% na 1° odklonu $\Rightarrow 1,432^{0,3} = 1,36$

$$\Rightarrow c_{fx,0} = 1,3 + 1,3 \times 0,043 = 1,36$$

- kde sa súčiniteľ c_e , (súčiniteľ vystavenia vetrom), vypočíta podľa článku 4.5

$c_{e(z)} = \frac{q_p(z)}{q_b}$, kde $q_p(z)$, je podľa NA tabuľky NB2 špičkový tlak vetra pre výšku meranú od terénu do stredu nosnej konštrukcie 10 m rovný **0.9967**

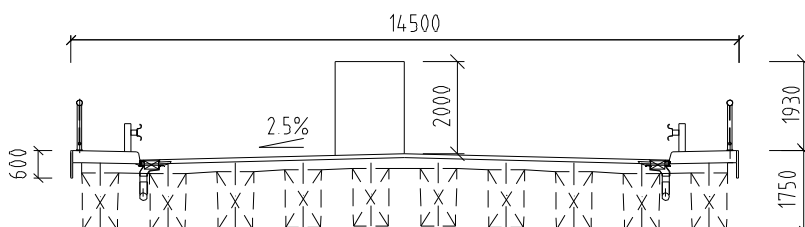
$$q_b = 0,5 \times \rho \times v_b^2 = 0,5 \times 1,25 \times 24^2 \times 0,001 = \mathbf{0,36}$$
 základný tlak vetra

$$c_{e(z)} = \frac{0,9967}{0,36} = 2,8$$

$$C = c_e \times c_{fx,0} = 2,8 \times 1,36 = 3,81$$

$$w_k = \frac{0,5 \times 1,25 \times 24^2 \times 3,81}{1000} = \mathbf{1,37 \text{ kN/m}^2}$$
 $W = 1,37 \times 1,75 = 2,4 \text{ kN/bm}$

b) zat'azený most



$$\frac{b}{d_{\text{tot}}} = \frac{14,75}{3,68} = 3,94. \quad c_{f_{x,0}} = 1,33,$$

$$c_{e(z)} = \frac{q_p(z)}{q_b}, \text{ kde } q_p(z), \text{ je podľa NA tabuľky NB3 špičkový tlak vetra pre výšku meraní od terénu do}$$

$$\text{stredu nosnej konštrukcie } 11 \text{ m rovný } 0,9967 + \frac{1,1513 - 0,9967}{10} * 1 = \mathbf{1,0122}$$

$$c_{e(z)} = \frac{1,0122}{0,36} = 2,812$$

$$C = c_e \times c_{f_{x,0}} = 2,812 \times 1,33 = 3,74$$

$$w^* = \frac{0,5 \times 1,25 \times 23^2 \times 3,74}{1000} = \mathbf{1,24 \text{ kN/m}^2}$$

$$W = 1,24 \times 3,68 = \mathbf{4,56 \text{ kN/bm}}$$

c) vietor na pilier

Súčinitele sily boli spočítané podľa kapitoly 7.9 pre konštrukčné prvky kruhového prierezu

$$Re = \frac{b \cdot v(z_e)}{u} = \frac{1,5 \cdot 38,554}{15 \cdot 10^{-6}} = 38,554 \times 10^5$$

Kde b je priemer kruhu $\Rightarrow b = 1,5 \text{ m}$, v je kinematická viskozita vzduchu $\nu = 15 \times 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$

$$\text{uvažovaná špičková rýchlosť } v(z_e) = \sqrt{\frac{2 \cdot q_p}{\rho}} = \sqrt{\frac{2 \cdot 943}{1,25}} = 38,84$$

$$\text{kde } q_p(z) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times 0,5 \times \rho \times v_m^2(z) = [1 + 7 \times 0,15] \times 0,5 \times 1,25 \times 27,125^2 = 943 \text{ N/m}^2$$

$v_m(z)$ stredná rýchlosť vetra pre $v_b = 24 \text{ m/s}$, oblasť I a pre výšku piliera nad terénom 8,2 m

$$v_m(z) = \frac{28,14 - 25,32}{5} * 3,2 + 25,32 = \mathbf{27,125 \text{ m/s}}$$

$$I(v) = \frac{\sigma}{v_m(z)} = \frac{k_t}{c_0(z) * \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 * \ln\left(\frac{8}{0,01}\right)} = 0,15, \quad c_0(z) = 1$$

$$\sigma = k_T \times q_b \times k_t = 0,17 \times 24 \times 1 = 4,08$$

$$I(v) = \frac{\sigma}{v_m(z)} = \frac{4,08}{26,93} = 0,15$$

Kde k_t je súčiniteľ turbulencie podľa národnej prílohy = 1

$$k_T = 0,19 \times \left(\frac{z_0}{z_{0,II}}\right)^{0,07} = 0,19 \times \left(\frac{0,01}{0,05}\right)^{0,07} = 0,17$$

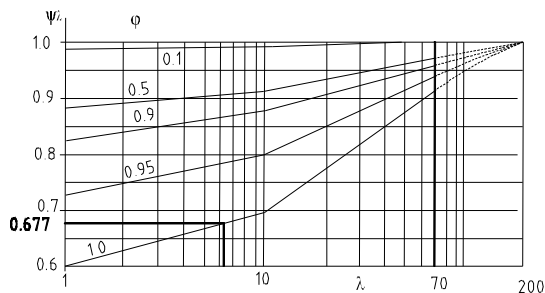
$$\text{Súčinitele pre valce sa stanovujú podľa vzorca } c_{pe} = c_{poh} \times \psi_{\lambda}, = 0,72 \times 0,677 = \mathbf{0,49}$$

kde súčiniteľ vonkajšieho tlaku c_{poh} – je funkciou uhla α a podľa obrázka 7.27 je pre uhol $\alpha = 120^\circ$
 a $Re = 38,84 \times 10^5$ je $c_{poh} = -0,72 \text{ kN/m}^2$, tab. 7.12

ψ_λ súčiniteľ voľného konca

Podľa tabuľky 7.16, pre valce $l \leq 15$, $\lambda = \frac{l}{b} = \frac{8}{1,5} = 5,333$, maximálne 70

Podľa 7.13 je ψ_λ funkcia štíhlostného pomeru λ a pomernej plnosti $\phi = \frac{A}{A_c} = \frac{A_c}{A_c} = 1$, pre plný prierez,



Obrázok 7.36 – Orientačné hodnoty súčiniteľa účinku koncov
koncov ψ_λ ako funkcia pomernej plnosti ϕ a štíhlosti λ .

$$F_w = q_p(z_e) \times c_{pe} \times b = q_p(z_e) \times 0,49 \times 1,5$$

Podpera 2, pre výšku 1,5m

$$q_p(z = 1,5m) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times 0,5 \times \rho \times v_m^2(z) = [1 + 7 \times 0,2] \times 0,5 \times 1,25 \times 20,2^2 = 0,612 \text{ kN/m}^2$$

$$v_m(z) = \frac{21,59 - 18,76}{1} \times 0,5 + 18,76 = 20,2 \text{ m/s}$$

$$I(v) = \frac{\sigma}{v_m(z)} = \frac{k_T}{c_0(z) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \times \ln\left(\frac{1,5}{0,01}\right)} = 0,2, \quad c_0(z) = 1$$

$$F_w(z = 1,5m) = q_p \times c_{pe} = 0,612 \times 0,49 \times 1,5 = 0,45 \text{ kN/bm}$$

Pre výšku 8,2 m

$$q_p(z = 8,2 \text{ m}) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times 0,5 \times \rho \times v_m^2(z) = [1 + 7 \times 0,15] \times 0,5 \times 1,25 \times 26,63^2 = 0,943 \text{ kN/m}^2$$

$$v_m(z) = \frac{28,14 - 25,32}{5} \times 3,2 + 25,32 = 27,125 \text{ m/s}$$

$$I(v) = \frac{\sigma}{v_m(z)} = \frac{k_T}{c_0(z) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \times \ln\left(\frac{8,2}{0,01}\right)} = 0,15, \quad c_0(z) = 1$$

$$F_w(z = 8,2m) = q_p \times c_{pe} = 0,943 \times 0,49 \times 1,5 = 0,69 \text{ kN/bm}$$

$$\text{Vietor výsledná sila } F_w = 0,69 \times 5,2 + 0,45 \times 3 + 0,5 \times (0,69 - 0,45) \times 1,5 = 5,12 \text{ kN}$$

$$\text{Moment } M_w = 0,69 \times 5,2 \times (2,6 + 3 + 0,93) + 0,45 \times 3 \times (1,5 + 0,93) + 0,5 \times (0,69 - 0,45) \times 1,5 \times (1 + 1,5 + 0,93) = 27,33 \text{ kNm}$$

Podpera 3, pre výšku 7,2 m

$$q_p(z = 7,2 \text{ m}) = [1 + 7 \times I_v(z)] \times 0.5 \times \rho \times v_m^2(z) = [1 + 7 \times 0,152] \times 0.5 \times 1.25 \times 26,56^2 = 0,910 \text{ kN/m}^2$$

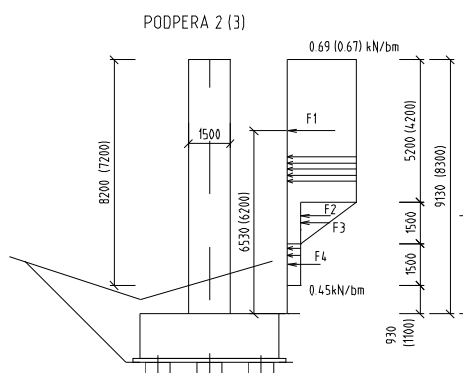
$$v_m(z) = \frac{28,14 - 25,32}{5} \times 2,2 + 25,32 = 26,56 \text{ m/s}$$

$$I(v) = \frac{\sigma}{v_m(z)} = \frac{k_T}{c_0(z) \times \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)} = \frac{1}{1 \times \ln\left(\frac{7,2}{0,01}\right)} = 0,152, \quad c_0(z) = 1$$

$$F_w(z = 7,2 \text{ m}) = q_p \times c_{pe} = 0,91 \times 0,49 \times 1,5 = 0,67 \text{ kN/bm}$$

$$\text{Vietor výsledná sila } F_w = 0,67 \times 4,2 + 0,45 \times 3 + 0,5 \times (0,67 - 0,45) \times 1,5 = 4,33 \text{ kN}$$

$$\text{Moment } M_w = 0,67 \times 4,2 \times (2,1 + 3 + 1,1) + 0,45 \times 3 \times (1,5 + 1,1) + 0,5 \times (0,67 - 0,45) \times 1,5 \times (1 + 1,5 + 1,1) = 21,55 \text{ kNm}$$

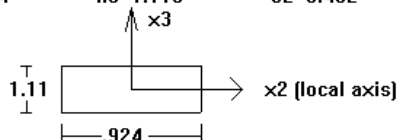
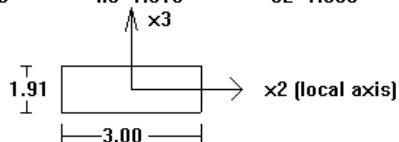
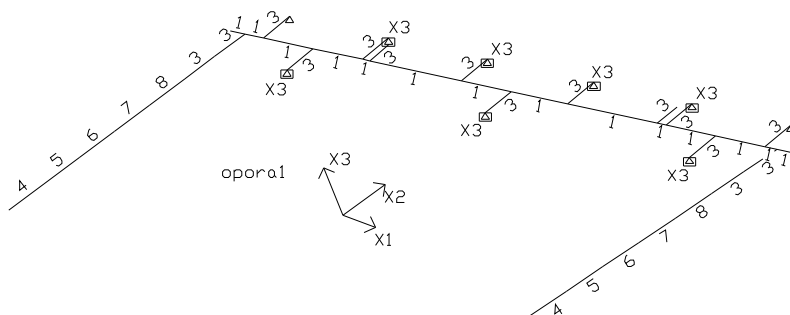
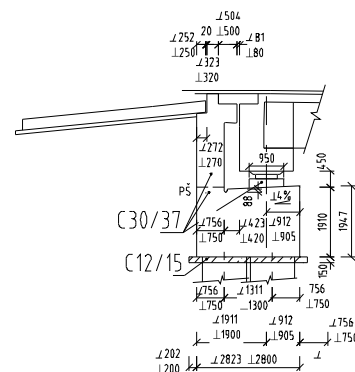
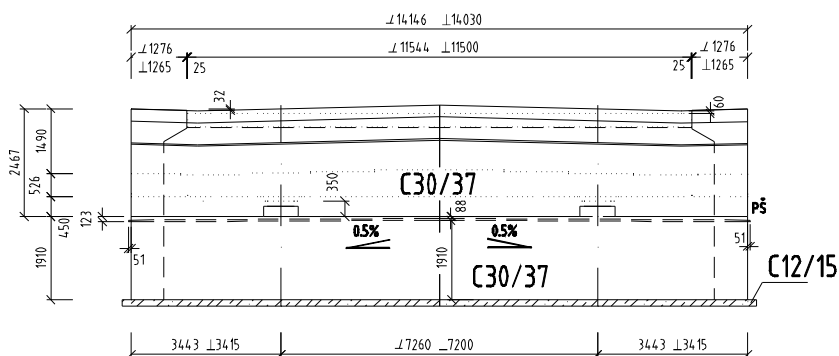


Brzdňá sila

$$Q_{1k} = 0,6 \times 0,9 \times 2 \times (300 + 200 + 100) + 0,1 \times (0,9 \times 9 \times 3 + 2,5 \times 8,5) \times 74 = 985 \text{ kN} > 900 \text{ kN} \Rightarrow Q_k = 900 \text{ kN}$$

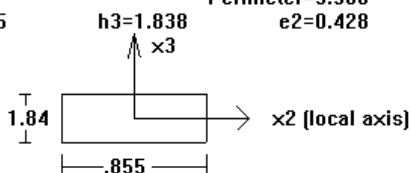
ozn pod		Wpr	BS	trenie	W _{po} = 0.25x W _{pr}	max R _{pr}	zodp R _{po}	zodp R _{pr}	max R _{po}
		X2 (kN)	X1(kN)	X1(kN)	X1(kN)	X2 (kN)	X1(kN)	X2 (kN)	X1(kN)
	L	-	-	97	-	-	87	0	131
1	P	51	-	114	13	69	103	0	166
	L	-	-	248	-	-	224	0	335
2	P	113	-	269	28	153	242	0	389
	L	45	450	245	11	61	625	0	838
3	P	70	450	272	18	95	650	0	868
	L	-	-	101	-	-	91	0	136
4	P	55	-	112	14	74	100	0	163

$$R_{max} = 1.35 \times \text{trenie} + 0.9 \times \text{vietor}$$



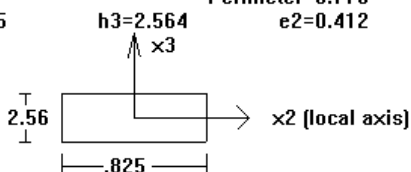
PROPERTY NO. 5

A=0.1571E+01 I2=0.4424E+00 I3=0.9573E-01 J=0.2711E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=5.386 SF3=0.850
h2=0.855 h3=1.838 e2=0.428 e3=0.919



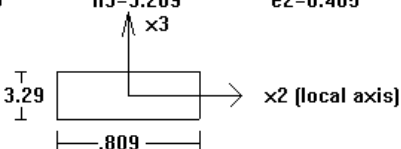
PROPERTY NO. 6

A=0.2115E+01 I2=0.1159E+01 I3=0.1200E+00 J=0.3827E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=6.778 SF3=0.850
h2=0.825 h3=2.564 e2=0.412 e3=1.282



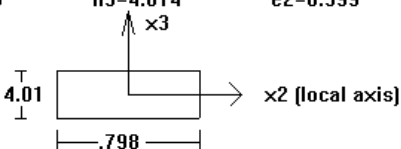
PROPERTY NO. 7

A=0.2661E+01 I2=0.2399E+01 I3=0.1451E+00 J=0.4906E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=8.196 SF3=0.850
h2=0.809 h3=3.289 e2=0.405 e3=1.645



PROPERTY NO. 8

A=0.3203E+01 I2=0.4301E+01 I3=0.1700E+00 J=0.5948E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=9.624 SF3=0.850
h2=0.798 h3=4.014 e2=0.399 e3=2.007



Uvažované zaťaženia

1,1,,vlastná tiaž: $\gamma_{vt} = 25 \text{ kN/m}^3$

2,2,,stále zaťaženie - kridlo:

chodník	0.26*25*1.5	9.75 kN/bm
rimsový nos	0.04*(0.6-0.22)*25	0.38 kN/bm
zábradlie		0.5 kN/bm
zvodidlo		1 kN/bm
		11.63 kN/bm

3,3,, "minimálny zemný tlak:"

Zemný tlak D súbor C

Charakteristické parametre zeminy: $\phi_k = 30^\circ$, $c = 5$, $\gamma_{zem} = 20 \text{ kN/m}^3$,

Výpočet náhradnej výšky: - opora

Adjustačné súčinitele $\alpha_Q = 1$

$$q_{eq1} = \frac{(600+400+200)+2.2*9*3+2.2*2,5*9,75}{2.2*14.03} = 41,99 \text{ kN/m}^2$$

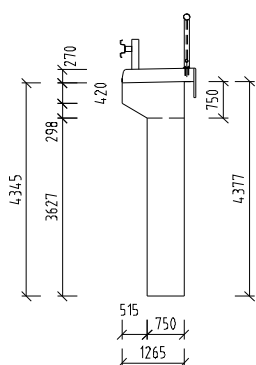
$$\gamma_G = 1.0, \gamma_Q = 1.15$$

$$h_{eq1} = \frac{g_{Qdest} * q_{eq1}}{g_{Gdest} * g} = \frac{1,15 * 41,99}{1 * 20} = 2,41 \text{ m},$$

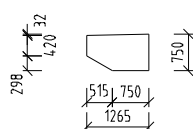
$$\phi_d = \arctan\left(\frac{\tan \phi_k}{\gamma_\phi}\right) = 24,81^\circ$$

$$k_{ah} = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{\phi_d}{2}\right) = \operatorname{tg}^2\left(45 - \frac{24,81}{2}\right) = 0,41$$

ZAČIATOČNÝ PRIEREZ



KONCOVÝ PRIEREZ



Zemný tlak – krídlo, uvažujem zemný tlak v pokoji

$$K_{0h} = 1 - \sin \phi_d = 1 - 24,81 = 0,525$$

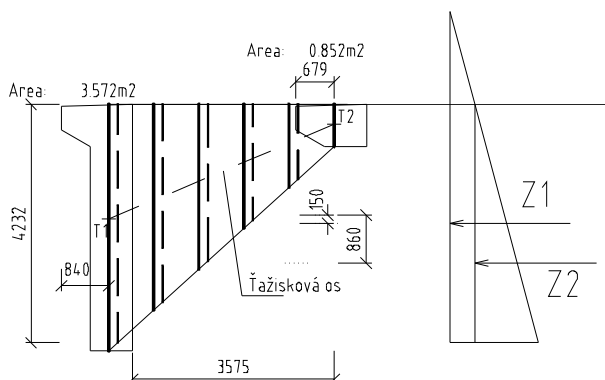
Výpočet náhradnej výšky:

$$q_{eq1} = \frac{600+2.2*9*3}{2,2*4} = 74,93 \text{ kN/m}^2$$

$$h_{eq1} = \frac{g_{Qdest} * q_{eq1}}{g_{Gdest} * g} = \frac{1,3 * 74,93}{1 * 20} = 4,2 \text{ m}$$

Vzhľadom na premennú výšku, krídlo bolo rozdelené na päť častí.

Spôsob určenia ramien pre výpočet krútiaceho momentu od zemného tlaku



- 1) Zemný tlak na časť krídla od výšky 0,75 do 1,475m uvažovaná priemerná výška $1,475 - \frac{1,475-0,75}{5} = 1,33\text{m}$

- 2) Tlak na časť krídla od výšky 1,475 do 2,201 m uvažovaná priemerná výška: $2,201 - \frac{2,201-1,475}{5} = \mathbf{2,056\ m}$
- 3) Tlak na časť krídla od výšky 2,201 do 2,926 m uvažovaná priemerná výška: $2,926 - \frac{2,926-2,201}{5} = \mathbf{2,781\ m}$
- 4) Tlak na časť krídla od výšky 2,926 do 3,652 m uvažovaná priemerná výška: $3,652 - \frac{3,652-2,926}{5} = \mathbf{3,507\ m}$
- 5) Tlak na časť krídla od výšky 3,652 do 4,376 m uvažovaná priemerná výška: $4,376 - \frac{4,376-3,652}{5} = \mathbf{4,231\ m}$

$K_0 \quad 0.525$					
b			1		
ozn	hi	e	Z	r1	M1
		$h \times 20 \times 0.525$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
	1.33	13.97	9	0.28	3
	2.0558	21.59	22	0.43	9
	2.781	29.20	41	0.57	23
	3.5068	36.82	65	0.72	46
	4.2312	44.43	94	0.86	81

4,4,,maximálny zemný tlak - krídlo

$k_0 \quad 0.525$					
b			1		
ozn	hi	e	Z	r1	M1
		$h \times 20 \times 0.525$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
Z1	4,2	45.28	60	0.05	3
Z2	1.33	13.97	9	0.28	3
časť 1		Σ	70		6
Z1	3.75	45.28	93	0.08	7
Z2	2.056	21.59	22	0.43	9
časť 2		Σ	115		16
Z1	3.75	45.28	126	0.10	12
Z2	2.781	29.20	41	0.57	23
časť 3		Σ	167		36
Z1	3.75	45.28	159	0.12	20
Z2	3.507	36.82	65	0.72	46
časť 4		Σ	223		66
Z1	3.75	45.28	192	0.15	28
Z2	4.231	44.43	94	0.86	81
časť 5		Σ	286		109

5,5,, " Maximálny zemný tlak zľava, minimálny zprava "

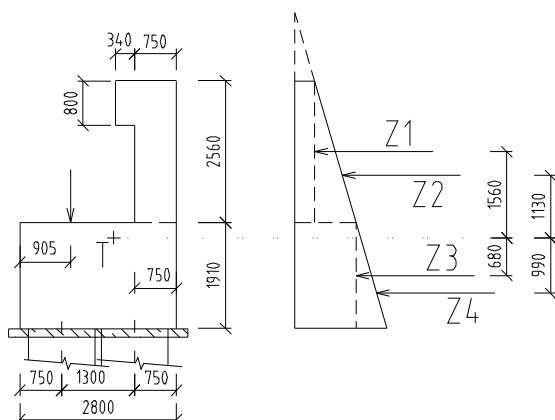
6,6,, " Maximálny zemný tlak zprava, minimálny zľava "

7,7,,"úložný prah, minimálny zemný tlak"

Náhradná výška je uvažovaná rovná 0.

		b	1	ka	0.41
ozn	hi	e	Z	r2	M2
		$h \times 20 \times 0.41$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
	0	0.00	0	1.56	0
Z1	2.56	20.99	27	1.13	30
Z2		20.99	40	-0.68	-27
Z3	1.91	15.66	15	-0.99	-15
		Z1	27		-11
		SZ	82		

Spôsob určenia ramien pre výpočet krútiaceho momentu od zemného tlaku



8,8,," úložný prah, maximálny zemný tlak "

Náhradná výška je uvažovaná rovná 2,41 m.

		b	1	ka	0.41
ozn	hi	e	Z	r2	M2
		$h \times 20 \times 0.41x$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
Z1	2.41	19.76	51	1.56	79
Z2	2.56	20.99	27	1.13	30
Z3		40.75	78	-0.68	-53
Z4	1.91	15.66	15	-0.99	-15
		Z1+Z2	77		42
		SZ	170		

9,9,,"náráz vozidla na zvodidlo – ľavé krídlo" – mimoriadna situácia

$F_n = 400 \text{ kN}$, $F_v = 0,75 \times 150 = 135 \text{ kN}$, $M_k = 400 \times 1,36 = 544 \text{ kN}$ (ocel'ové zvodidlo)

10,10,, " náraz vozidla na zvodidlo – pravé krídlo " – mimoriadna situácia

11,11,, "náhodilé zaťaženie na ľavom krídle" – uvažované zaťaženie $q = 4 \times 0,75 = 3 \text{ kN/bm}$, koleso na konci krídla 10 kN

12,12,, " náhodilé zaťaženie na pravom krídle "

13,13 a 14,14,, maximálna reakcia a minimálna reakcia z hornej stavby

Reakcie – nosná konštrukcia

Výsledné sily pôsobiace v ložiskách

max, min R

Princíp vytvárania kombinácií MSÚ:

č. komb.	Horizontálne sily					Vertikálne sily			Vlt+sz		pp
	Pozdĺžne			Priečne		nz	tepl	W	max	min	
	BS	trenie	W	OS	W						
1	0	1.5*0.6	1.5*0.6	0	0	1.35	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
2	0	1.5*0.6	0	0	1.5*0.6	1.35	0	1.5*0.6	1.35		1.2
										1	1.2
3	1.35	1.5*0.6	0	0	0	0.75*1.5	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
4	1.5*0.75	1.5	0	0	0	0.75*1.5	1.5	0	1.35		1.2
										1	1.2
5	0	1.5*0.6	0	1.35	0	0.75*1.5	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
6	0	1.5*0.6	0	0	1.5	0.75*1.5	0	1.5	1.35		1.2
										1	1.2
7	0	1.5	0.9	0	0	0	0	0	1.35		1.2
										1	1.2
8	0	0.9	1.5	0	0	0	0	0	1.35		1.2
										1	1.2

REAKCIE Z HORNEJ STAVBY - boli spočítané programom STRAP

Číslo ložísk		1L			1P			
		R	H _{pr}	M _{pr}	N	H _{pr}	H _{po}	M _{pr}
		(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)
vlt max		1245			1262			
vlt min		1245			1262			
sz +vozovka x 1,4	max	249			251			
sz +vozovka x 0,8	min	185			184			
náhodilé zaťaženie	max	811			685			

	min	-227			-182			
Teplota	max	86			55			
	min	-161			-103			
Vietor	(-/ +)	0	0	0	6	0	0	0
Pokles pod.	max	91			117			
	min	-90			-117			

Horizontálne reakcie – nosná konštrukcia na jedno ložisko

pozdĺžny smer						priechy smer			
		$F_{w,nk}$	BS	$F_{w,pondp}$	M_{pondp}	W_{nk}	OS	W_{pondp}	M_{nz}
	trenie	(kN)	(kN)			(kN)	(kN)		
L	97	0	0			0	0		
P	114	13	0			51	0		

Maximálne a minimálne reakcie – horná stavba

(Súčinitele súboru B)

č. ložiska	h	N_{max}	N_{min}	$H_{Edc,po}$	$H_{Edc,pr}$	$M_{Ed,po,max}$	$M_{Ed,pr,max}$	ΣM_{po}	ΣM_{pr}
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	P+L	P+L
1L-k1	2.21	3298	870	0	3298	870	87	0	358
1L-k2	2.21	3221	1015	0	3221	1015	87	0	358
1L-k3	2.21	3115	921	0	3115	921	87	0	358
1L-k4	2.21	3167	825	0	3167	825	146	0	487
1L-k5	2.21	3115	921	0	3115	921	87	0	358
1L-k6	2.21	3038	1066	0	3038	1066	87	0	358
1L-k7	2.21	2126	1321	0	2126	1321	146	0	487
1L-k8	2.21	2126	1321	0	2126	1321	87	0	358
		3298	825		3298	825	146	0	487

Zodpovedajúce pre pravé ložisko

č. ložiska	h	N_{max}	N_{min}	$H_{Edc,po}$	$H_{Edc,pr}$	$M_{Ed,po,max}$	$M_{Ed,pr,max}$	ΣM_{po}	ΣM_{pr}
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	P+L	P+L
1P -k1	2.21	3156	968	0	3156	968	114	0	464
1P -k2	2.21	3113	1055	0	3113	1055	103	46	436
1P -k3	2.21	3002	1009	0	3002	1009	103	0	428

č. ložiska	h	N _{max}	N _{min}	H _{Edc,po}	H _{Edc,pr}	M _{Ed,po,max}	M _{Ed,pr,max}	ΣM _{po}	Σ M _{pr}
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	P+L	P+L
1P -k4	2.21	3035	947	0	3035	947	171	0	430
1P -k5	2.21	3002	1009	0	3002	1009	103	0	428
1P -k6	2.21	2962	1092	0	2962	1092	103	77	425
1P -k7	2.21	2182	1306	0	2182	1306	183	0	550
1P -k8	2.21	2182	1306	0	2182	1306	122	0	415
max		3156	947		3156	947	183	77	550

15,15,, " reakcia pre výpočet kvázistálej kombinácie kombinácie "

16,16,,reakcia pre výpočet charakteristickej kombinácie

Princíp vytvárania kombinácií MSÚ:

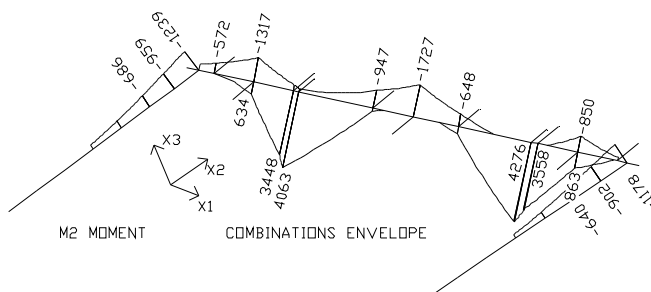
č. komb.	Horizontálne sily					Vertikálne sily			Vlt+sz		pp
	Pozdĺžne			Priečne							
	BS	trenie	W	OS	W	nz	tepl	W	max	min	
1	0	0.6	0.6	0	0	1	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
2	0	0.6	0	0	0.6	1	0	0.6	1		1.0
										1	1.0
3	1	0.6	0	0	0	1	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
4	0.75	1	0	0.75	0	0.75	1	0	1		1.0
										1	1.0
5	0	0.6	0	1	0	0.75	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
6	0	0.6	0	0	1	0.75	0	1	1		1.0
										1	1.0
7	0	1.0	0.6	0	0	0	0	0	1		1.0
										1	1.0
8	0	0.6	1	0	0	0	0	0	1		1.0
										1	1.0

VNÚTORNÉ SILY V PRACOVNEJ ŠKÁRE PILIER-ZÁKLAD							charakteristická kombinácia			
č. podp.	h	Nmax	Nmin	Gpodp	NEd,max	NEd,min	HEdc,po	HEdc,pr	MEd,po,max	MEd,pr,max
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1L-k1	2.21	2447	1016	0	2447	1016	58	0	251	0
1L-k2	2.21	2396	1112	0	2396	1112	58	0	251	0
1L-k3	2.21	2447	1016	0	2447	1016	58	0	251	0
1L-k4	2.21	2279	1008	0	2279	1008	97	0	337	0
1L-k5	2.21	2244	1073	0	2244	1073	58	0	251	0
1L-k6	2.21	2193	1169	0	2193	1169	58	0	251	0
1L-k7	2.21	1585	1339	0	1585	1339	97	0	337	0

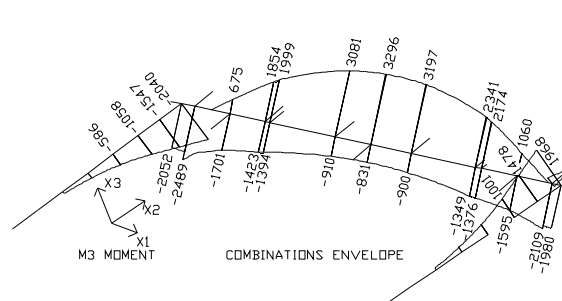
č. podp.	h	N _{max}	N _{min}	G _{podp}	N _{Ed,max}	N _{Ed,min}	H _{Edc,po}	H _{Edc,pr}	M _{Ed,po,max}	M _{Ed,pr,max}
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
1L-k8	2.21	1585	1339	0	1585	1339	58	0	251	0
1P-k1	2.21	2347	1086	0	2347	1086	76	0	326	0
1P-k2	2.21	2318	1144	0	2318	1144	68	31	307	68
1P-k3	2.21	2347	1086	0	2347	1086	68	0	309	0
1P-k4	2.21	2198	1090	0	2198	1090	114	0	299	0
1P-k5	2.21	2176	1131	0	2176	1131	68	0	297	0
1P-k6	2.21	2149	1187	0	2149	1187	68	51	295	113
1P-k7	2.21	1629	1329	0	1629	1329	122	0	378	0
1P-k8	2.21	1629	1329	0	1629	1329	81	0	289	0

Výsledný priebeh vnútorných síl – opora 1

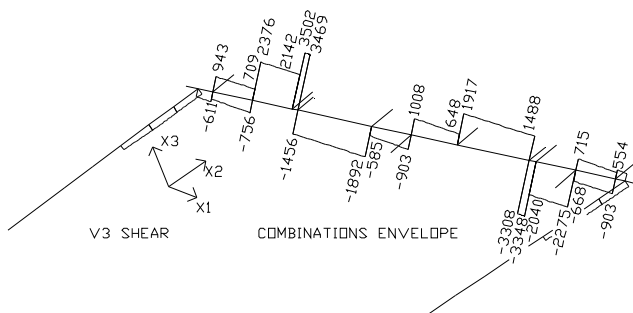
Obalová krivka - vertikálny moment



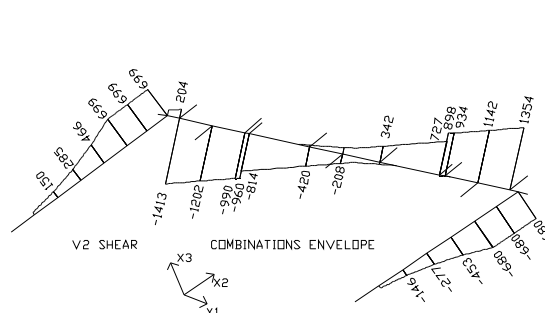
horizontálny moment



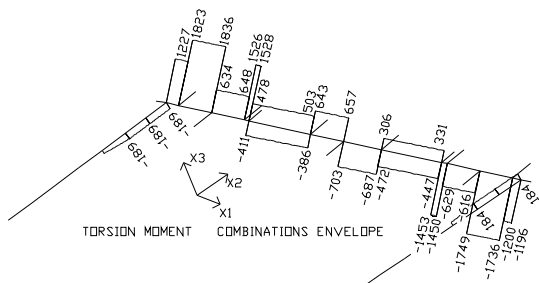
Obalová krivka - vertikálna priečna sila



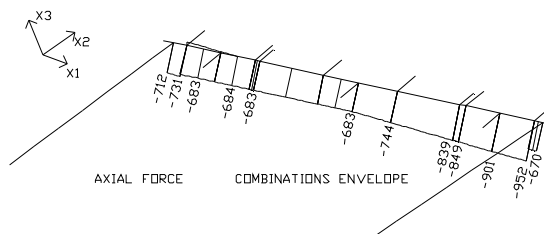
horizontálna priečna sila



Obalová krivka – krútiaci moment

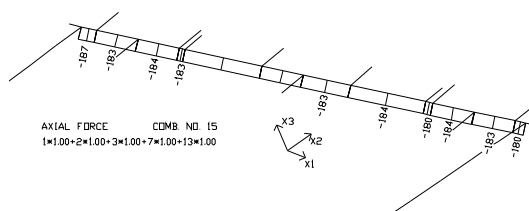
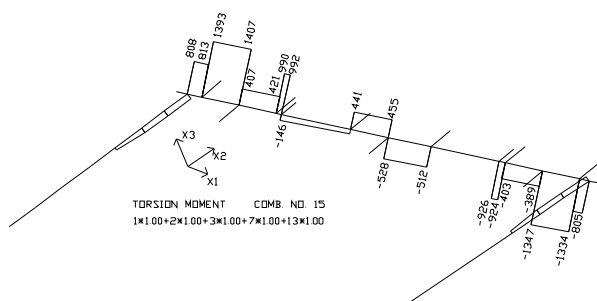
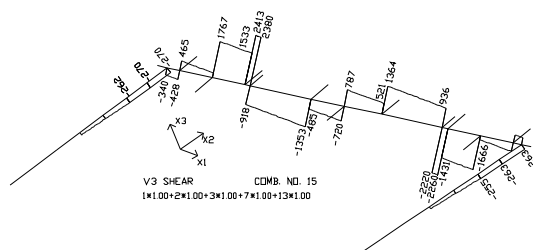
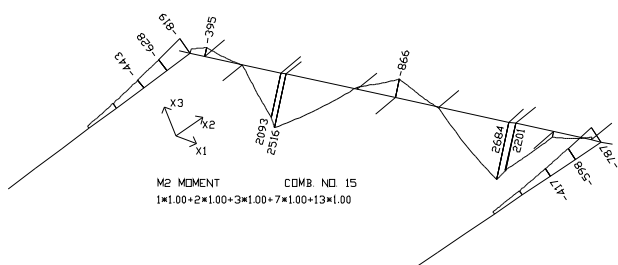


osová sila



Úložný prah – maximálny moment + zodpovedajúce vnútorné sily a momenty – kombinácia 15 – spodná výstuž

Max M2 = 2,684 MNm, zodp V3 = 2,26 MN, zodp Mt = 0,926 MNm, A = 0,183 MN



úložný prah max M

M _{ed}	2.684 MN
V _{ed}	2.26 MN
M _k	0.926 MN
A	0.183 MN

ocel'	B500
f _{yk}	500 MPa
f _{yd}	f _{yk} /1.15
	435 MPa

betón 30/37

f _{cd}	17.000 MPa
f _{ctm}	2.9 MPa

prierez

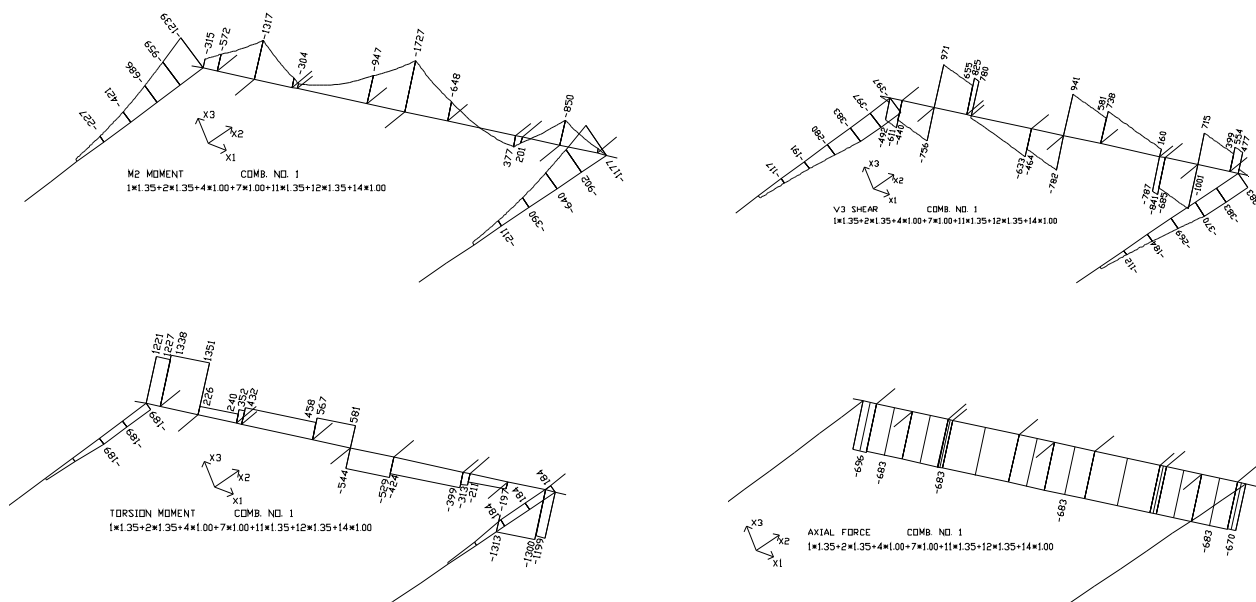
h	1.91 m
d	1.78 m

b	2.8	m			
A=	b*d	5.348			
u=	2*(d+b)	9.42			
t _{ef} =	A/u	0.568	>	2a _s	0.218
krytie	c	100			
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	φ _s	28	A _s	0.000616	m ²
šmyková výstuž	φ _{st}	16	A _{st}	0.000201	m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	φ _{sl}	18	A _{sl}	0.000255	m ²
a _s =	c+φ _{st} +0.5*φ _{sl}	109	mm		
b _k =	b-t _{ef}	2.232	m		
h _k =	h-t _{ef}	1.342	m		
u _k =	2*(h _k +b _k)	7.149	m		
A _k =	b _k *h _k	2.996	m ²		
účinná výška prierezu					
d ₁ =	c+φ _{st} +0.5*φ _s	130	mm		
d=	h-d ₁	1.78	m		
rameno vnútorných síl					
z=	0.85d	1.513	m		
ρ _{min} =	0.26*f _{ctm} /f _{yk}	0.0015	> 0.0013		
A _{smin} =	ρ _{min} *b*d	0.007516	m ²	75.16	cm ²
x _{Blim} =	560*d/(700+f _{yd})	0.878	m		
A _{smax} =	x _{Blim} *b*f _{cd} /f _{yd}	0.113139	m ²	1131.39	cm ²
	d-sqrt(d^2-				
x _B =	2*M _{ED} /(b*f _{cd})	0.027	< x _{lim}	0.878	m
			min(x _B ;x _{lim})	0.027	m
A _{sreq} =	x _B *b*f _{cd} /f _{yd} *10000	34.947	< A _{smin}	75.16	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ	40				
tanθ	0.8391				
cotθ	1.191754				
		krútenie	priečna sila	osová sila	
F _{tdl} =	(T _{ED} /2/A _k *u _k +V _{ed2})*cotθ	0.51563	2.693 MN	0.183	
A _s =	0.5*(F _{tdl} /f _{yd})/10000	11.85948	20.649 cm ²	4.209	
A _{sM+Q}	75.16	cm ²			
	f28/200	A_s	86.24 cm²	>	75.16 cm²
				<	1131.39 cm²

Úložný prah – minimálny moment + zodpovedajúce vnútorné sily a momenty + všetky maximálne hodnoty pre krídlo – kombinácia 1

úložný prah - min $M_2 = -1,834$ MNm, zodp $V_3 = 0,971$ MN, zodp $M_t = 1,421$ MNm, $A = + 0,683$ MN

- horná výstuž



M_{ed}	1.834 MN	ocel'	B500
V_{ed}	0.971 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	1.421 MN	$f_{yd} =$	$f_{yk}/1.15$ 435 MPa
A	0.683 MN		

betón 30/37

f_{cd}	17.000 MPa
f_{ctm}	2.9 MPa

prierez

h	1.91	m			
d	1.78	m			
b	2.8	m			
A=	b*d	5.348			
u=	2*(d+b)	9.42			
t _{ef} =	A/u	0.568	>	2as	0.218
krytie	c			100	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	φs			28	A _s 0.000616 m2
šmyková výstuž	φst			16	A _{st} 0.000201 m2
pozdlžna výstuž na krútenie	φsl			18	A _{sl} 0.000255 m2

$$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl} = 109 \text{ mm}$$

$$b_k = b - t_{ef} = 2.232 \text{ m}$$

$$h_k = h - t_{ef} = 1.342 \text{ m}$$

$$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k) = 7.149 \text{ m}$$

$$A_k = b_k \cdot h_k = 2.996 \text{ m}^2$$

účinná výška prierezu

$$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl} = 130 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 1.78 \text{ m}$$

rameno vnútorných síl

$$z = 0.85d = 1.513 \text{ m}$$

$$\rho_{min} = 0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0.0015 > 0.0013$$

$$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d = 0.007516 \text{ m}^2 \quad 75.16 \text{ cm}^2$$

$$x_{Blim} = 560 \cdot d / (700 + f_{yd}) = 0.878 \text{ m}$$

$$A_{smax} = x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} = 0.096168 \text{ m}^2 \quad 961.68 \text{ cm}^2$$

$$d - \sqrt{d^2 -$$

$$x_B = \frac{2 \cdot M_{ED}}{(b \cdot f_{cd})} = 0.022 < x_{lim} \quad 0.878 \text{ m}$$

$$\min(x_B; x_{lim}) = 0.022 \text{ m}$$

$$A_{sreq} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000 = 23.844 < A_{smin} \quad 75.16$$

potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku

$$\theta = 40$$

$$\tan \theta = 0.8391$$

$$\cot \theta = 1.191754$$

krútenie pričná sila osová sila

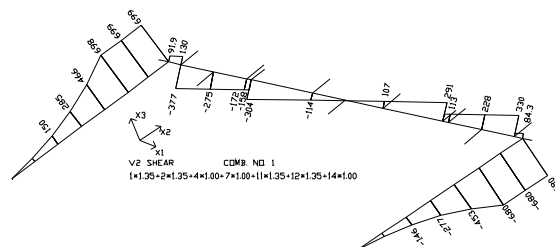
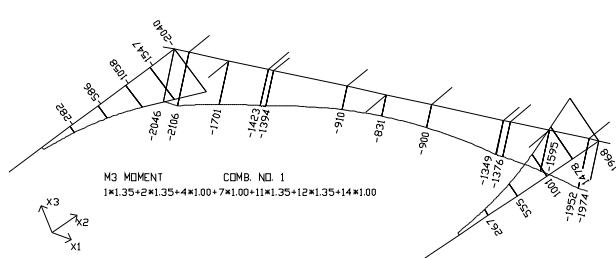
$$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta = 0.791263 \quad 1.157 \text{ MN} \quad 0.683$$

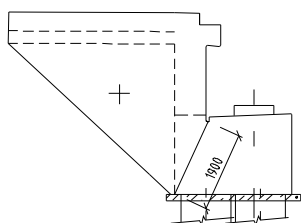
$$A_s = 0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000 = 18.19906 \quad 8.872 \text{ cm}^2 \quad 15.709$$

$$A_{sM+Q} = 75.16 \text{ cm}^2$$

$$\begin{array}{ccccc} \mathbf{f28/200} & \mathbf{A_s} & \mathbf{86.24 \text{ cm}^2} & \mathbf{>} & \mathbf{75.16 \text{ cm}^2} \\ & & & \mathbf{<} & \mathbf{961.68 \text{ cm}^2} \end{array}$$

krídlo: M2v = -0,96 MNm, zodp V3 = 0,4 MN, zodp Mt = 0,2 MNm, M3h = 1,55 MN, V2 = 0,7 MN,





Krídlo – vertikálny smer

M_{ed}	0.96 MN	ocel'	B500
V_{ed}	0.4 MN	$f_{yk} =$	500 MPa
M_k	0.2 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	435 MPa
betón 30/37			
f_{cd}	17.000 MPa		
f_{ctm}	2.9 MPa		
prierez			
h	1.9 m		
d	1.77 m		
b	0.75 m		
$A = b \cdot d$	1.425		
$u = 2 \cdot (d + b)$	5.3		
$t_{ef} = A/u$	0.269	$> 2as$	0.218
krytie		c	100
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch		ϕ_s	28 A_s 0.000616 m ²
šmyková výstuž		ϕ_{st}	16 A_{st} 0.000201 m ²
pozdlžna výstuž na krútenie		ϕ_{sl}	18 A_{sl} 0.000255 m ²
$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$		109 mm	
$b_k = b - t_{ef}$		0.481 m	
$h_k = h - t_{ef}$		1.631 m	
$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$		4.225 m	
$A_k = b_k \cdot h_k$		0.785 m ²	
účinná výška prierezu			
$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$		130 mm	
$d = h - d_1$		1.77 m	
rameno vnútorných síl			
$z = 0.85d$		1.505 m	
$\rho_{min} = 0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$		0.0015	> 0.0013
$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$		0.002002 m ²	20.02 cm ²
$x_{Blim} = 560 \cdot d / (700 + f_{yd})$		0.873 m	
$A_{smax} = x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$		0.030135 m ²	301.35 cm ²
$x_B = d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$		0.037	$< x_{lim}$ 0.873 m

	$\min(x_B; x_{lim})$	0.037 m	
$A_{sreq} = x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$	12.605	< A_{smin}	20.02 cm ²
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku			
θ	40		
$\tan \theta$	0.8391		
$\cot \theta$	1.191754		
	krútenie	priečna sila	
$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k * u_k + V_{ed2}) * \cot \theta$	0.113892	0.477 MN	
$A_s = 0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$	2.619522	3.655 cm ²	
A_{sM+Q}	20.02 cm ²		
4f28/200	A_s	24.64 cm²	> 20.02 cm²
			< 301.35 cm²

Vertikálna výstuž krídla – pozri mimoriadna kombinácia – 5 f32/150

Krídlo – horizontálny smer

M_{ed}	1.55 MNm	oceľ	B500	
V_{ed}	0.7 MN	$f_{yk} =$	500	
		$f_{yd} = f_{yk} / 1.15$	435 MPa	
betón 30/35				
f_{cd}	17.000 MPa			
f_{ctm}	3.2 MPa			
prierez				
h	0.75 m			
d	0.626 m			
b	4.4 m			
krytie	c	100		
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	16 A_s	0.000201 m ²	
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201 m ²	
$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl}$	124 mm			
účinná výška prierezu				
$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_s$	124 mm			
$d = h - d_1$	0.626 m			
rameno vnútorných síl				
$z = 0.85d$	0.532 m			
$\rho_{min} = 0.26 * f_{ctm} / f_{yk}$	0.0017	> 0.0013		
$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$	0.004583 m ²	45.83 cm ²		
$x_{Blim} = 560 * d / (700 + f_{yd})$	0.309 m			

$A_{smax} =$	$x_{Blim} * b * f_{cd} / f_{yd}$	0.062526	m ²	625.26	cm ²
$x_B =$	$2 * M_{ED} / (b * f_{cd})$	0.029	< x_{lim}	0.309	m
	$\min(x_B; x_{lim})$			0.029	m
$A_{sreq} =$	$x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$	58.290	> A_{smin}	45.83	cm ²
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ		40			
$\tan \theta$		0.8391			
$\cot \theta$		1.191754			

priečna sila $V_{ed2} * \cot \theta$ 0.834 MN

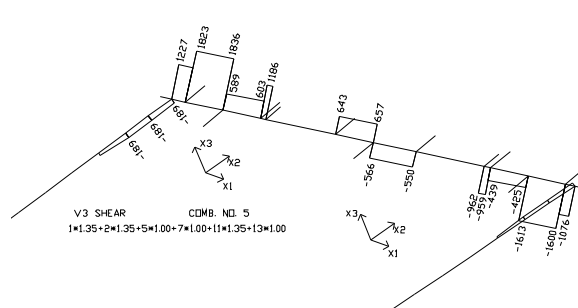
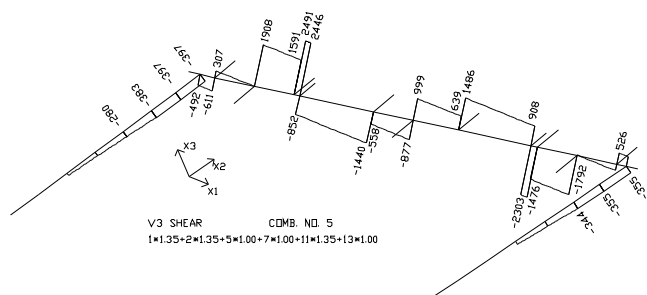
$A_s =$ $0.5 * (F_{td} / f_{yd}) / * 10000$ 9.594 cm²

A_{sM+Q} 67.88 cm²

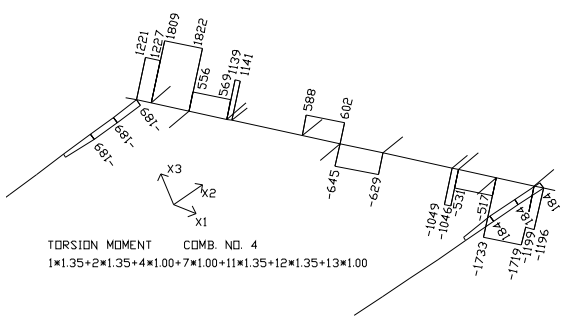
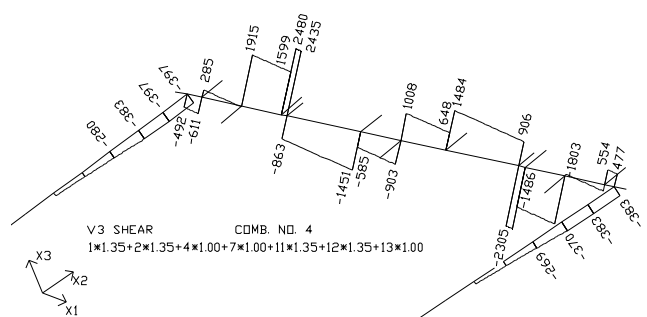
návrh **f16/125** A_s **70.752 cm²** > **67.88 cm²**
< **625.26 cm²**

Horizontálna výstuž krídla – pozri mimoriadna kombinácia – 30 f20/150

úložný prah - max V3 = 2,491 MN, zodp Mt = 1,186 MNm, komb 5



úložný prah - zodp V3 = 1,915 MN, max Mt = 1,822 MNm, komb 4



prierez

h 1.78
b 2.8

T_{EDmax} 2.561 MNm
 $V3_{RDmax}$ 1.186 MN

A=	b*d	4.984		
u=	2*(d+b)	9.16		
t _{ef} =	A/u	0.544	>	2as
				0.15
krytie			c	50
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch		φs	28	A _s
				0.000616 m ²
šmyková výstuž pre V3		φst	16	A _{st}
				0.000201 m ²
pozdlžna výstuž na krútenie		φsl	18	A _{sl}
				0.000255 m ²
a _s =	c+φst+0.5*φsl	75	mm	
b _k =	b-t _{ef}	2.256	m	
h _k =	h-t _{ef}	1.236	m	
u _k =	2*(h _k +b _k)	6.984	m	
A _k =	b _k *h _k	2.788	m ²	
účinná výška prierezu				
d ₁ =	c+φst+0.5*φs	80	mm	
d=	h-d ₁	1.7	m	
rameno vnútorných síl				
z=	0.85d	1.445	m	
návrhové hodnoty materiálových charakteristík				
f _{ck}		30	MPa	C30/37
f _{cd}	0.85*f _{ck} /1.5	17	MPa	
ν	0.6*(1-f _{ck} /250)	0.528		
f _{yk}		500	MPa	B500B
f _{yd} =f _{ywd}	f _{yw} /γ _s	434.78	MPa	
θ		40		
tanθ		0.83910		
cotθ		1.19175		
V _{3RDmax}	z*h*ν*f _{cd} /(tanθ+cotθ)	11.368	MN	
T _{RDmax}	2*A _k *t _{ef} *ν*f _{cd} /(tanθ+cotθ)	13.410	MN	

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$$T_{EDmax}/T_{RDmax} + V_{ED3max}/V_{3RDmax} = 0.295 < 1$$

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

šírka strmeňa b_w

$$b_w = 0.45 \text{ m}$$

A_{sw}	$10 \cdot A_{st}$	0.00201 m ²		10f16/200mm
s_a	$A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta / V_{ed}$	0.878 m	návrh	0.2 m
ρ_{wmin}	$0.08 \cdot (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.00088		
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b_w$	0.0223		
kontrola minimálneho % vystuženia				
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b_w$	0.0223 >		0.000876
V_{RDS}	$f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot \cot \theta$	7.525 >		1.186 MN

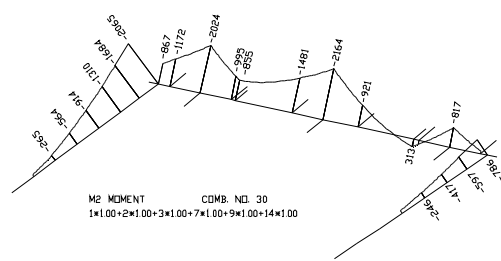
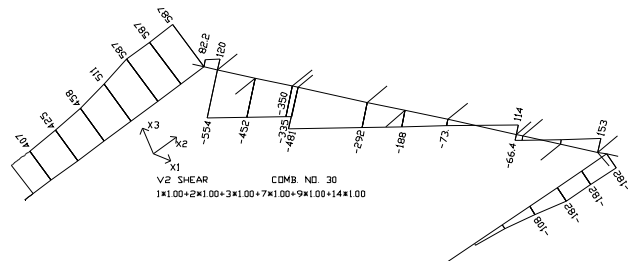
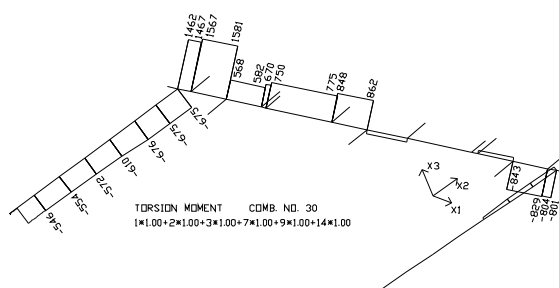
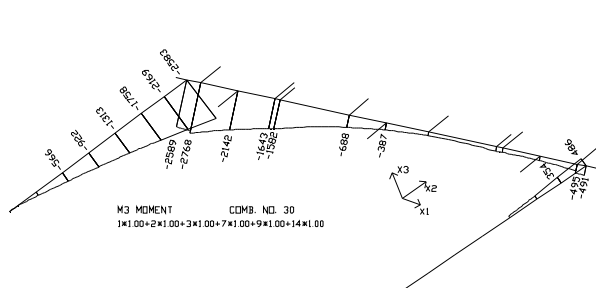
Návrh výstuže na krútenie

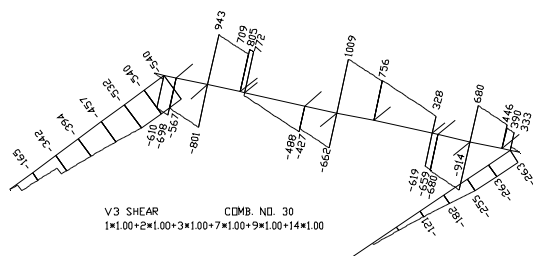
osová vzdialenosť strmeňov	s	0.2 m		f18/200mm
$\sigma_{swd} =$	$(T_{ED} / 2A_k + V_{ed} / (\eta_k \cdot z)) \cdot s / A_{swt} / \cot \theta$	<		f_{ywd}
$S_{swd} =$		370.789 MPa	<	434.78 MPa

Horizontálna zložka šmyku, pozdĺžna výstuž okrajová	$u_k =$	0.2 m		
$h_{ed} =$	$(T_{ED} / 2A_k \cdot u_k) \cdot \cot \theta$	0.109 MN		
$A_s =$	$(F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$	2.518 cm ²	fR18/á200	$A_s =$ 2.55 cm ²

Mimoriadna kombinácia krídlo: (náraz do zvodidla)

M3 = 2.17 MNm, zodp V2 = 0,675 MN, zodp Mt = 0,59 MNm, M2 = 1.24 MNm, zodp V3 = 0,405 MN,





Horizontálny smer – mimoriadna kombinácia

M_{ed}	2.17 MN	oceľ	B500	
V_{ed}	0.675 MN		f_{yk}	500 MPa
M_k	0.59 MN		$f_{yd} = f_{yk}/1$	500 MPa

betón 30/37

f_{cd} 22.174 MPa

f_{ctm} 2.9 MPa

prierez

h 0.75 m

d 0.649 m

b 4.4 m

$A = b \cdot d$ 3.3

$u = 2 \cdot (d + b)$ 10.3

$t_{ef} = A/u$ 0.320 > 2as 0.166

krytie c 75

pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch ϕ_s 20 A_s 0.000314 m²

šmyková výstuž ϕ_{st} 16 A_{st} 0.000201 m²

pozdĺžna výstuž na krútenie ϕ_{sl} 16 A_{sl} 0.000201 m²

$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$ 83 mm

$b_k = b - t_{ef}$ 4.080 m

$h_k = h - t_{ef}$ 0.430 m

$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$ 9.018 m

$A_k = b_k \cdot h_k$ 1.753 m²

účinná výška prierezu

$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$ 101 mm

$d = h - d_1$ 0.649 m

rameno vnútorných síl

$z = 0.85d$ 0.552 m

$\rho_{min} =$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	$0.0015 > 0.0013$	
$A_{smin} =$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.004306 m^2	43.06 cm^2
$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.303 m	
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.059099 m^2	590.99 cm^2
$x_B =$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	$0.035 < x_{lim}$	0.303 m
		$\min(x_B; x_{lim})$	0.035 m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	$68.738 < A_{smin}$	43.06
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku			
θ		40	
$\tan \theta$		0.8391	
$\cot \theta$		1.191754	
		krútenie	priečna sila
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.882605	0.804 MN
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) / 10000$	17.6521	5.363 cm^2
A_{sM+Q}		91.75 cm^2	
návrh	30f20/150	A_s	94.20 cm^2
			$>$
			$<$
			91.75 cm^2
			590.99 cm^2

vertikálny smer – mimoriadna kombinácia

M_{ed}	1.684 MN	oceľ	
V_{ed}	0.54 MN	B500	
M_k	0.952 MN	f_{yk}	500 MPa
betón 30/37		$f_{yd} = f_{yk} / 1$	500 MPa
f_{cd}	22.174 MPa		
f_{ctm}	2.9 MPa		
prierez			
h	1.9 m		
d	1.768 m		
b	0.75 m		
$A =$	$b \cdot d$		
$u =$	$2 \cdot (d + b)$		
$t_{ef} =$	A / u	$0.269 > 2a_s$	0.216
krytie		c	100
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	$32 A_s$	0.000804 m^2
šmyková výstuž	ϕ_{st}	$16 A_{st}$	0.000201 m^2

pozdĺžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	16	A_{sl}	0.000201	m ²
$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl}$	108	mm		
$b_k =$	$b - t_{ef}$	0.481	m		
$h_k =$	$h - t_{ef}$	1.631	m		
$u_k =$	$2 * (h_k + b_k)$	4.225	m		
$A_k =$	$b_k * h_k$	0.785	m ²		
účinná výška prierezu					
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_s$	132	mm		
$d =$	$h - d_1$	1.768	m		
rameno vnútorných síl					
$z =$	$0.85d$	1.503	m		
$\rho_{min} =$	$0.26 * f_{ctm} / f_{yk}$	0.0015	> 0.0013		
$A_{smin} =$	$\rho_{min} * b * d$	0.002	m ²	20.00	cm ²
$x_{Blim} =$	$560 * d / (700 + f_{yd})$	0.825	m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} * b * f_{cd} / f_{yd}$	0.027442	m ²	274.42	cm ²
$x_B =$	$d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})}$	0.058	< x_{lim}	0.825	m
			$\min(x_B; x_{lim})$	0.058	m
$A_{sreq} =$	$x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$	19.369	< A_{smin}	20.00	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ		40			
$\tan \theta$		0.8391			
$\cot \theta$		1.191754			
		krútenie		pričná sila	
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k * u_k + V_{ed2}) * \cot \theta$	0.542127		0.644	MN
$A_s =$	$0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$	10.84255		4.290	cm ²
A_{sM+Q}		34.50	cm ²		
	5f32/150	A_s	40.2	cm²	>
					<
				34.50	cm²
				274.42	cm²

Šmyk a krútenie – mimoriadna kombinácia

prierez					
h	1.9		T_{EDmax}	0.952	MNm
b	0.75		V_{3RDmax}	0.54	MN
$A =$	$b * d$	1.425			
$u =$	$2 * (d + b)$	5.3			
$t_{ef} =$	A / u	0.269	>	$2a_s$	0.15
krytie		c		50	
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	28	A_s	0.000616	m ²

šmyková výstuž pre V3	ϕ_{st}	16	A_{st}	0.000201	m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	18	A_{sl}	0.000255	m ²
$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl}$	75	mm			
$b_k = b - t_{ef}$	0.481	m			
$h_k = h - t_{ef}$	1.631	m			
$u_k = 2 * (h_k + b_k)$	4.225	m			
$A_k = b_k * h_k$	0.785	m ²			
účinná výška prierezu					
$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_s$	80	mm			
$d = h - d_1$	1.82	m			
rameno vnútorných síl					
$z = 0.85d$	1.547	m			
návrhové hodnoty materiálových charakteristík					
f_{ck}	30	MPa	C30/37		
$f_{cd} = 0.85 * f_{ck} / 1.5$	22.17391	MPa			
$v = 0.6 * (1 - f_{ck} / 250)$	0.528				
f_{yk}	500	MPa	B500B		
$f_{yd} = f_{ywd} = f_{yw} / \gamma_s$	500.00	MPa			
θ	40				
$\tan \theta$	0.83910				
$\cot \theta$	1.19175				
$V_{3RDmax} = z * h * v * f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	16.945	MN			
$T_{RDmax} = 2 * A_k * t_{ef} * v * f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	2.433	MN			

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$$T_{EDmax} / T_{RDmax} + V_{ED3max} / V_{3RDmax} = 0.423 < 1$$

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

šírka strmeňa b_w

b_w	0.45	m		
$A_{sw} = 4 * A_{st}$	0.000804	m ²		4f16/200mm
$s_a = A_{sw} * f_{yd} * \cot \theta / V_{ed}$	0.887	m	návrh	0.2 m
$\rho_{wmin} = 0.08 * (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.00088			
$r_{sw} = A_{sw} / s_a / b_w$	0.0089			
kontrola minimálneho % vystuženia				
$r_{sw} = A_{sw} / s_a / b_w$	0.0089	>	0.000876	
$V_{RDS} = f_{ywd} * A_{sw} / s * z * \cot \theta$	3.706	>	0.54	MN

Návrh výstuže na krútenie

osová vzdialenosť strmeňov	s	0.2 m	f18/200mm
$\sigma_{swd} =$	$(T_{ED}/2A_k + V_{ed}/(n_k \cdot z)) \cdot s/A_{swt}/\cot\theta$	<	f_{ywd}
$S_{swd} =$	472.029 MPa	<	500.00 MPa

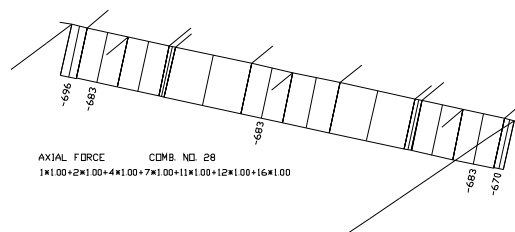
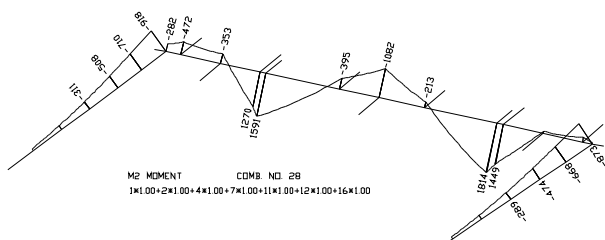
Horizontálna zložka šmyku, pozdĺžna výstuž okrajová

okrajová			$u_k=$		0.2	m
$h_{ed}=$	$(T_{ED}/2/A_k \cdot u_k) \cdot \cot \theta$	0.145	MN			
$A_s=$	$(F_{tdl}/f_{vd}) / \cdot 10000$	2.891	cm2	$\phi R18/\dot{a}200$	$A_s=$	2.55 cm2

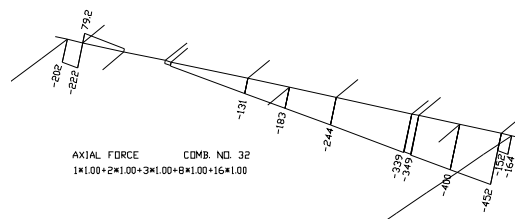
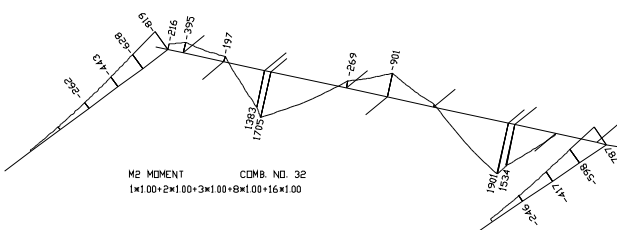
Trhliny

Charakteristická kombinácia - úložný prah

min M2 = 1,08 MNm, zodp A = 0,68 MN,



max M2 = 1,71 MNm, zodp A = 0,45 MN



BETON	KBT = 0.00
ZB	BB
1.7800	2.8000
0.0000	2.8000

VYZTUZ	NVP = 6.250
ZV	NV DV1(-FV1)
0.1000	14.000 0.028000
1.6800	14.000 0.028000

ZATIZENI

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily

-1.0800	0.6800	0.8900
1.7100	0.4500	0.8900

VYSLEDKY

BETON

Z	NAPETI
1	2
1.7800	0.0000 -2.9576 < -18 MPa
0.0000	-1.6410 0.0000

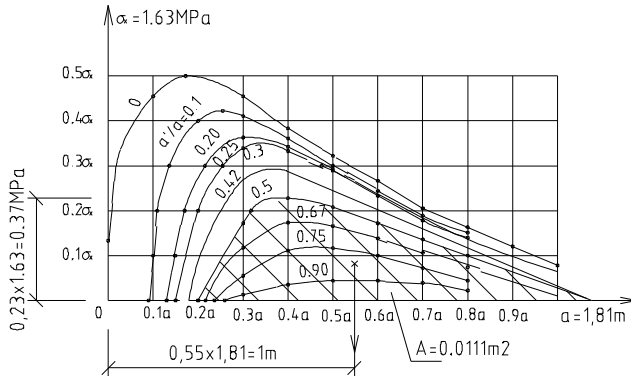
VYZTUZ

Z	NAPETI
1	2
0.1000	-2.6526 149.4903 < 400 MPa < 160 MPa
1.6800	117.4812 -8.4867

⇒ podľa STN EN 1992-1, 7.2.5, že nevzniknú nepriateľné trhliny a pretvorenia

Priečne ťahy

ložisko – úložný prah $R_{max} = 4,2 \text{ MN}$



$$\frac{a'}{a} = \frac{0.95}{1.81} = \mathbf{0.52}$$

$$\sigma_x = \frac{Z}{A} = \frac{4.2}{p \cdot 0.905^2} = \mathbf{1.63 \text{ MPa}}$$

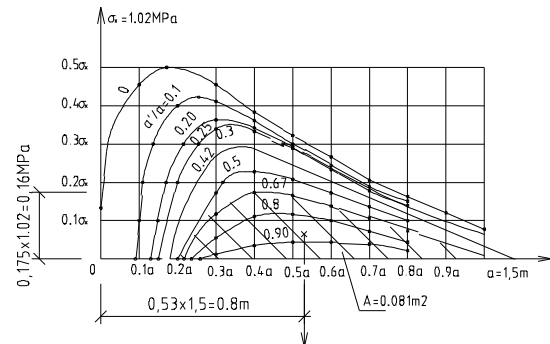
$$\sigma_y = 0.23 \times 1.63 = 0.37 \text{ MPa}$$

$$Z = 0.111 \times 1.81 \times 1.63 = \mathbf{0.33 \text{ MN}}$$

$$A_{sreqr} = \frac{0.33 \cdot 0.2 \cdot 1}{435 \cdot 1.35} \cdot 10000 = 1,12 \text{ cm}^2 \text{ P}$$

$$fR14/200\text{mm}, Fa = 1,54 \text{ cm}^2$$

úložný prah – pilóta $V_{max} 1,85 \text{ MN}$



$$\frac{a'}{a} = \frac{1.2}{1.5} = \mathbf{0.8}$$

$$\sigma_x = \frac{Z}{A} = \frac{1.85}{p \cdot 0.75^2} = \mathbf{1.02 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_y = 0.175 \times 1.02 = 0.18 \text{ MPa}$$

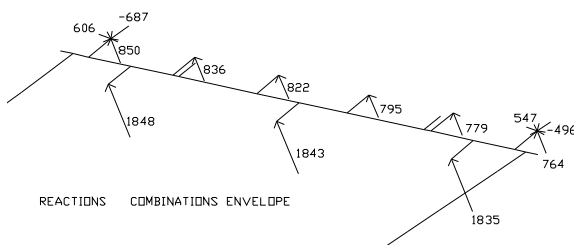
$$Z = 0.081 \times 1.5 \times 0.91 = \mathbf{0.11 \text{ MN}}$$

$$A_{sreqr} = \frac{0.11 \cdot 0.2 \cdot 1}{435 \cdot 1.5} \cdot 10000 = 0,15 \text{ cm}^2 \text{ P}$$

$$fR12/200\text{mm}, Fa = 1,13 \text{ cm}^2$$

reakcie

návrhová hodnota

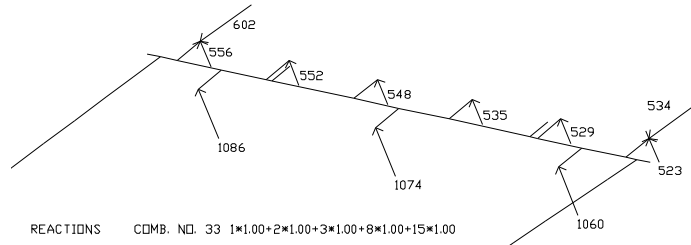


$$\max V = 1848 + \pi \times 0,6^2 \times 10 \times 25 = \mathbf{2131 \text{ kN}}, H_x = \frac{687+496}{9} = 131 \text{ kN}, H_y = \frac{606+547}{9} = 128 \text{ kN}$$

$$H_v = \sqrt{(184^2 + 128^2)} = \mathbf{184 \text{ kN}}$$

$$V(\text{kvázistála reakcia}) = 1086 + \pi \times 0,6^2 \times 10 \times 25 = \mathbf{1366 \text{ kN}}$$

kvázistála reakcia



Posouzení piloty

Vstupní data

Základní parametry zemín

Parametry zemín

Třída S3, ulehlá

Objemová tíha :	γ	=	18.50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	32.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	0.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.30
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	40.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	18.50 kN/m ³
Typ zeminy :	nesoudržná		
Modul horiz.stlač :	n_h	=	4.50 MN/m ³

Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$

Objemová tíha :	γ	=	18.50 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	22.00
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	20.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.35
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	8.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	20.00 kN/m ³
Typ zeminy	soudržná		

Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$

Objemová tíha :	γ	=	21.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	24.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	25.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.40
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	10.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21.00 kN/m ³
Typ zeminy :	soudržná		
Modul horiz.stlač :	n_h	=	4.50 MN/m ³

Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ -spras

Objemová tíha :	γ	=	21.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	19.00
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	12.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.40
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	4.50 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	21.00 kN/m ³
Typ zeminy	nesoudržná		

Třída G4

Objemová tíha :	γ	=	20.00 kN/m ³
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	28.00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	5.00 kPa
Poissonovo číslo :	ν	=	0.30
Modul přetvárnosti :	E_{def}	=	90.00 MPa
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	20.00 kN/m ³
Typ zeminy :	nesoudržná		
Modul horiz.stlačitelnosti :	n_h	=	7.00 MN/m ³

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m, Délka $l = 10.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 2.00$ m

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0.00$ m

Typ technologie: vrtaná
Modul reakce podloží uvažován podle ČSN 731004.

Materiál konstrukce

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

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25.00$ MPa






Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2.60$ MPa

Modul pružnosti $E_{cm} = 31000.00$ MPa

Modul pružnosti ve smyku $G = 12917.00$ MPa

Ocel podélná : B500 Mez kluzu $f_{yk} = 500.00$ MPa

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3.22	Třída G4	
2	3.78	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ -spras	
3	0.20	Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$	
4	3.50	Třída S3, ulehlá	
5	2.00	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
6	-	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	ANO		Zatížení č. 1	Návrhové	2131.00	0.00	0.00	184.00	0.00
2	ANO		Zatížení č. 2	Užitné	1365.00	0.00	0.00	184.00	0.00

HPV + nestlačitelné podloží

Hladina podzemní vody je v hloubce 10.00 m od původního terénu.

Nestlačitelné podloží je v hloubce 50.00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : klasická teorie, Metoda výpočtu : ČSN 73 1002, zatěžovací křivka : nelineární (Masopust), norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992-1-1 (EC2)

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Návrhová situace : trvalá

Součinitel redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé	Příznivé
		[-]	[-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00

Součinitel redukce odporu (R) - vrtaná	Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na plášti	γ_s	1.10
Součinitel redukce odporu na patě	γ_b	1.10
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty	γ_{st}	1.15

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

Součinitel únosnosti	N_c	=	35.49
Součinitel únosnosti	N_d	=	23.18
Součinitel únosnosti	N_b	=	20.79
Součinitel únosnosti	K_1	=	1.00
Výpočtová únosnost na patě piloty	R_{bd}	=	5915.73 kPa
Plocha příčného řezu piloty	A_p	=	1.13E+00 m ²

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 2.44$ m

Hloubka [m]	Mocnost [m]	j_d [°]	c_{ud} [kPa]	g [kN/m ³]	g_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
3.22	3.22	28.00	5.00	20.00	1.00	15.88	175.23
5.56	2.34	19.00	12.00	21.00	1.00	32.00	256.76

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Únosnost piloty na plášti	R_s	=	431.99 kN
Únosnost piloty v patě	R_b	=	6082.30 kN
Únosnost piloty	R_c	=	6514.29 kN
Extrémní svislá síla	V_d	=	2131.00 kN

$$R_c = 6514.29 \text{ kN} > 2131.00 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0.00	3.22	3.22	16.83	62.00	16.00
2	3.22	7.00	3.78	8.18	46.00	20.00
3	7.00	7.20	0.20	16.83	62.00	16.00
4	7.20	8.00	0.80	8.18	46.00	20.00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1.00$

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0$ mm

Regresní součinitel $e = 988.00$

Regresní součinitel $f = 1084.00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 959.25$ kN

Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 825.40$ kPa

Průměrné plášťové tření $q_s = 45.44$ kPa

Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 11.88$ MPa

Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.41$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.18$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.00$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 0.92$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]	Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0.0	0.00	15.0	1433.03
2.5	585.03	17.5	1547.85
5.0	827.36	20.0	1647.19
7.5	1013.30	22.5	1733.19
10.0	1170.06	25.0	1819.18
12.5	1308.17	15.0	1433.03
15.0	1433.03		

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 1612.71$ kN

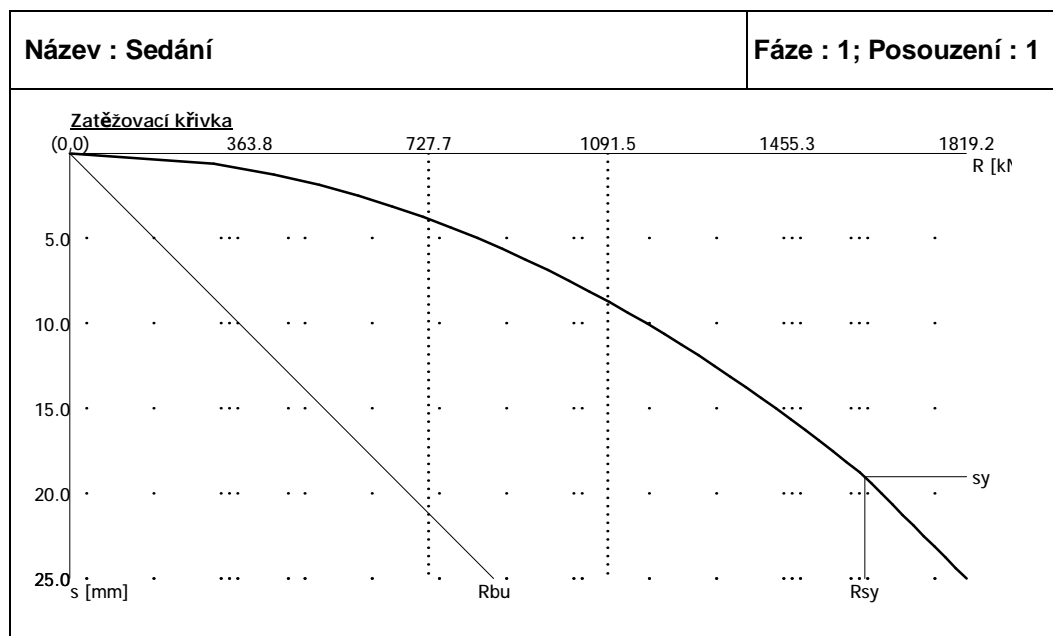
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 19.0$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty $R_{bu} = 859.93 \text{ kN}$

Celková únosnost $R_c = 1819.18 \text{ kN}$

Pro zatížení $Q = 1365.00 \text{ kN}$ je sednutí piloty 13.6 mm



Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	21.08	3.26	0.00	184.00	0.00
0.50	0.00	19.45	3.26	0.00	184.00	92.00
1.00	0.00	17.83	3.23	0.00	184.00	184.00
1.50	0.00	16.22	3.20	0.00	184.00	276.00
2.00	0.00	14.64	3.15	10.67	184.00	368.00
2.50	2.92	13.08	3.08	38.14	171.88	456.91
3.00	5.83	11.56	3.00	67.41	139.55	534.60
3.50	8.75	10.08	2.91	88.18	92.25	592.28
4.00	11.67	8.64	2.82	100.86	34.93	623.71
4.50	14.58	7.26	2.72	105.90	27.66	625.08
5.00	17.50	5.93	2.62	77.18	91.10	594.85
5.50	2.50	4.64	2.53	29.00	122.78	541.06

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
6.00	2.50	3.40	2.45	8.49	128.80	478.09
6.50	2.50	2.19	2.38	5.47	132.99	412.57
7.00	2.50	1.02	2.32	2.54	135.39	345.40
7.50	2.50	0.13	2.27	0.33	136.05	277.47
8.00	2.50	1.25	2.23	3.14	135.01	209.64
8.50	2.50	2.36	2.20	5.91	132.29	142.74
9.00	2.50	3.46	2.18	32.48	127.93	77.62
9.50	28.13	4.55	2.18	103.13	88.81	22.99
10.00	30.00	5.64	2.18	163.82	0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-21.08	-3.26	0.00	-184.00	-0.00
0.50	0.00	-19.45	-3.26	0.00	-184.00	-92.00
1.00	0.00	-17.83	-3.23	0.00	-184.00	-184.00
1.50	0.00	-16.22	-3.20	0.00	-184.00	-276.00
2.00	0.00	-14.64	-3.15	-10.67	-184.00	-368.00
2.50	2.92	-13.08	-3.08	-38.14	-171.88	-456.91
3.00	5.83	-11.56	-3.00	-67.41	-139.55	-534.60
3.50	8.75	-10.08	-2.91	-88.18	-92.25	-592.28
4.00	11.67	-8.64	-2.82	-100.86	-34.93	-623.71
4.50	14.58	-7.26	-2.72	-105.90	-27.66	-625.08
5.00	17.50	-5.93	-2.62	-77.18	-91.10	-594.85
5.50	2.50	-4.64	-2.53	-29.00	-122.78	-541.06
6.00	2.50	-3.40	-2.45	-8.49	-128.80	-478.09
6.50	2.50	-2.19	-2.38	-5.47	-132.99	-412.57
7.00	2.50	-1.02	-2.32	-2.54	-135.39	-345.40
7.50	2.50	-0.13	-2.27	-0.33	-136.05	-277.47
8.00	2.50	-1.25	-2.23	-3.14	-135.01	-209.64
8.50	2.50	-2.36	-2.20	-5.91	-132.29	-142.74
9.00	2.50	-3.46	-2.18	-32.48	-127.93	-77.62
9.50	28.13	-4.55	-2.18	-103.13	-88.81	-22.99
10.00	30.00	-5.64	-2.18	-163.82	-0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 21.1 mm

Max.posouvající síla = 184.00 kN
Maximální moment = 625.08 kNm

Dimenzace výztuže:

Vyztužení - 16 ks profil 20.0 mm; krytí 100.0 mm

Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 0.444 \% > 0.250 \% = \rho_{\min}$

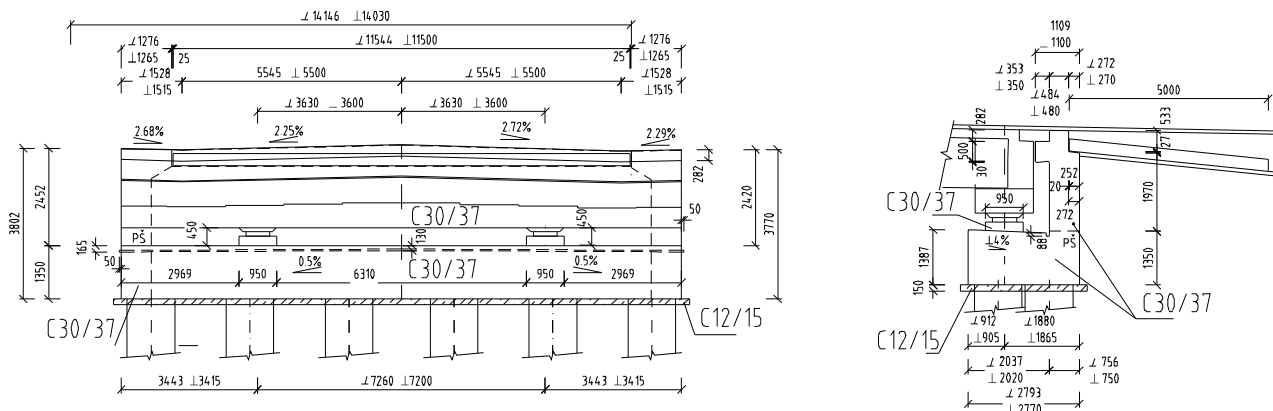
Zatížení : $N_{Ed} = -1365.00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 625.08$ kNm

Únosnost : $N_{Rd} = -5588.12$ kN; $M_{Rd} = 2558.98$ kNm

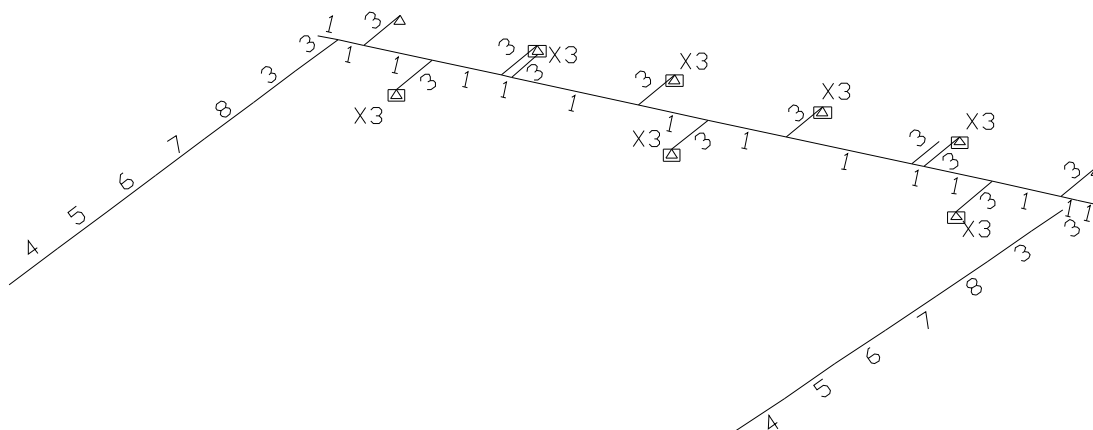
Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Opora 4

Pozdĺžny rez a priečny rez



Statická schéma + priezozové charakteristiky:



PROPERTY NO. 1

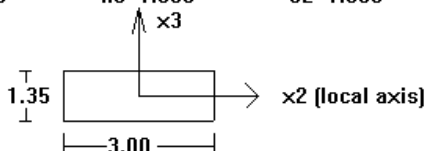
A=0.5960E+01 I2=0.2554E+01 I3=0.8920E+01 J=0.2110E+01 SF2=0.850
Material = 1 - C30 SF3=0.850

PROPERTY NO. 2

Start: prop. no.= 5 H= 3.560 End: prop. no.= 4 H=1.070

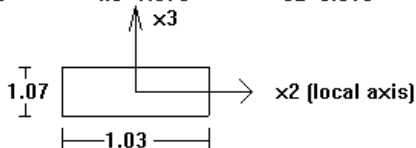
PROPERTY NO. 3

A=0.4050E+01 I2=0.6151E+00 I3=0.3037E+01 J=0.1765E+01 SF2=0.850
Material = 2 - C30o Perimeter=8.700 SF3=0.850
h2=3.000 h3=1.350 e2=1.500 e3=0.675



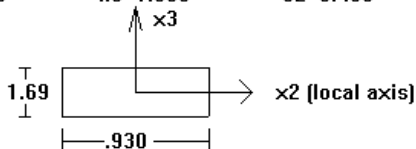
PROPERTY NO. 4

A=0.1102E+01 I2=0.1051E+00 I3=0.9743E-01 J=0.1703E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=4.200 SF3=0.850
h2=1.030 h3=1.070 e2=0.515 e3=0.535



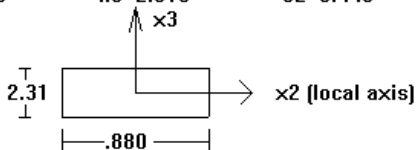
PROPERTY NO. 5

A=0.1572E+01 I2=0.3741E+00 I3=0.1133E+00 J=0.2972E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=5.240 SF3=0.850
h2=0.930 h3=1.690 e2=0.465 e3=0.845



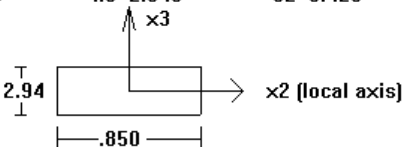
PROPERTY NO. 6

A=0.2033E+01 I2=0.9039E+00 I3=0.1312E+00 J=0.3990E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=6.380 SF3=0.850
h2=0.880 h3=2.310 e2=0.440 e3=1.155



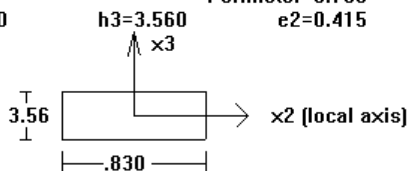
PROPERTY NO. 7

A=0.2499E+01 I2=0.1800E+01 I3=0.1505E+00 J=0.4923E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=7.580 SF3=0.850
h2=0.850 h3=2.940 e2=0.425 e3=1.470



PROPERTY NO. 8

A=0.2955E+01 I2=0.3121E+01 I3=0.1696E+00 J=0.5789E+00 SF2=0.850
Material = 1 - C30 Perimeter=8.780 SF3=0.850
h2=0.830 h3=3.560 e2=0.415 e3=1.780



Uvažované zaťaženia

1,1,,vlastná tiaž: $\gamma_{vt} = 25 \text{ kN/m}^3$

2,2,,stále zaťaženie - kridlo:

chodník	0.26*25*1.5	9.75 kN/bm
rimsový nos	0.04*(0.6-0.22)*25	0.38 kN/bm
zábradlie		0.5 kN/bm
zvodidlo		1 kN/bm
		11.63 kN/bm

3,3,, "minimálny zemný tlak:"

Zemný tlak P súbor C

Charakteristické parametre zeminy: $\phi_k = 30^\circ$, $c = 5$, $\gamma_{zem} = 20 \text{ kN/m}^3$,

Výpočet náhradnej výšky: - **opora**

Adjustačné súčinitele $\alpha_Q = 1$

$$q_{eq1} = \frac{(600+400+200)+2.2*9*3+2.2*2.5*9.75}{2.2*14.03} = 41,99 \text{ kN/m}^2$$

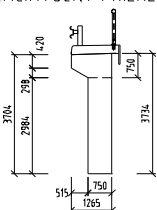
$$\gamma_G = 1.0, \gamma_Q = 1.15$$

$$h_{eq1} = \frac{g_{Qdest} * q_{eq1}}{g_{Gdest} * g} = \frac{1,15 * 41,99}{1 * 20} = 2,41 \text{ m},$$

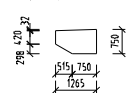
$$\phi_d = \arctan\left(\frac{\tan \phi_k}{\gamma_\phi}\right) = 24,81^\circ$$

$$k_{ah} = \tan^2\left(45 - \frac{\phi_d}{2}\right) = \tan^2\left(45 - \frac{24,81}{2}\right) = 0.41$$

ZAČIATOČNÝ PRIEREZ



KONCOVÝ PRIEREZ



Zemný tlak – kridlo, uvažujem zemný tlak v pokoji

$$K_{0h} = 1 - \sin \phi_d = 1 - \sin 24,81 = 0.525$$

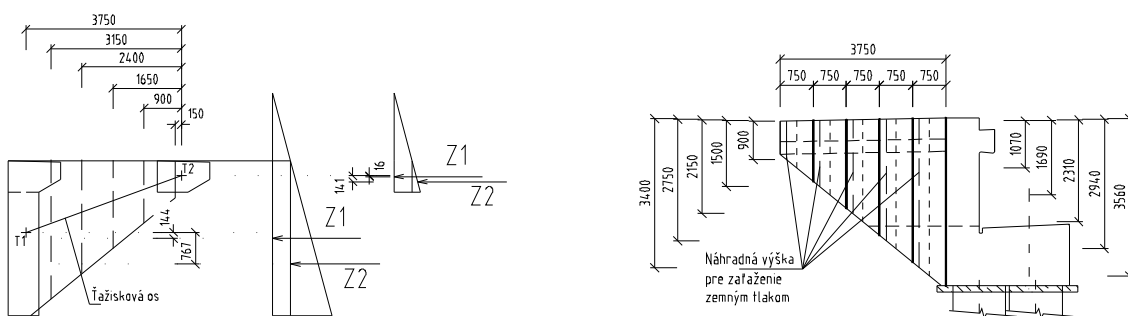
Výpočet náhradnej výšky:

$$q_{eq1} = \frac{600 + 2.2 \cdot 9 \cdot 3}{2.2 \cdot 4} = 74,93 \text{ kN/m}^2$$

$$h_{eq1} = \frac{g_{Qdest} \cdot q_{eq1}}{g_{Gdest} \cdot g} = \frac{1,15 \cdot 74,93}{1 \cdot 20} = 3,75 \text{ m}$$

Vzhľadom na premennú výšku, krídlo bolo rozdelené na päť častí.

Spôsob určenia ramien pre výpočet krútiaceho momentu od zemného tlaku



K_0 0.525

ozn	hi	e	Z	r1	M1
		$h \times 20 \times 0.525$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
	0.9	9.45	4	0.17	1
	1.5	15.75	12	0.29	3
	2.15	22.58	24	0.42	10
	2.75	28.88	40	0.54	21
	3.4	35.70	61	0.67	41

4.4., maximálny zemný tlak - krídlo

k_0 0.525

ozn	hi	e	Z	r1	M1
		$h \times 20 \times 0.525$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
Z1	3.75	39.38	35	0.02	1
Z2	0.9	9.45	4	0.17	1
časť 1		Σ	40		1
Z1	3.75	39.38	59	0.05	3
Z2	1.5	15.75	12	0.29	3
časť 2		Σ	71		6
Z1	3.75	39.38	85	0.07	6
Z2	2.15	22.58	24	0.42	10
časť 3		Σ	109		16

ozn	hi	e	Z	r1	M1
		$h \times 20 \times 0.525$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
Z1	3.75	39.38	108	0.10	11
Z2	2.75	28.88	40	0.54	21
časť 4		Σ	148		32
Z1	3.75	39.38	134	0.12	16
Z2	3.4	35.70	61	0.67	41
časť 5		Σ	195		57

5,5,, "Maximálny zemný tlak zľava, minimálny zprava"

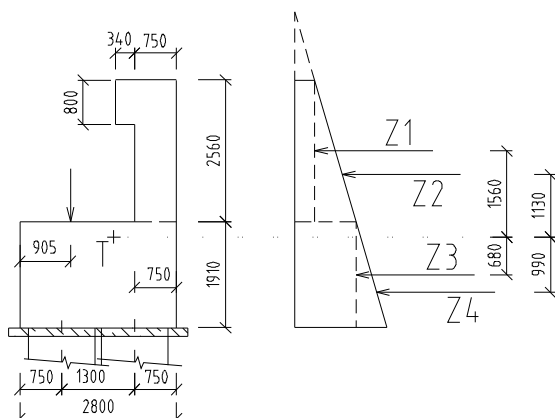
6,6,, "Maximálny zemný tlak zprava, minimálny zľava "

7,7,, "úložný prah, minimálny zemný tlak"

Náhradná výška je uvažovaná rovná 0.

		b	1	ka	0.41
ozn	hi	e	Z	r2	M2
		$h \times 20 \times 0.41$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
	0	0.00	0	1.56	0
Z1	2.53	20.75	26	0.83	22
Z2		20.75	28	-0.68	-19
Z3	1.35	11.07	7	-0.90	-7
		Z1	26		-4
		SZ	62		

Spôsob určenia ramien pre výpočet krútiaceho momentu od zemného tlaku



8,8,, "úložný prah, maximálny zemný tlak "

Náhradná výška je uvažovaná rovná 2,41 m.

b		1 ka		0.41	
ozn	hi	e	Z	r2	M2
		$h \times 20 \times 0.41x$	$(0.5) \times e \times h \times b$		
Z1	2.41	19.76	50	1.26	63
Z2	2.53	20.75	26	0.83	22
Z3		40.51	55	-0.68	-37
Z4	1.35	11.07	7	-0.90	-7
		Z1+Z2	76		41
		SZ	138		

9,9,, "náraz vozidla na zvodidlo – ľavé krídlo" – mimoriadna situácia

$F_h = 400 \text{ kN}$, $F_v = 0,75 \times 150 = 135 \text{ kN}$, $M_k = 400 \times 1,36 = 544 \text{ kN}$ (oceľové zvodidlo)

10,10,, " náraz vozidla na zvodidlo – pravé krídlo " – mimoriadna situácia

11,11,, "náhodilé zaťaženie na ľavom krídle" – uvažované zaťaženie $q = 4 \times 0,75 = 3 \text{ kN/bm}$, koleso na konci krídla 10 kN

12,12,, " náhodilé zaťaženie na pravom krídle "

13,13 a 14,14,, maximálna reakcia a minimálna reakcia z hornej stavby

Reakcie – nosná konštrukcia

Výsledné sily pôsobiace v ložiskách, max, min R, Princíp vytvárania kombinácií MSÚ:

č. komb.	Horizontálne sily					Vertikálne sily			Vlt+sz		pp
	Pozdĺžne			Priečne							
	BS	trenie	W	OS	W	nz	tepl	W	max	min	
1	0	1.5*0.6	1.5*0.6	0	0	1.35	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
2	0	1.5*0.6	0	0	1.5*0.6	1.35	0	1.5*0.6	1.35		1.2
										1	1.2
3	1.35	1.5*0.6	0	0	0	0.75*1.5	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
4	1.5*0.75	1.5	0	0	0	0.75*1.5	1.5	0	1.35		1.2
										1	1.2
5	0	1.5*0.6	0	1.35	0	0.75*1.5	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
6	0	1.5*0.6	0	0	1.5	0.75*1.5	0	1.5	1.35		1.2
										1	1.2
7	0	1.5	0.9	0	0	0	0	0	1.35		1.2

										1	1.2
8	0	0.9	1.5	0	0	0	0	0	1.35		1.2
										1	1.2

REAKCIE Z HORNEJ STAVBY - boli spočítané programom STRAP

Číslo ložísk		4L			4P			
		R	H _{pr}	M _{pr}	N	H _{pr}	H _{po}	M _{pr}
		(kN)	(kN)	(kNm)	(kN)	(kN)	(kN)	(kNm)
vlt max		1262			1245			
vlt min		1262			1245			
sz +vozovka x 1,4	max	252			248			
sz +vozovka x 0,8	min	185			183			
náhodilé zaťaženie	max	877			875			
	min	-174			-143			
Teplota	max	55			86			
	min	-103			-161			
Vietor	(-/+)	0	0	0	7	0	0	0
Pokles pod.	max	117			91			
	min	-117			-91			

Horizontálne reakcie – nosná konštrukcia na jedno ložisko

pozdĺžny smer						priečny smer			
		F _{w,nk}	BS	F _{w,po}	M _{po}	W _{nk}	OS	W _{po}	M _{nz}
	trenie	(kN)	(kN)			(kN)	(kN)		
L	101	0	0			0	0		
P	112	14	0			55	0		

Maximálne a minimálne reakcie – horná stavba

(Súčinitele súboru B)

č. ložísk	h	N _{max}	N _{min}	H _{Edc,po}	H _{Edc,pr}	M _{Ed,po,max}	M _{Ed,pr,max}	ΣM _{po}	ΣM _{pr}
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	P+L	P+L
4L-k1	0	3417	980	0	3417	980	91	0	171
4L-k2	0	3368	1072	0	3368	1072	91	0	171
4L-k3	0	3220	1019	0	3220	1019	91	0	171

č. ložiska	h	N _{max}	N _{min}	H _{Edc,po}	H _{Edc,pr}	M _{Ed,po,max}	M _{Ed,pr,max}	ΣM _{po}	Σ M _{pr}
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	P+L	P+L
4L-k4	0	3253	957	0	3253	957	151	0	171
4L-k5	0	3220	1019	0	3220	1019	91	0	171
4L-k6	0	3171	1111	0	3171	1111	91	0	171
4L-k7	0	2184	1307	0	2184	1307	151	0	171
4L-k8	0	2184	1307	0	2184	1307	91	0	171
				3417	957	151	0	171	

Zodpovedajúce pre pravé ložisko

č. ložiska	h	N _{max}	N _{min}	H _{Edc,po}	H _{Edc,pr}	M _{Ed,po,max}	M _{Ed,pr,max}	ΣM _{po}	Σ M _{pr}
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	P+L	P+L
4P-k1	0	3382	982	0	3382	982	113	0	227
4P-k2	0	3311	1120	0	3311	1120	100	50	222
č. ložiska	h	N _{max}	N _{min}	H _{Edc,po}	H _{Edc,pr}	M _{Ed,po,max}	M _{Ed,pr,max}	ΣM _{po}	Σ M _{pr}
- komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]	P+L	P+L
4P-k3	0	3185	1014	0	3185	1014	100	0	213
4P-k4	0	3237	917	0	3237	917	167	0	217
4P-k5	0	3185	1014	0	3185	1014	100	0	213
4P-k6	0	3118	1149	0	3118	1149	100	83	209
4P-k7	0	2124	1320	0	2124	1320	180	0	142
4P-k8	0	2124	1320	0	2124	1320	121	0	142
				3382	917	180	83	227	

15,15,, reakcia pre výpočet kvázistálej kombinácie kombinácie "

16,16,,reakcia pre výpočet charakteristickej kombinácie

Princíp vytvárania kombinácií MSÚ:

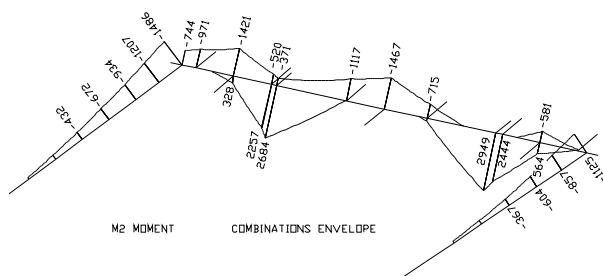
č. komb.	Horizontálne sily					Vertikálne sily			Vlt+sz		pp
	Pozdĺžne			Priečne							
	BS	trenie	W	OS	W	nz	tepl	W	max	min	
1	0	0.6	0.6	0	0	1	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
2	0	0.6	0	0	0.6	1	0	0.6	1		1.0

										1	1.0
3	1	0.6	0	0	0	1	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
4	0.75	1	0	0.75	0	0.75	1	0	1		1.0
										1	1.0
5	0	0.6	0	1	0	0.75	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
6	0	0.6	0	0	1	0.75	0	1	1		1.0
										1	1.0
7	0	1.0	0.6	0	0	0	0	0	1		1.0
										1	1.0
8	0	0.6	1	0	0	0	0	0	1		1.0
										1	1.0

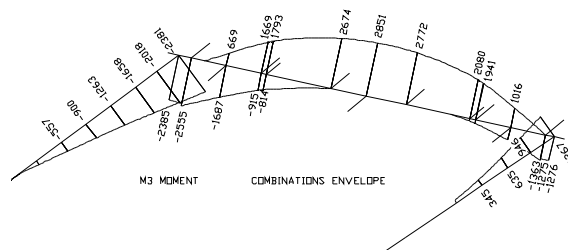
VNÚTORNÉ SILY V PRACOVNEJ ŠKÁRE PILIER-ZÁKLAD							charakteristická kombinácia			
č. podp. - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{podp} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
4L-k1	0	2541	1095	0	2541	1095	60	0	127	0
4L-k2	0	2508	1156	0	2508	1156	60	0	127	0
4L-k3	0	2541	1095	0	2541	1095	60	0	127	0
4L-k4	0	2343	1097	0	2343	1097	101	0	127	0
4L-k5	0	2321	1138	0	2321	1138	60	0	127	0
4L-k6	0	2289	1200	0	2289	1200	60	0	127	0
4L-k7	0	1631	1330	0	1631	1330	101	0	127	0
4L-k8	0	1631	1330	0	1631	1330	60	0	127	0
4P-k1	0	2510	1098	0	2510	1098	75	0	168	0
4P-k2	0	2462	1191	0	2462	1191	67	33	165	0
4P-k3	0	2510	1098	0	2510	1098	67	0	168	0
4P-k4	0	2325	1070	0	2325	1070	112	0	156	0
4P-k5	0	2291	1134	0	2291	1134	67	0	153	0
4P-k6	0	2246	1224	0	2246	1224	67	55	150	0
4P-k7	0	1583	1338	0	1583	1338	120	0	106	0
4P-k8	0	1583	1338	0	1583	1338	81	0	106	0

Výsledný priebeh vnútorných síl – opora 4

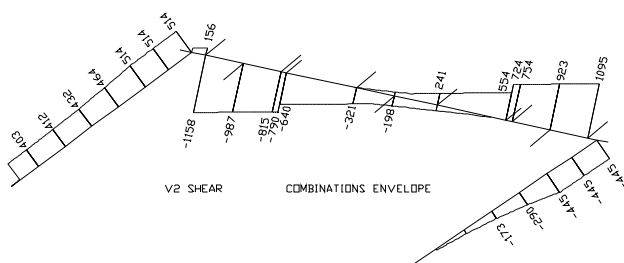
Obalová krivka - vertikálny moment



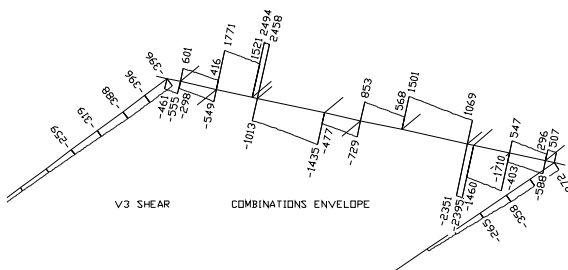
horizontálny moment



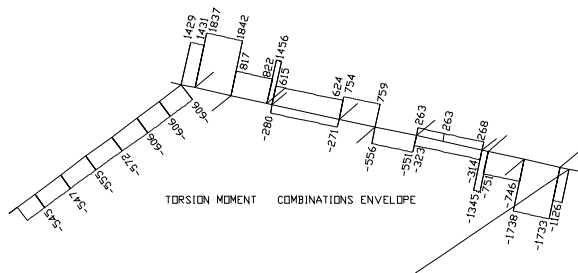
Obalová krivka - vertikálna priečna sila



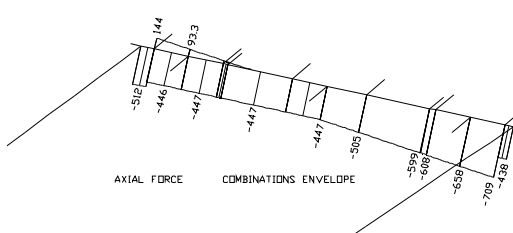
horizontálna priečna sila



Obalová krivka – krútiaci moment

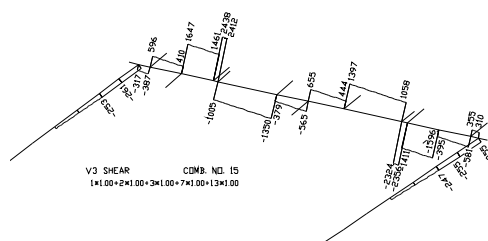
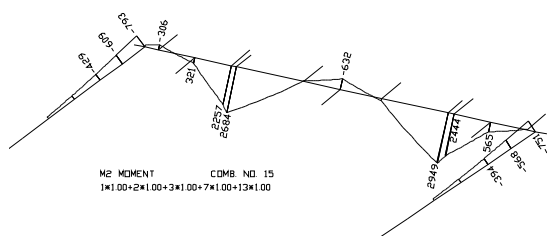


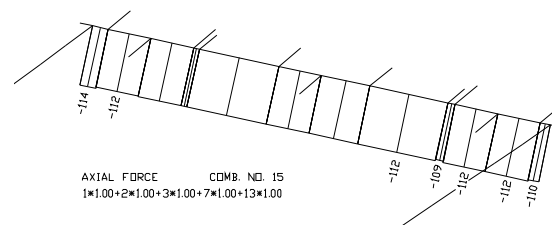
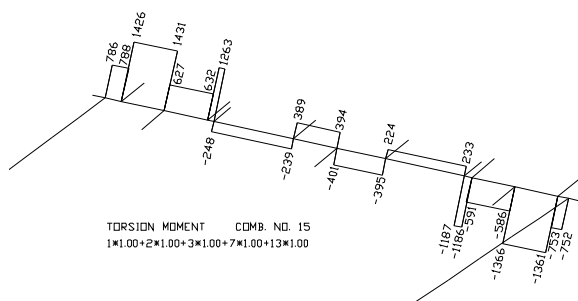
osová sila



Úložný prah – max moment + zodpovedajúce vnútorné sily a momenty – kombinácia 15

Max M2 = 2,684 MNm, zodp V3 = 2,412 MN, zodp Mt = 1,263 MNm, A = 0,112 MN





M_{ed}	2.684 MN
V_{ed}	2.412 MN
M_k	1.263 MN
A	0.112 MN

oceľ	B500
f_{yk}	500 MPa
$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	435 MPa

betón 30/37

f_{cd}	17.000 MPa
f_{ctm}	2.9 MPa

prierez

h	1.35 m
d	1.22 m
b	2.77 m
$A = b \cdot d$	3.7395 m ²
$u = 2 \cdot (d + b)$	8.24 m
$t_{ef} = A/u$	0.454 >

$$2a_s = 0.22 \text{ m}$$

krytie	c	100			
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	28	A_s	0.000616	m2
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16	A_{st}	0.000201	m2
pozdlžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	18	A_{sl}	0.000255	m2

$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	109 mm
$b_k = b - t_{ef}$	2.316 m
$h_k = h - t_{ef}$	0.896 m
$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$	6.425 m
$A_k = b_k \cdot h_k$	2.076 m ²

účinná výška prierezu

$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	130 mm
$d = h - d_1$	1.22 m

rameno vnútorných síl

$z = 0.85d$	1.037 m
$\rho_{min} = 0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0015 > 0.0013
$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.005096 m ²

$$50.96 \text{ cm}^2$$

$x_{Blim} =$	$560 * d / (700 + f_{yd})$	0.602	m
$A_{smax} =$	$x_{Blim} * b * f_{cd} / f_{yd}$	0.076714	m ² 767.14 cm ²
$x_B =$	$d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})}$	0.040 < x _{lim}	0.602 m
		min(x _B ; x _{lim})	0.040 m

$$A_{sreq} = x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000 \quad 51.451 < A_{smin} \quad 50.96$$

potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku

$$\theta \qquad \qquad \qquad 40$$

$\tan\theta$	0.8391
--------------	--------

$\cot\theta$	1.191754
--------------	----------

	krútenie	priečna sila	osová sila
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			
51			
52			
53			
54			
55			
56			
57			
58			
59			
60			
61			
62			
63			
64			
65			
66			
67			
68			
69			
70			
71			
72			
73			
74			
75			
76			
77			
78			
79			
80			
81			
82			
83			
84			
85			
86			
87			
88			
89			
90			
91			
92			
93			
94			
95			
96			
97			
98			
99			
100			

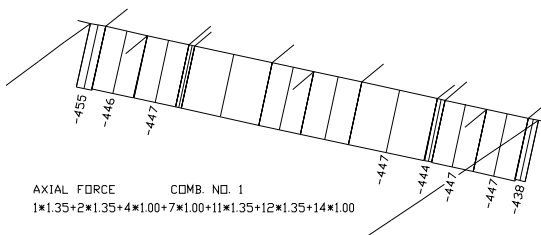
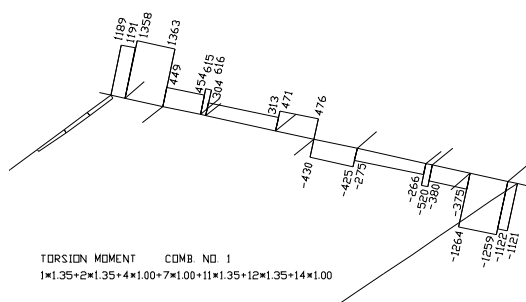
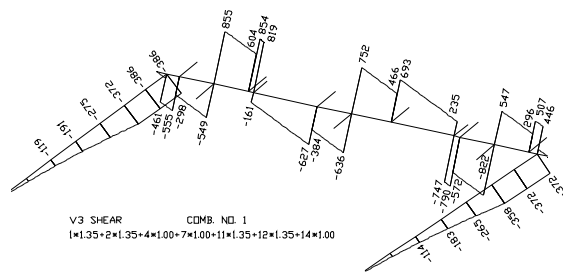
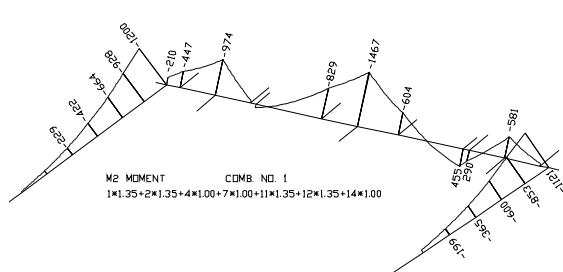
$$F_{tdl} = (T_{ED}/2/A_k * u_k + V_{ed2}) * \cot\theta = 1.004324 \quad 2.875 \text{ MN} \quad 0.11$$

A _s =	0.5*(F _{tdl} /f _{yd})/*10000	23.09946	22.038 cm2	2.58
------------------	---	----------	------------	------

A_{SM+Q} 99.16 cm2

18f28/150	A _s	113.812 cm2	>	99.16 cm2
			<	767.14 cm2

úložný prah - min M2 = -1,574 MNm, zodp V3 = 0,752 MN, zodp Mt = 0,5 MNm, A = + 0,45 MN – kombinácia 1



M_{ed}	1.574	MN
V_{ed}	0.752	MN
M_k	0.5	MN
A	0.45	MN

ocel' B500		
f_{yk}		500
$f_{vd} =$	$f_{yk}/1.15$	435

betón 30/37

f_{cd} 17.000 MPa

f_{ctm}	2.9 MPa			
prierez				
h	1.35 m			
d	1.223 m			
b	2.77 m			
$A = b \cdot d$	3.7395 m ²			
$u = 2 \cdot (d + b)$	8.24 m			
$t_{ef} = A/u$	0.454	> 2as	0.218 m	
krytie	c		100	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	22 A_s	0.000380 m ²	
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201 m ²	
pozdlžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	18 A_{sl}	0.000255 m ²	
$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	109 mm			
$b_k = b - t_{ef}$	2.316 m			
$h_k = h - t_{ef}$	0.896 m			
$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$	6.425 m			
$A_k = b_k \cdot h_k$	2.076 m ²			
účinná výška prierezu				
$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	127 mm			
$d = h - d_1$	1.223 m			
rameno vnútorných síl				
$z = 0.85d$	1.040 m			
$\rho_{min} = 0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0015	> 0.0013		
$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.005109 m ²		51.09 cm ²	
$x_{Blim} = 560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.604 m			
$A_{smax} = x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.065367 m ²		653.67 cm ²	
$x_B = d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.028	< x _{lim}	0.604 m	
		min(x _B ; x _{lim})	0.028 m	
$A_{sreq} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	29.939	< A _{smin}	51.09	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ	40			
$\tan \theta$	0.8391			
$\cot \theta$	1.191754			
		krútenie	priečna sila	osová sila
$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.397595		0.896 MN	0.45
$A_s = 0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000$	9.144678		6.871 cm ²	10.4
A_{sM+Q}	56.30 cm ²			

18f22/150

$$A_s$$

68.4 cm2 >

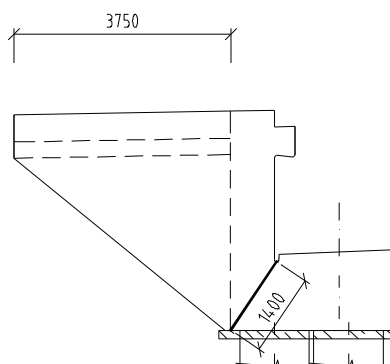
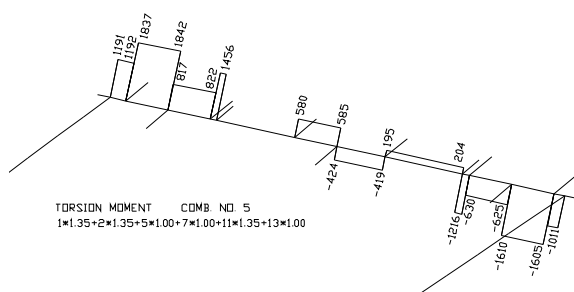
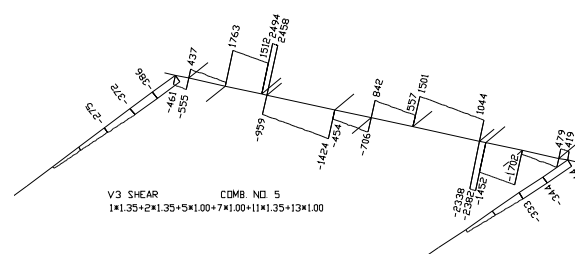
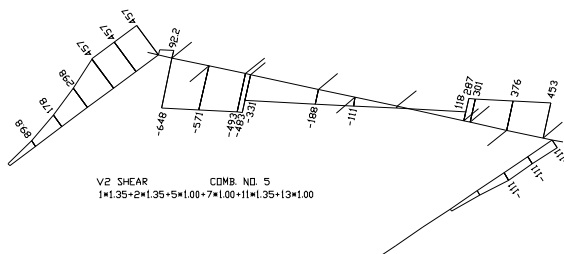
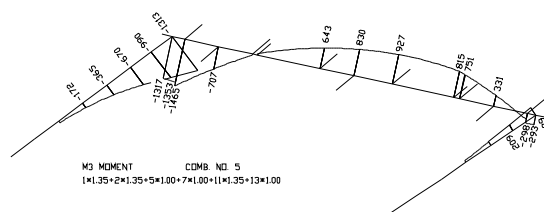
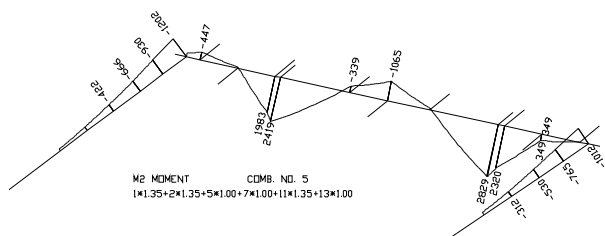
>

56.30 **cm2**

653.67 cm2

krídlo: $M_{2v} = -0,93 \text{ MNm}$, $zodp \ V_3 = 0,4 \text{ MN}$, $zodp \ M_t = 0 \text{ MNm}$, $M_{3h} = 0,99 \text{ MN}$, $V_2 = 0,46 \text{ MN}$

úložný prah - max $V_3 = 2,494$ MN, max $M_t = 1,526$ MNm, kombinácia 5



úložný prah – návrh a posúdenie výstuže na šmyk a krútenie

prierez

h 1.35

b 2.77

A= b*d 3.7395

$$u = 2 \cdot (d + b) \quad 8.24$$
$$t_{ef} = A/u = 0.454 >$$

2as 0.154

krytie

C 50

pozdížna nosná výstuž horný povrch

ϕ_s 28 A_s 0.000616 m²

šmyková výstuž pre V3

ϕ_{st} 16 A_{st} 0.000201 m2

pozdlžna výstuž na krútenie

ϕ_{sl} 22 A_{sl} 0.000380 m2

$$T_{EDmax} \quad 1.526 \text{ MNm}$$

V3_{BDmax} 2.494 MN

$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	77 mm	
$b_k =$	$b - t_{ef}$	2.316 m	
$h_k =$	$h - t_{ef}$	0.896 m	
$u_k =$	$2 \cdot (h_k + b_k)$	6.425 m	
$A_k =$	$b_k \cdot h_k$	2.076 m ²	
účinná výška prierezu			
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	80 mm	
$d =$	$h - d_1$	1.27 m	
rameno vnútorných síl			
$z =$	$0.85d$	1.080 m	
návrhové hodnoty materiálových charakteristík			
	f_{ck}	30 MPa	C30/37
f_{cd}	$0.85 \cdot f_{ck} / 1.5$	17 MPa	
v	$0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250)$	0.528	
	f_{yk}	500 MPa	B500B
$f_{yd} = f_{ywd}$	f_{yw} / γ_s	434.78 MPa	
θ		40	
$\tan \theta$		0.83910	
$\cot \theta$		1.19175	
V_{3RDmax}	$z \cdot h \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	6.441 MN	
T_{RDmax}	$2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	8.327 MN	

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$$T_{EDmax} / T_{RDmax} + V_{ED3max} / V_{3RDmax} = 0.570 < 1$$

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

šírka strmeňa b_w

b_w		0.45 m	
A_{sw}	$10 \cdot A_{st}$	0.00201 m ²	10f16/200mm
s_a	$A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta / V_{ed}$	0.418 m	návrh 0.2 m
ρ_{wmin}	$0.08 \cdot (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.00088	
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b_w$	0.0223	

kontrola minimálneho % vystuženia

r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b_w$	0.0223 >	0.000876
V_{RDS}	$f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot \cot \theta$	5.621 >	2.494 MN

Návrh výstuže na krútenie

osová vzdialenosť strmeňov	s	0.2 m	f18/200mm
$\sigma_{swd} = (T_{ED}/2A_k + V_{ed}/(n_k \cdot z)) \cdot s/A_{swt}/\cot\theta$		<	f_{ywd}
S_{swd}=	355.233 MPa	<	434.78 MPa

Horizontálna zložka šmyku, pozdĺžna obvodová výstuž		$u_k =$	0.15 m
$h_{ed} = (T_{ED}/2/A_k \cdot u_k) \cdot \cot\theta$	0.109 MN		
$A_s = (F_{tdl}/f_{yd})/10000$	2.510 cm²	fR18/á150	A_s= 2.55 cm²

Krídlo - vertikálny smer

M _{ed}	0.93 MN	oceľ B500	
V _{ed}	0.4 MN	$f_{yk} =$	500 MPa
M _k	0 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	435 MPa

betón 30/37

f _{cd}	20.000 MPa
f _{ctm}	2.9 MPa

prierez

h	1.4 m		
d	1.27 m		
b	0.75 m		
A= b*d	1.05 m		
u= 2*(d+b)	4.3 m ²		
t _{ef} = A/u	0.244 > 2as	0.216	
krytie	c	100	
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	φs	28 A _s	0.000616 m ²
šmyková výstuž	φst	16 A _{st}	0.000201 m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	φsl	16 A _{sl}	0.000201 m ²

a _s = c+φst+0.5*φsl	108 mm		
b _k = b-t _{ef}	0.506 m		
h _k = h-t _{ef}	1.156 m		
u _k = 2*(h _k +b _k)	3.323 m		
A _k = b _k *h _k	0.585 m ²		
účinná výška prierezu			
d ₁ = c+φst+0.5*φs	130 mm		
d= h-d ₁	1.27 m		
rameno vnútorných síl			
z= 0.85d	1.080 m		
ρ _{min} = 0.26*f _{ctm} /f _{yk}	0.0015 > 0.0013		
A _{smin} = ρ _{min} *b*d	0.001436 m ²	14.36 cm ²	

$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.627	m	
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.021622	m ²	216.22 cm ²
$x_B =$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.050	< x_{lim}	0.627 m
		$\min(x_B; x_{lim})$	0.050	m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	17.179	< A_{smin}	14.36
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ		40		
$\tan \theta$		0.8391		
$\cot \theta$		1.191754		
		krútenie	pričná sila	
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0	0.477	MN
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) / 10000$	0	3.655	cm ²
A_{sM+Q}	20.83	cm ²		
	4f28/200	A_s	24.64 cm²	> 20.83 cm²
				< 216.22 cm²

poznámka: výstuž krídla – pozri mimoriadna kombinácia – 6f32/125

krídlo - horizontálny smer

M_{ed}	0.99	MNm	oceľ	B500	
V_{ed}	0.46	MN	f_{yk}		500 MPa
			$f_{yd} = f_{yk} / 1.15$		435 MPa
betón 30/35					
f_{cd}	20.000	MPa			
f_{ctm}	3.2	MPa			
prierez					
h	0.75	m			
d	0.626	m			
b	3.8	m			
krytie		c	100		
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	16	A _s	0.000201	m ²
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16	A _{st}	0.000201	m ²
$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	124	mm		
účinná výška prierezu					
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	124	mm		
$d =$	$h - d_1$	0.626	m		
rameno vnútorných síl					
$z =$	0.85d	0.532	m		
$\rho_{min} =$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0017	> 0.0013		

$A_{smin} = \rho_{min} * b * d$	0.003958 m2	39.58 cm2
$x_{Blim} = 560 * d / (700 + f_{yd})$	0.309 m	
$A_{smax} = x_{Blim} * b * f_{cd} / f_{yd}$	0.054 m2	540.00 cm2
$x_B = 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})$	0.021 < x _{lim}	0.309 m
	min(x _B ; x _{lim})	0.021 m
$A_{sreq} = x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$	36.999 < A _{smin}	39.58

potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku

θ	40
$\tan \theta$	0.8391
$\cot \theta$	1.191754

priečna sila $V_{ed2} * \cot \theta$ 0.548 MN

$A_s = 0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$ 6.304 cm2

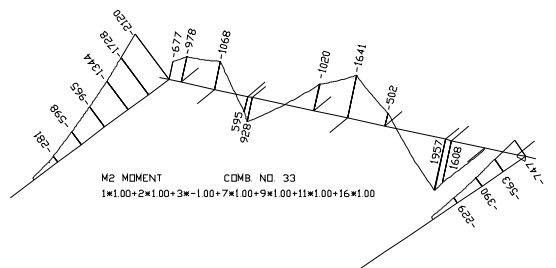
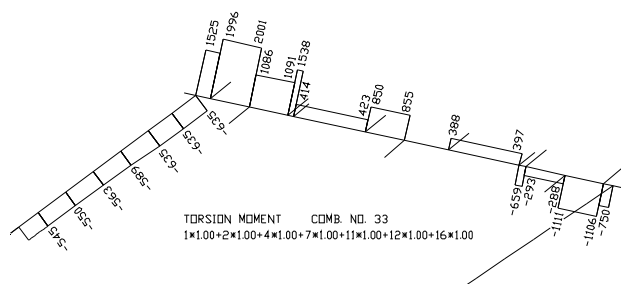
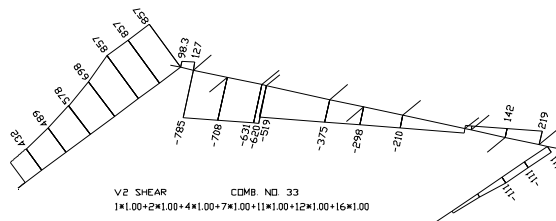
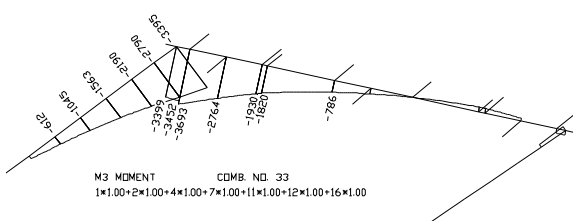
A_{sM+Q} 43.30 cm2

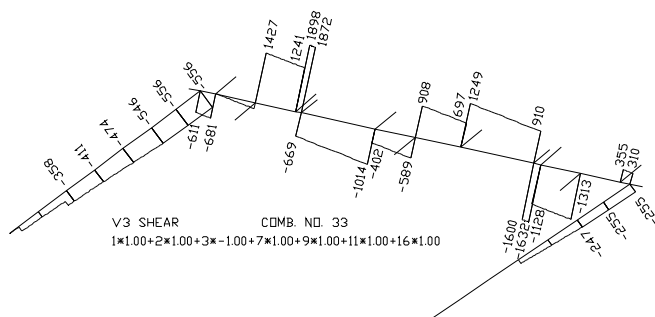
návrh f16/125 A_s 61.104 cm2 > 43.30 cm2
< 540.00 cm2

poznámka: horizontálna výstuž krídla – pozri mimoriadna kombinácia – 25f25/150

Mimoriadna kombinácia krídlo: (náraz do zvodidla)

max M2 = 2.79 MNm, zodp V3 = 0,86 MN, zodp Mt = 0,64 MNm





krídlo - horizontálny smer - mimoriadna kombinácia

M_{ed}	2.79 MN	oceľ	B500
V_{ed}	0.86 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	0.64 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1$	500 MPa

betón 30/37

f_{cd}	22,174 MPa
f_{ctm}	2.9 MPa

prierez

h	0.75	m				
d	0.6465	m				
b	3.8	m				
A=	b*d	2.85	m2			
u=	2*(d+b)	9.1	m			
t _{ef} =	A/u	0.313	> 2as	0.166		
krytie				c	75	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch		φs	25	A _s	0.000491	m2
šmyková výstuž		φst	16	A _{st}	0.000201	m2
pozdlžna výstuž na krútenie		φsl	16	A _{sl}	0.000201	m2
a _s =	c+φst+0.5*φsl	83	mm			
b _k =	b-t _{ef}	3.487	m			
h _k =	h-t _{ef}	0.437	m			
u _k =	2*(h _k +b _k)	7.847	m			
A _k =	b _k *h _k	1.523	m2			
účinná výška prierezu						
d ₁ =	c+φst+0.5*φs	103.5	mm			
d=	h-d ₁	0.6465	m			
rameno vnútorných síl						
z=	0.85d	0.550	m			
ρ _{min} =	0.26*f _{ctm} /f _{yk}	0.0015	> 0.0013			
A _{smin} =	ρ _{min} *b*d	0.003705	m2	37.05	cm2	

$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.302	m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.059815	m ²	598.15	cm ²
	$d - \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$				
$x_B =$	$2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})$	0.045	< x _{lim}	0.302	m
			min(x _B ; x _{lim})	0.045	m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	89.431	> A _{smin}	37.05	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ		40			
$\tan \theta$		0.8391			
$\cot \theta$		1.191754			
		krútenie	priečna sila		
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.951471	1.025	MN	
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$	19.02942	6.833	cm ²	
A_{sM+Q}		115.29	cm ²		
návrh	25f25/150	A_s	124.45 cm²	>	115.29 cm²
				<	598.15 cm²

krídlo - vertikálny smer - mimoriadna kombinácia

M_{ed}	1.728	MN	oceľ	B500	
V_{ed}	0.566	MN	f_{yk}	500	MPa
M_k	1.015	MN	$f_{yd} = f_{yk} / 1$	500	MPa

betón 30/37

f_{cd}	22.174	MPa
f_{ctm}	2.9	MPa

prierez

h	1.4	m			
d	1.268	m			
b	0.75	m			
$A =$	$b \cdot d$	1.05	m		
$u =$	$2 \cdot (d + b)$	4.3	m ²		
$t_{ef} =$	A / u	0.244	> 2a _s	0.216	
krytie		c		100	
pozdlžna nosná výstuž	ϕ_s	32	A _s	0.000804	m ²
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16	A _{st}	0.000201	m ²
pozdlžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	16	A _{sl}	0.000201	m ²
$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	108	mm		
$b_k =$	$b - t_{ef}$	0.506	m		
$h_k =$	$h - t_{ef}$	1.156	m		
$u_k =$	$2 \cdot (h_k + b_k)$	3.323	m		

$A_k =$	$b_k \cdot h_k$	0.585	m ²		
účinná výška prierezu					
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	132	mm		
$d =$	$h - d_1$	1.268	m		
rameno vnútorných síl					
$z =$	$0.85d$	1.078	m		
$\rho_{min} =$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0015	> 0.0013		
$A_{smin} =$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.001434	m ²	14.34	cm ²
$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.592	m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.019682	m ²	196.82	cm ²
$x_B =$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.085	< x_{lim}	0.592	m
			$\min(x_B; x_{lim})$	0.085	m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	28.198	< A_{smin}	14.34	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ		40			
$\tan \theta$		0.8391			
$\cot \theta$		1.191754			
		krútenie	priečna sila		
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.775899	0.675	MN	
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) / 10000$	15.51797	4.497	cm ²	
A_{sM+Q}	48.21	cm ²			
	6f32/100	A_s	48.24	cm²	>
					<
				48.21	cm²
				196.82	cm²

Šmyk a krútenie – krídlo mimoriadna kombinácia

prierez					
h	0.75		T_{EDmax}	1.015	MNm
b	3.8		$V3_{RDmax}$	0.566	MN
$A =$	$b \cdot d$	2.85			
$u =$	$2 \cdot (d + b)$	9.1			
$t_{ef} =$	A / u	0.313	>	$2a_s$	0.16
krytie		c		50	
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	28	A_s	0.000616	m ²
šmyková výstuž pre V3	ϕ_{st}	16	A_{st}	0.000201	m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	16	A_{sl}	0.000201	m ²
$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	80	mm		
$b_k =$	$b - t_{ef}$	3.487	m		
$h_k =$	$h - t_{ef}$	0.437	m		

$u_k =$	$2 \cdot (h_k + b_k)$	7.847	m
$A_k =$	$b_k \cdot h_k$	1.523	m ²
účinná výška prierezu			
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	80	mm
$d =$	$h - d_1$	0.67	m
rameno vnútorných síl			
$z =$	$0.85d$	0.570	m
návrhové hodnoty materiálových charakteristík			
	f_{ck}	30	MPa C30/37
f_{cd}	$0.85 \cdot f_{ck} / 1.5$	22.17391	MPa
v	$0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250)$	0.528	
	f_{yk}	500	MPa B500B
$f_{yd} = f_{ywd}$	f_{yw} / γ_s	500.00	MPa
θ		40	
$\tan \theta$		0.8391	
$\cot \theta$		1.191754	

V_{3RDmax}	$z \cdot h \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	2.462	MN
T_{RDmax}	$2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	5.500	MN

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$$T_{EDmax} / T_{RDmax} + V_{ED3max} / V_{3RDmax} = 0.414 < 1$$

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

šírka strmeňa b_w

b_w		0.45	m	
A_{sw}	$4 \cdot A_{st}$	0.001005	m ²	4f16/200mm
s_a	$A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta / V_{ed}$	1.058	m	návrh 0.2 m
ρ_{wmin}	$0.08 \cdot (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.000876		
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b_w$	0.011167		
kontrola minimálneho % vystuženia				
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b_w$	0.011167	>	0.000876
V_{RDS}	$f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot \cot \theta$	1.705	>	0.566 MN

Návrh výstuže na krútenie

osová vzdialenosť strmeňov	s	0.2	m	f16/200mm
$\sigma_{swd} =$	$(T_{ED} / 2A_k + V_{ed} / (n_k \cdot z)) \cdot s / A_{swt} / \cot \theta$		<	f_{ywd}

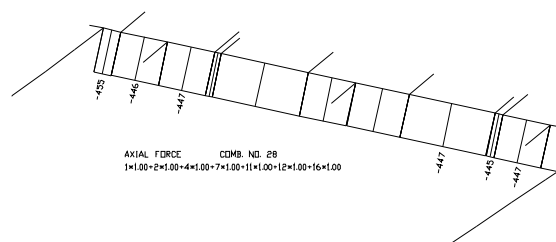
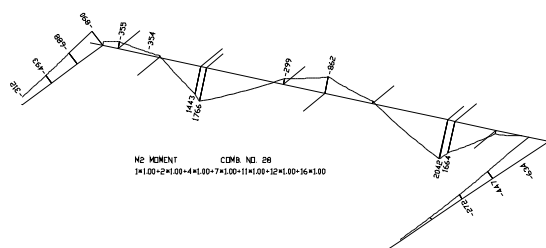
$S_{swd} = 444.160 \text{ MPa} < 500.00 \text{ MPa}$

Horizontálna zložka šmyku, pozdĺžna výstuž okrajová $u_k = 0.2 \text{ m}$
 $hed = (T_{ED}/2/A_k \cdot u_k) \cdot \cot \theta = 0.079 \text{ MN}$
 $A_s = (F_{tdl}/f_{yd}) / *10000 = 1.588 \text{ cm}^2 \quad \phi R16/\dot{a}200 \quad A_s = 2.01 \text{ cm}^2$

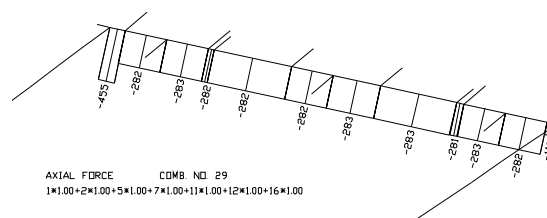
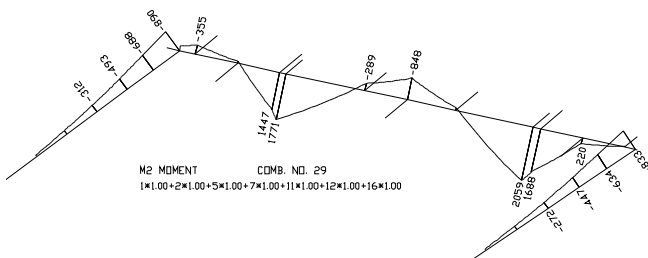
Trhliny

Charakteristická kombinácia - úložný prah

min $M_2 = 0,862 \text{ MNm}$, zodp $A = 0,45 \text{ MN}$,



max $M_2 = 1,78 \text{ MNm}$, zodp $A = 0283 \text{ MN}$



BETON KBT = 0.00
 ZB BB
 1.3500 2.7700
 0.0000 2.7700

VYZTUZ NVP = 6.250
 ZV NV DV1(-FV1)
 0.1000 18.000 0.028000
 1.2500 18.000 0.022000

ZATIZENI

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
 -0.8620 0.4500 0.6750
 1.7800 0.2830 0.6750

VYSLEDKY

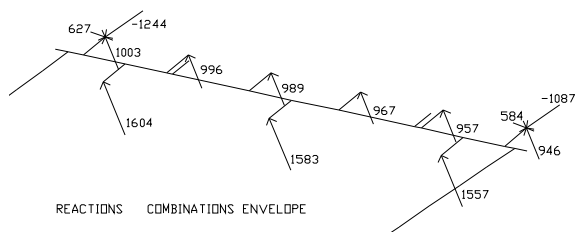
BETON
 Z NAPETI
 1 2
 1.3500 0.0000 -4.5697 < -18 MPa
 0.0000 -2.5718 0.0000

VYZTUZ
 Z NAPETI
 1 2
 0.1000 -3.6599 149.1227 < 400 MPa < 160 MPa
 1.2500 139.0991 -14.3459

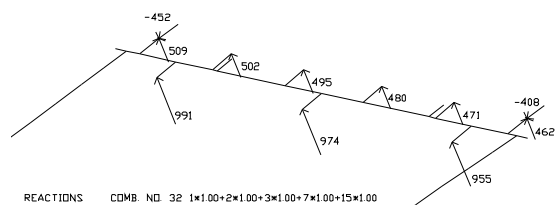
⇒ podľa STN EN 1992-1, 7.2.5, že nevzniknú nepriateľné trhliny a pretvorenia

reakcie

Návrhová hodnota



kvázistála reakcia



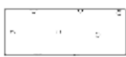


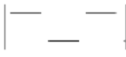
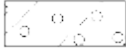
$$\max V = 1604 + \pi \times 0,6^2 \times 10 \times 25 = \mathbf{1890 \text{ kN}}, H_x = \text{---} = 135 \text{ kN}, H_y = \text{---} = 259 \text{ kN} H_v =$$

$$V(\text{kvázistála reakcia}) = 462 + \pi \times 0,6^2 \times 10 \times 25 = \mathbf{744 \text{ kN}}$$

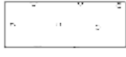

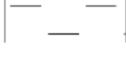
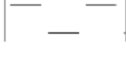
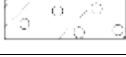
Posouzení piloty

Vstupní data





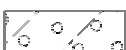
Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	j_{ef} [°]	C_{ef} [kPa]	g [kN/m ³]	n [-]
1	Třída S3, ulehlá		32.00	0.00	18.50	0.30
2	Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$		22.00	20.00	18.50	0.35
3	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ -spras		19.00	12.00	21.00	0.40
4	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		24.00	25.00	21.00	0.40
5	Třída G4		28.00	5.00	20.00	0.30

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	g_{sat} [kN/m ³]	g_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída S3, ulehlá		-	40.00	18.50	-	-
2	Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$		-	8.00	20.00	-	-
3	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ -spras		-	4.50	21.00	-	-
4	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		-	10.00	21.00	-	-
5	Třída G4		-	90.00	20.00	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	Typ zeminy	n_h [MN/m ³]
1	Třída S3, ulehlá		nesoudržná	4.50
2	Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$		soudržná	-
3	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ -spras		soudržná	-
4	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		nesoudržná	4.50
5	Třída G4		nesoudržná	7.00

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m

Délka $l = 10.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 2.00$ m

Hloubka upraveného terénu $h_z = 0.00$ m

Typ technologie: vrtaná

Modul reakce podloží uvažován podle ČSN 731004.

Materiál konstrukce

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

Beton : C 25/30

Válcová pevnost v tlaku $f_{ck} = 25.00$ MPa

Pevnost v tahu $f_{ctm} = 2.60$ MPa

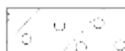

Modul pružnosti $E_{cm} = 31000.00$ MPa





Modul pružnosti ve smyku $G = 12917.00$ MPa

Ocel podélná : B500

Mez kluzu $f_{yk} = 500.00$ MPa

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	3.22	Třída G4	
2	3.78	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$ -spras	

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
3	0.20	Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$	
4	3.50	Třída S3, ulehlá	
5	2.00	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
6	-	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	ANO		Zatížení č. 1	Návrhové	2131.00	0.00	0.00	184.00	0.00
2	ANO		Zatížení č. 2	Užitné	1365.00	0.00	0.00	184.00	0.00
3	ANO		Zatížení č. 3	Návrhové	1890.00	0.00	0.00	291.00	0.00
4	ANO		Zatížení č. 4	Užitné	744.00	0.00	0.00	291.00	0.00

HPV + nestlačitelné podloží

Hladina podzemní vody je v hloubce 10.00 m od původního terénu.

Nestlačitelné podloží je v hloubce 50.00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : klasická teorie

Metoda výpočtu : ČSN 73 1002

Zatěžovací křivka : nelineární (Masopust)

Norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992-1-1 (EC2)

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997

Zadání koeficientů : Standard

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Návrhová situace : trvalá

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00

Součinitelé redukce odporu (R) - vrtaná	Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na plášti	γ_s	1.10
Součinitel redukce odporu na patě	γ_b	1.10

Součinitel redukce odporu (R) - vrtaná	Souč.	[-]
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty	γ_{st}	1.15

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

Součinitel únosnosti	N_c	=	35.49
Součinitel únosnosti	N_d	=	23.18
Součinitel únosnosti	N_b	=	20.79
Součinitel únosnosti	K_1	=	1.00
Výpočtová únosnost na patě piloty	R_{bd}	=	5915.73 kPa
Plocha příčného řezu piloty	A_p	=	1.13E+00 m ²

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 2.44$ m

Hloubka [m]	Mocnost [m]	β_d [°]	c_{ud} [kPa]	g [kN/m ³]	g_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
3.22	3.22	28.00	5.00	20.00	1.00	15.88	175.23
5.56	2.34	19.00	12.00	21.00	1.00	32.00	256.76

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Únosnost piloty na plášti	R_s	=	431.99 kN
Únosnost piloty v patě	R_b	=	6082.30 kN

Únosnost piloty	R_c	=	6514.29 kN
Extrémní svislá síla	V_d	=	2131.00 kN

$$R_c = 6514.29 \text{ kN} > 2131.00 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0.00	3.22	3.22	16.83	62.00	16.00
2	3.22	7.00	3.78	8.18	46.00	20.00
3	7.00	7.20	0.20	16.83	62.00	16.00

Vrstva a	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
4	7.20	8.00	0.80	8.18	46.00	20.00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1.00$

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0$ mm

Regresní součinitel $e = 988.00$

Regresní součinitel $f = 1084.00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 959.25$ kN

Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 825.40$ kPa

Průměrné plášťové tření $q_s = 45.44$ kPa

Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 11.88$ MPa

Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.41$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.18$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.00$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 0.92$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]	Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0.0	0.00	15.0	1433.03
2.5	585.03	17.5	1547.85
5.0	827.36	20.0	1647.19
7.5	1013.30	22.5	1733.19
10.0	1170.06	25.0	1819.18
12.5	1308.17		

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 1612.71$ kN

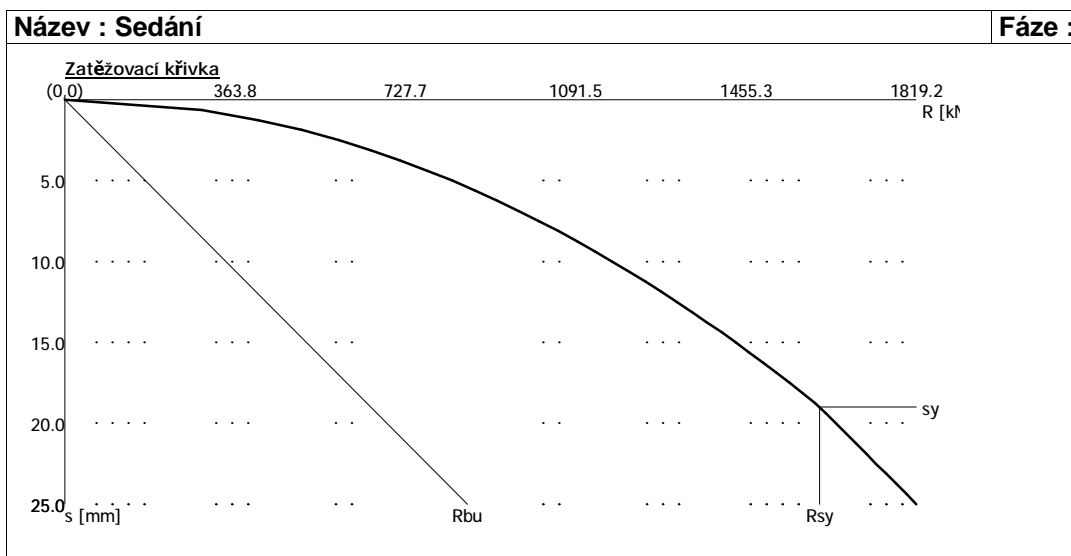
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 19.0$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty $R_{bu} = 859.93$ kN

Celková únosnost $R_c = 1819.18$ kN

Pro zatížení $Q = 1365.00$ kN je sednutí piloty 13.6 mm



Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.
Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	33.35	5.16	0.00	291.00	0.00
0.50	0.00	30.77	5.15	0.00	291.00	145.50
1.00	0.00	28.20	5.12	0.00	291.00	291.00
1.50	0.00	25.66	5.06	0.00	291.00	436.50
2.00	0.00	23.15	4.98	16.88	291.00	582.00
2.50	2.92	20.68	4.87	60.33	271.83	722.62
3.00	5.83	18.28	4.75	106.62	220.71	845.49
3.50	8.75	15.94	4.61	139.45	145.89	936.71
4.00	11.67	13.67	4.45	159.51	55.25	986.42
4.50	14.58	11.48	4.30	167.48	43.75	988.57
5.00	17.50	9.37	4.14	122.06	144.07	940.77
5.50	2.50	7.34	4.00	45.87	194.18	855.70
6.00	2.50	5.37	3.87	13.43	203.70	756.11
6.50	2.50	3.46	3.76	8.66	210.32	652.48
7.00	2.50	1.61	3.67	4.02	214.12	546.26
7.50	2.50	0.21	3.59	0.51	215.16	438.83
8.00	2.50	1.98	3.53	4.96	213.52	331.54
8.50	2.50	3.74	3.48	9.34	209.22	225.75

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
9.00	2.50	5.47	3.46	51.37	202.32	122.76
9.50	28.13	7.19	3.44	163.11	140.45	36.36
10.00	30.00	8.91	3.44	259.08	0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-33.35	-5.16	0.00	-291.00	-0.00
0.50	0.00	-30.77	-5.15	0.00	-291.00	-145.50
1.00	0.00	-28.20	-5.12	0.00	-291.00	-291.00
1.50	0.00	-25.66	-5.06	0.00	-291.00	-436.50
2.00	0.00	-23.15	-4.98	-16.88	-291.00	-582.00
2.50	2.92	-20.68	-4.87	-60.33	-271.83	-722.62
3.00	5.83	-18.28	-4.75	-106.62	-220.71	-845.49
3.50	8.75	-15.94	-4.61	-139.45	-145.89	-936.71
4.00	11.67	-13.67	-4.45	-159.51	-55.25	-986.42
4.50	14.58	-11.48	-4.30	-167.48	-43.75	-988.57
5.00	17.50	-9.37	-4.14	-122.06	-144.07	-940.77
5.50	2.50	-7.34	-4.00	-45.87	-194.18	-855.70
6.00	2.50	-5.37	-3.87	-13.43	-203.70	-756.11
6.50	2.50	-3.46	-3.76	-8.66	-210.32	-652.48
7.00	2.50	-1.61	-3.67	-4.02	-214.12	-546.26
7.50	2.50	-0.21	-3.59	-0.51	-215.16	-438.83
8.00	2.50	-1.98	-3.53	-4.96	-213.52	-331.54
8.50	2.50	-3.74	-3.48	-9.34	-209.22	-225.75
9.00	4.44	-5.47	-3.46	-51.37	-202.32	-122.76
9.50	28.13	-7.19	-3.44	-163.11	-140.45	-36.36
10.00	30.00	-8.91	-3.44	-259.08	-0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 33.3 mm
 Max.posouvající síla = 291.00 kN
 Maximální moment = 988.57 kNm

Dimenzace výztuže:

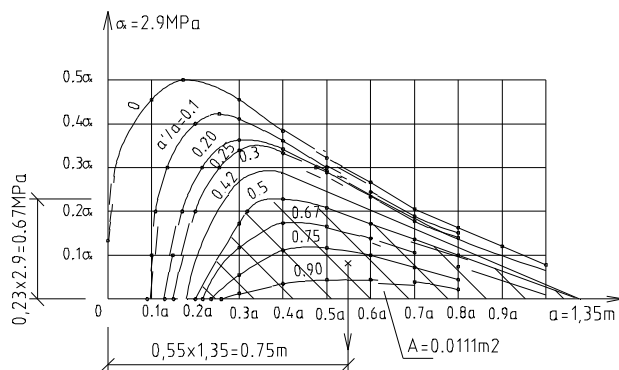
Vyztužení - 16 ks profil 20.0 mm; krytí 100.0 mm
 Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota
 Stupeň vyztužení $\rho = 0.444 \% > 0.250 \% = \rho_{\min}$
 Zatížení : $N_{Ed} = -744.00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 988.57$ kNm

Únosnosť : $N_{Rd} = -1134.21 \text{ kN}$; $M_{Rd} = 1507.05 \text{ kNm}$

Navrhovaná výztuž piloty VYHOVUJE

Priečne ťahy

ložisko – úložný prah $R_{max} = 4,15 \text{ MN}$



$$\frac{a'}{a} = \frac{0.95}{1.35} = \mathbf{0.7}$$

$$\sigma_x = \frac{Z}{A} = \frac{4.15}{p \cdot 0.675^2} = \mathbf{2,9 \text{ MPa}}$$

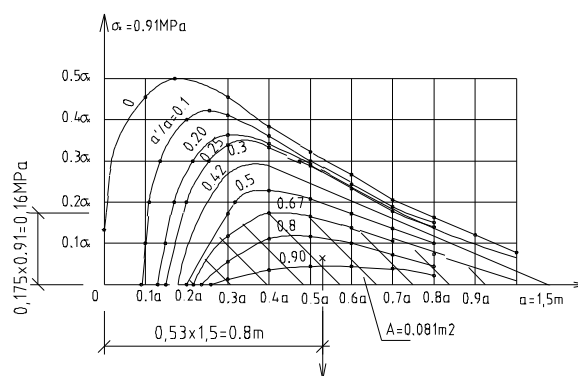
$$\sigma_y = 0,23 \times 2,9 = 0,67 \text{ MPa}$$

$$\mathbf{Z = 0,111 \times 1,35 \times 2,9 = 0.43 \text{ MN}}$$

$$A_{sreqr} = \frac{0.43 \cdot 0.2 \cdot 1}{435 \cdot 1.35} \cdot 10000 = 1,48 \text{ cm}^2 \text{ P}$$

$$\mathbf{fR14/200mm, Fa = 1,54 \text{ cm}^2}$$

úložný prah – pilóta $V_{max} 1,604 \text{ MN}$



$$\frac{a'}{a} = \frac{1.2}{1.5} = \mathbf{0.8}$$

$$\sigma_x = \frac{Z}{A} = \frac{1.604}{p \cdot 0.75^2} = \mathbf{0,91 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_y = 0,175 \times 0,91 = 0,16 \text{ MPa}$$

$$\mathbf{Z = 0,081 \times 1,5 \times 0,91 = 0.11 \text{ MN}}$$

$$A_{sreqr} = \frac{0.11 \cdot 0.2 \cdot 1}{435 \cdot 1.5} \cdot 10000 = 0,15 \text{ cm}^2 \text{ P}$$

$$\mathbf{fR12/200mm, Fa = 1,13 \text{ cm}^2}$$

Spodná stavba – Podpera 2 - pilier

Princíp vytvárania kombinácií MSÚ:

č. komb.	Horizontálne sily					Vertikálne sily			Vlt+sz		pp
	Pozdĺžne			Priečne		nz	tepl	W	max	min	
	BS	trenie	W	OS	W						
1	0	1.5*0.6	1.5*0.6	0	0	1.35	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
2	0	1.5*0.6	0	0	1.5*0.6	1.35	0	1.5*0.6	1.35		1.2
										1	1.2
3	1.35		0	0	0	0.75*1.5	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
4	1.5*0.75		0	0	0	0.75*1.5	1.5	0	1.35		1.2
										1	1.2

5	0	1.5*0.6	0	1.35	0	0.75*1.5	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
6	0	1.5*0.6	0	0	1.5	0.75*1.5	0	1.5	1.35		1.2
										1	1.2
7	0	1.5	0.9	0	0	0	0	0	1.35		1.2
										1	1.2
8	0	0.9	1.5	0	0	0	0	0	1.35		1.2
										1	1.2

Reakcie zo zaťaženia hornej stavby max, min R - boli spočítané programom STRAP

čísla podpíer		Č.2L			Č.2P			
		R	Hpr	Mpr	N	Hpr	Hpo	Mpr
vlt max		3366			3352			
sz+vozovka x 1,4	max	783			776			
sz+vozovka x 0,8	min	577			571			
Náhodilé zaťaženie	max	1498			2305			
Teplota	min	-150			-159			
	max	154			109			
Vietor	min	-82			-58			
	(-/+)	0	0	0	14	0	0	0
Pokles pod.	max	255			281			
	min	-255			-281			

Horizontálne reakcie – nosná konštrukcia na jedno ložisko

pozdĺžny smer						priechy smer			
		F _{w,nk}	BS	F _{wpodp}	M _{podp}	W _{nk}	OS	W _{podp}	M _{nz}
	trenie	(kN)	(kN)			(kN)	(kN)		
L	248	0	0	5	27	0	0	5	27
P	269	28	0	5	27	113	0	5	27

Maximálne a minimálne reakcie – horná stavba

Náhodilá excentricita:

- $$1) \quad \frac{1}{200} * \frac{2}{\sqrt{l}} = \frac{1}{200} * \frac{2}{\sqrt{2*9,15}} = 0,002 \text{ m}$$
- $$2) \quad \frac{1}{400} * l_0 = \frac{2*9,15}{400} = 0,046 \text{ m}$$

3) $\frac{h}{30} = \frac{1,5}{30} = 0,05 \text{ m}$, do ΣM_{po} bol započítaný moment od náhodnej excentricity $R_{max} \times 0,05$

(Súčinitele súboru B)

Ľavé ložisko

VNÚTORNÉ SILY V PRACOVNEJ ŠKÁRE PILIER-ZÁKLAD (Súčinitele súboru B)										
č. podp. - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{podp} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
2L-k1	9.15	8067	3360	435	8583	3743	228	0	2474	0
2L-k2	9.15	7929	3434	435	8445	3817	224	5	2450	25
2L-k3	9.15	7730	3394	435	8246	3776	224	0	2450	0
2L-k4	9.15	7823	3345	435	8339	3727	373	0	3814	0
2L-k5	9.15	7730	3394	435	8246	3776	224	0	2450	0
2L-k6	9.15	7592	3468	435	8107	3850	224	8	2450	41
2L-k7	9.15	5906	3637	435	6422	4020	377	0	3839	0
2L-k8	9.15	5906	3637	435	6422	4020	231	0	2491	0
max					8583	3727	377	8	3839	41

$$G_{podp} = \pi \times 0,8^2 \times 8,65 = 435 \text{ kN}$$

Pravé ložisko

VNÚTORNÉ SILY V PRACOVNEJ ŠKÁRE PILIER-ZÁKLAD (Súčinitele súboru B)										
č. podp. - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{podp} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
2P-k1	9.15	9120	3318	435	9636	3700	272	0	3086	0
2P-k2	9.15	9034	3358	435	9550	3740	242	106	2823	955
2P-k3	9.15	8601	3354	435	9117	3736	242	0	2794	0
2P-k4	9.15	8667	3319	435	9183	3701	404	0	2798	0
2P-k5	9.15	8601	3354	435	9117	3736	242	0	2794	0
2P-k6	9.15	8523	3386	435	9039	3768	242	177	2789	1592
2P-k7	9.15	5909	3586	435	6425	3968	434	0	4349	0
2P-k8	9.15	5909	3586	435	6425	3968	292	0	3042	0
					9636	3700	434	177	4349	1592

Kombinácia 6 – horizontálne reakcie $H_v = \sqrt{242^2 + 177^2} = 300 \text{ kN}$

Momenty: $M_v = \sqrt{2789^2 + 1592^2} = 3211 \text{ kN}$

Štíhlosť piliera: $\lambda = \frac{l_0}{i} = \frac{8,65 \times 2}{0,4} = 43,25 < \lambda_{lim} = 75 \Rightarrow$ nie je potrebné posudzovať stĺp ako

štíhly podľa teórie II. rádu

kde l_0 je vzperná dĺžka kruhového prierezu $i = \sqrt{\frac{Jx}{F}}$ – polomer zotrvačnosti prierezu bez trhlín,

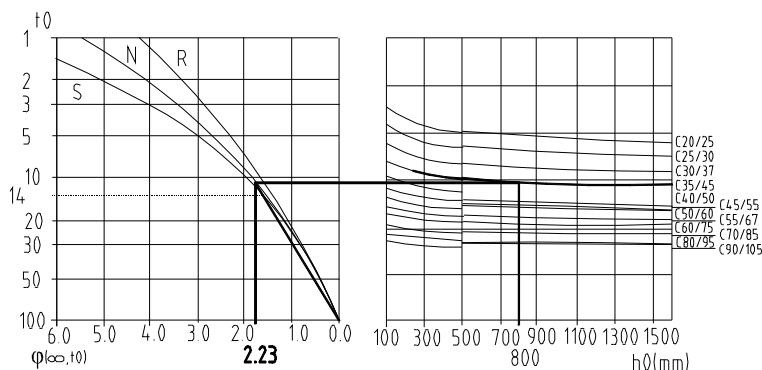
$$Jx = \frac{\pi \times r^4}{4} = \frac{\pi \times 0,8^4}{4} = 0,3212 \text{ m}^4, F = \pi \times 0,8^2 = 2,011 \text{ m}^2, i = \sqrt{\frac{Jx}{F}} = \sqrt{\frac{0,3212}{2,011}} = 0,4$$

$$\lambda_{lim} = \frac{20ABC}{\sqrt{\frac{NEd}{Ac f_{cd}}}} = \frac{20 \times 1,7 \times 0,92 \times 1,085}{\sqrt{\frac{9,7}{2,011 \times 30}}} = 128,24 > 75 \Rightarrow \lambda_{lim} = 75$$

koeficient A

$$A = \frac{1}{1 + 0,2 \times \varphi_{ed}} = \frac{1}{1 + 0,2 \times 0,44} = 0,92$$

$$\varphi_k(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0)^{1,5 \times (k_c - 1)} = 2,23^{1,5 \times (0,311 - 1)} = 0,44$$



VONKAJŠIE PODMIENKY $R_h = 80\%$ PRE BETÓN ZA BEŽNÝCH ENVIROMENTÁLNYCH PODMIENOK

$$\Rightarrow \varphi(\infty, t_0) = 2,23$$

$$\beta_{cc} = e^{\sqrt{s \times \left(1 - \frac{28}{t_0}\right)}} = e^{\sqrt{0,25 \times \left(1 - \frac{28}{14}\right)}} = 0,902$$

$$k_c = \frac{\sigma_c}{f_{cm}(t_0)} = \frac{12,07}{38,79} = 0,311$$

$$N_{Ed} = 9,652 \text{ MN}, M_{Ed} = 2,924 \text{ MNm} \Rightarrow \sigma_c = \frac{9,652}{\pi \times 0,8^2} + \frac{2,924}{\pi \times 0,8^3} = 12,07 \text{ MPa}$$

$$f_{cm}(t_0) = \beta_{cc} \times f_{cm} = 0,902 \times 43 = 38,79 \text{ MPa}$$

koeficient B

$$B = \sqrt{1 + 2 \times \omega} = \sqrt{1 + 2 \times 0,089} = 1,085$$

$$\text{kde } \omega = \frac{A_s \times f_{yd}}{A_c \times f_{cd}} = \frac{20 \times 0,000616 \times 435}{\pi \times 0,8^2 \times 30} = 0,089$$

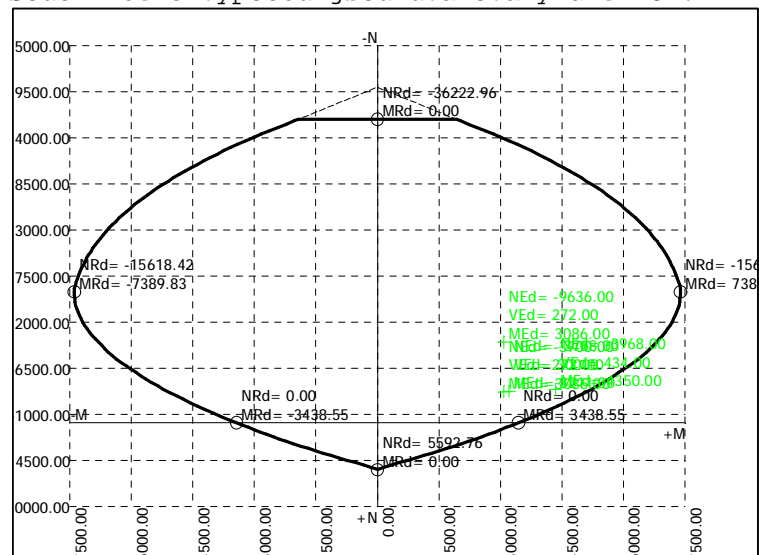
koeficient C

$$C = 1,7 - r_m = 1,7$$

$$r_m = \frac{M_{01}}{M_{02}} = \frac{0}{2,924} = 0$$

Fin10 - Beton 2D EC [209_piliere]

Součinitelé výpočtu jsou uvažovány dle EC2.



Posouzení železobetonového průřezu: kruhový pilier P2

Vstupní data: kruhový pilier P2

Průřez: kruh

Průměr D = 1.60 m

Materiál: Beton C 30/37, Ocel B500

Vnitřní síly - zatížení

Číslo	Název	Vz [kN]	N [kN]	My [kNm]
1	Zat. případ 1	-9636.00	272.00	3086.00
2	Zat. případ 2	-3700.00	272.00	3086.00
3	Zat. případ 3	-3768.00	300.00	3211.00
4	Zat. případ 4	-3968.00	434.00	4350.00
5	Zatěžovací případ 5	-1.9E+04	0.00	-3049.06

Vyztužení průřezu: 20ks, profil 28.0, krytí 100.0 mm

Smyková výztuž:

Třmínky

Materiál: Ocel B500

Profil třmínků = 12.0 mm

Počet střihů = 2

Vzdál. třmínků = 0.15 m

Výsledky: kruhový pilier P2

Plochy vyztužení

Posouzení min. a max. plochy výztuže:

Sloup (celková plocha výztuže):

$A_{smin} = 4004.7 \text{ mm}^2 \leq A_s = 12315.0 \text{ mm}^2 \leq A_{smax} = 80094.4 \text{ mm}^2 \Rightarrow \text{VYHOVUJE}$

Posouzení průřezu - souhrn:

S tlačnou výztuží není počítáno.

Z.P. Namáh. N+M Namáhání V Posouzení

Využ. [%] Využ. [%]

1	45.3	17.8	Vyhovuje
2	60.5	18.0	Vyhovuje
3	62.6	19.9	Vyhovuje
4	83.6	28.8	Vyhovuje
5	54.6	0.0	Vyhovuje

Průřez VYHOVUJE

Detailní posouzení zatěžovacího případu: Zat. případ 4

Ohyb

Nejmenší deformace v betonu: -3.50 promile
 Největší deformace v betonu: 8.59 promile
 Nejmenší deformace ve výztuži: -2.64 promile
 Největší deformace ve výztuži: 7.72 promile
 Směr neutrálné osy: 360.00 °

Smyk

Použit model náhradní příhradoviny

Maximální posouvající síla V_{Ed} = 434.00 kN
 Maximální únosnost průřezu V_{Rdmax} = 5464.05 kN
 Únosnost betonu ve smyku V_{Rdc} = 27.05 kN
 ($b_w = 25.4$ mm, $d = 1100.6$ mm, $A_{sl} = 8004.8$ mm²)
 Únosnost třmíneků a ohybů V_{Rds} = 1508.62 kN
 ($b_w = 1124.3$ mm, $z = 920.43$ mm)
 Sklon tlačných diagonál Θ = 21.80 °
 $\cotg(\Theta)$ = 2.50

$V_{Rds} > V_{Ed} \Rightarrow$ Vyhovuje

Únosnost průřezu ve smyku VYHOVUJE.

Maximální vzdálenost třmíneků s_{lmax} = 0.40 m
 Maximální vzdálenost větví třmíneků s_{tmax} = 0.60 m
 Maximální vzdálenost ohybů s_{bmax} = 0.66 m
 Posouzení stupně smykového vyztužení:
 $ro_{w_min} = 8.764E-04 \leq ro_w = 1.341E-03 \leq ro_{w_max} = 1.214E-02$
 Stupeň vyztužení VYHOVUJE

Průřez VYHOVUJE

Trhliny - Výpočet napětí pre charakteristickú kombináciu

Princíp hľadania maximálnych a minimálnych hodnôt pre charakteristickú kombináciu:

č. komb.	Horizontálne sily					Vertikálne sily			Vlt+sz		pp
	Pozdĺžne			Priečne							
	BS	trenie	W	OS	W	nz	tepl	W	max	min	
1	0	0.6	0.6	0	0	1	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
2	0	0.6	0	0	0.6	1	0	0.6	1		1.0
										1	1.0
3	1	0	0	0	0	0.75	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
4	0.75	0	0	0.75	0	0.75	1	0	1		1.0
										1	1.0

5	0	0.6	0	1	0	0.75	0.6	0	1		1.0
										1	1.0
6	0	0.6	0	0	1	0.75	0	1	1		1.0
										1	1.0
7	0	1.0	0.6	0	0	0	0	0	1		1.0
										1	1.0
8	0	0.6	1	0	0	0	0	0	1		1.0
										1	1.0

Ľavé ložisko

č. lož - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{pod} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
2L-k1	9.15	5994	3489	435	6376	3871	152	0	1680	0
2L-k2	9.15	5901	3538	435	6284	3920	149	3	1664	16
2L-k3	9.15	5619	3526	435	6001	3908	149	0	1664	0
2L-k4	9.15	5681	3493	435	6063	3876	248	0	2573	0
2L-k5	9.15	5619	3526	435	6001	3908	149	0	1664	0
2L-k6	9.15	5527	3576	435	5909	3958	149	5	1664	27
2L-k7	9.15	4403	3688	435	4785	4071	252	0	2590	0
2L-k8	9.15	4403	3688	435	4785	4071	154	0	1691	0
max					6376	3871	252	5	2590	27

Pravé ložisko

č. lož - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{pod} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
2P-k1	9.15	6780	3448	435	7162	3830	182	0	2104	0
2P-k2	9.15	6722	3474	435	7104	3857	162	71	1929	637
2P-k3	9.15	6203	3488	435	6585	3870	162	0	1894	0
2P-k4	9.15	6247	3464	435	6629	3846	269	0	1897	0
2P-k5	9.15	6203	3488	435	6585	3870	162	0	1894	0
2P-k6	9.15	6151	3509	435	6533	3891	162	118	1891	1061
2P-k7	9.15	4409	3642	435	4791	4024	289	0	2931	0
2P-k8	9.15	4409	3642	435	4791	4024	195	0	2060	0
					7162	3830	289	118	2931	1061

Posúdenie bolo urobené programom DIM

B E T O N KBT = 0.00

ZB	BB
1.6000	0.7750
1.4000	1.3230
1.1000	1.5720
0.5000	1.3230
0.2000	0.7750

V	Y	Z	T	U	Z		NVP =	5.880
		ZV			NV		DV1 (-FV1)	
		1.5000			1.000		0.028000	
		1.4160			2.000		0.028000	
		1.3160			2.000		0.028000	
		1.1610			2.000		0.028000	
		0.9660			2.000		0.028000	
		0.8000			2.000		0.028000	
		0.5840			2.000		0.028000	
		0.3890			2.000		0.028000	
		0.2340			2.000		0.028000	
		0.1340			2.000		0.028000	
		0.1000			1.000		0.028000	

Z A T I Z E N I

Oh. moment	Norm. sila	Poloha N.sily
------------	------------	---------------

2.1040	-7.1620	0.8000
2.1040	-3.8300	0.8000
1.8910	-3.8910	0.8000
2.9310	-4.0240	0.8000

V Y S L E D K Y

	B E T O N			
Z	N A P E T I			
	1	2	3	4
	1.6000	-7.1220	-7.6680	-6.4793
				-12.6906 < -21MPa

[illegible]

Spodná stavba – Podpera 3 - pilier

Princíp vytvárania kombinácií MSÚ ako pri podpere 2:

Reakcie zo zaťaženia hornej stavby max, min R - boli spočítané programom STRAP

číslo podpier		Č.3L			Č.3P			
		R	Hpr	Mpr	N	Hpr	Hpo	Mpr
vlt max		3351			3366			

sz+vozovka x 1,4	max	778			780			
sz+vozovka x 0,8	min	573			575			
Náhodilé zaťaženie	max	1503			2307			
Teplota	min	-161			-129			
	max	109			154			
Vietor	min	-58			-82			
	(-/ +)	5	0	0	9	0	0	0
Pokles pod.	max	281			255			
	min	-281			-255			

Horizontálne reakcie – nosná konštrukcia na jedno ložisko

pozdĺžny smer						priečny smer			
	$F_{w,nk}$	BS	$F_{w,pondp}$	M_{pondp}	W_{nk}	OS	W_{pondp}	M_{nz}	
	trenie (kN)	(kN)			(kN)	(kN)			
L	245	11	450	4	22	45	0	4	22
P	272	18	450	4	22	70	0	4	22

Maximálne a minimálne reakcie – horná stavba

Náhodilá excentricita:

$$3) \quad \frac{1}{200} * \frac{2}{\sqrt{l}} = \frac{1}{200} * \frac{2}{\sqrt{2*9,15}} = 0,002 \text{ m}$$

$$4) \quad \frac{1}{400} * l_0 = \frac{2*9,15}{400} = 0,046 \text{ m}$$

$$5) \quad \frac{h}{30} = \frac{1,5}{30} = 0,05 \text{ m, do } \Sigma M_{po} \text{ bol započítaný moment od náhodilej excentricity } R_{max} \times 0,05$$

(Súčinitele súboru B)

Ľavé ložisko

VNÚTORNÉ SILY V PRACOVNEJ ŠKÁRE PILIER-ZÁKLAD (Súčinitele súboru B)										
č. podp. - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{podp} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
3L-k1	8.8	8039	3318	417	8534	3684	234	0	2450	0
3L-k2	8.8	7946	3365	417	8441	3732	220	44	2341	376

č. podp. - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{podp} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
3L-k3	8.8	7701	3354	417	8196	3721	608	0	5748	0
3L-k4	8.8	7767	3319	417	8262	3686	506	0	4857	0
3L-k5	8.8	7701	3354	417	8196	3721	220	0	2341	0
3L-k6	8.8	7611	3398	417	8106	3765	220	74	2341	626
3L-k7	8.8	5912	3588	417	6407	3954	381	0	3742	0
3L-k8	8.8	5912	3588	417	6407	3954	244	0	2522	0
max		8039	3318		8534	3684	608	74	5748	626

$$G_{podp} = \pi \times 0,8^2 \times 8,30 = 417 \text{ kN}$$

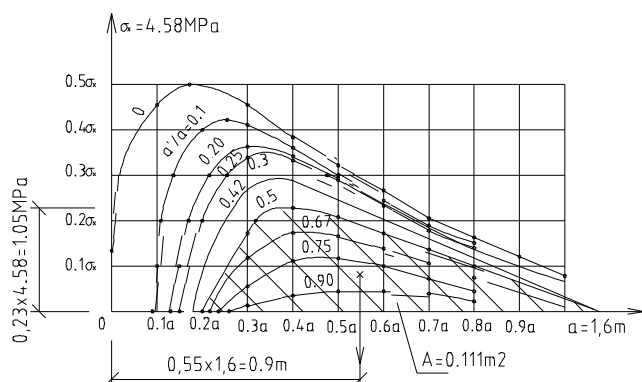
Pravé ložisko

VNÚTORNÉ SILY V PRACOVNEJ ŠKÁRE PILIER-ZÁKLAD (Súčinitele súboru B)										
č. podp. - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{podp} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
3P-k1	8.8	9157	3387	417	9652	3754	264	0	2924	0
3P-k2	8.8	9026	3453	417	9521	3820	245	67	2757	574
3P-k3	8.8	8637	3416	417	9132	3783	608	0	5925	0
3P-k4	8.8	8730	3367	417	9225	3733	914	0	5931	0
3P-k5	8.8	8637	3416	417	9132	3783	245	0	2731	0
3P-k6	8.8	8512	3477	417	9007	3844	245	111	2723	956
3P-k7	8.8	5903	3635	417	6398	4002	427	0	4141	0
3P-k8	8.8	5903	3635	417	6398	4002	277	0	2811	0
max		9157	3367		9652	3733	914	111	5931	956

Kombinácia 6 – horizontálne reakcie $H_v = \sqrt{245^2 + 111^2} = 268 \text{ kN}$

Momenty: $M_v = \sqrt{2723^2 + 956^2} = 2886 \text{ kN}$

Priečne ťahy ložisko – pilier $R_{max} = 9,2 \text{ MN}$



$$\frac{a'}{a} = \frac{1.1}{1.6} = 0.69$$

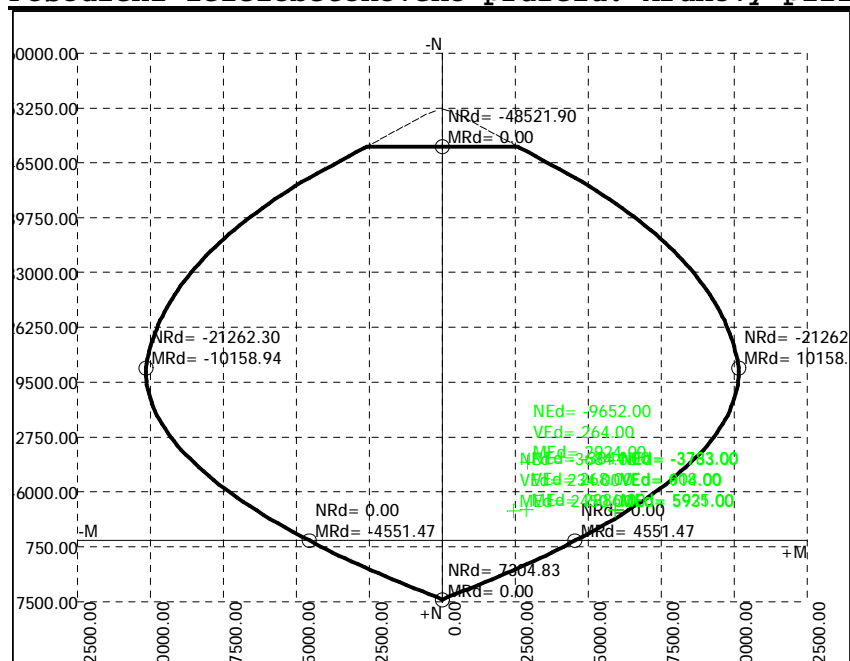
$$\sigma_x = \frac{Z}{A} = \frac{9.2}{p \cdot 0.8^2} = 4.58 \text{ MPa}$$

$$\sigma_y = 0.23 \times 4.58 = 1.05 \text{ MPa}$$

$$Z = 0.111 \times 1.6 \times 4.58 = 0.813 \text{ MN}$$

$$A_{sreqr} = \frac{0.813 \cdot 0.15 \cdot 1}{435 \cdot 1.6} \cdot 10000 = 1.75 \text{ cm}^2 \text{ P fR16/150mm, Fa} = 2.01 \text{ cm}^2$$

Posouzení železobetonového průřezu: kruhový pilier P3



Vstupní data: kruhový pilier P3

Průřez: kruh

Průměr D = 1.60 m

Materiál: Beton C 35/45, Ocel B500

Vnitřní síly - zatížení

Číslo	Název	Vz [kN]	N [kN]	My [kNm]
1	Zat. případ 1	-9652.00	264.00	2924.00
2	Zat. případ 2	-3684.00	234.00	2450.00
3	Zat. případ 3	-3783.00	608.00	5925.00
4	Zat. případ 4	-3733.00	914.00	5931.00
5	Zat. případ 5	-3844.00	268.00	2886.00

Vyztužení průřezu: 20ks, profil 32.0, krytí 100.0 mm

Smyková výztuž:

Třmínky

Materiál: Ocel B500

Profil třmínků = 12.0 mm

Počet střihů = 2

Vzdál. třmínků = 0.15 m

Výsledky: kruhový pilier P3

Plochy vyztužení

Posouzení min. a max. plochy výztuže:

Sloup (celková plocha výztuže):

A_{smin}= 4004.7 mm² <= A_s= 16085.0 mm² <= A_{smax}= 80094.4 mm² => VYHOVUJE

Posouzení průřezu - souhrn:

S tlačnou výztuží je počítáno.

Z.P. Namáh. N+M Namáhání V Posouzení

	Využ. [%]	Využ. [%]	
1	34.3	17.1	Vyhovuje
2	38.6	15.4	Vyhovuje
3	92.6	40.0	Vyhovuje
4	93.0	60.2	Vyhovuje
5	44.9	17.6	Vyhovuje

Průřez VYHOVUJE

Detailní posouzení zatěžovacího případu: Zat. případ 4

Ohyb

Nejmenší deformace v betonu: -3.50 promile

Největší deformace v betonu: 10.62 promile

Nejmenší deformace ve výztuži: -2.48 promile

Největší deformace ve výztuži: 9.60 promile

Směr neutrálné osy: 360.00 °

Smyk

Použit model náhradní příhradoviny

Maximální posouvající síla V_{Ed} = 914.00 kN

Maximální únosnost průřezu V_{Rdmax} = 5776.28 kN

Únosnost betonu ve smyku V_{Rdc} = 25.43 kN

(b_w = 25.4 mm, d = 1006.1 mm, A_{sl} = 12063.7 mm²)

Únosnost třmínků a ohybů V_{Rds} = 1517.62 kN

(b_w = 1036.3mm, z = 925.92mm)

135

č. lož - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{pod} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
3P-k7	8.8	4401	3686	417	4768	4053	285	0	2717	0
3P-k8	8.8	4401	3686	417	4768	4053	185	0	1831	0
max		6801	3507		7167	3874	450	74	4274	638

Posúdenie bolo urobené programom DIM

B E T O N KBT = 0.00

ZB	BB
1.6000	0.7750
1.4000	1.3230
1.1000	1.5720
0.5000	1.3230
0.2000	0.7750

V Y Z T U Z NVP = 5.880

ZV	NV	DV1 (-FV1)
1.5000	1.000	0.032000
1.4160	2.000	0.032000
1.3160	2.000	0.032000
1.1610	2.000	0.032000
0.9660	2.000	0.032000
0.8000	2.000	0.032000
0.5840	2.000	0.032000
0.3890	2.000	0.032000
0.2340	2.000	0.032000
0.1340	2.000	0.032000
0.1000	1.000	0.032000

Z A T I Z E N I

Oh. moment	Norm. sila	Poloha N.sily
------------	------------	---------------

1.6640	-3.8140	0.7500
1.8830	-7.1670	0.7500
4.2740	-3.8740	0.7500
4.2710	-3.9070	0.7500

V Y S L E D K Y

B E T O N

Z	N A P E T I			
	1	2	3	4
1.6000	-5.4076	-6.4982	-19.9841 < -21 MPa	-19.9253

V Y Z T U Z

Z	N A P E T I			
	1	2	3	4
0.1000	13.9968	-2.9412	261.6478	259.1653

↳ betón pilierov musí byť C35/45

Zaťaženie pre posúdenie šírky trhlín – kvázi stála kombinácia

Princíp hľadania maximálnych a minimálnych hodnôt pre kvázi stálu kombináciu:

komb.	Pozdĺžne			Priečne							
	Brzdná	Trenie	Vietor	Odstred.	Vietor	Náhodilé	Teplota	Vietor	max	min	
1	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0	1		1
										1	1
2	0	0.5	0	0	0	0	0	0	1		1
										1	1
3	0	0	0	0	0	0	0.5	0	1		1
										1	1
4	0	0	0	0	0	0	0.5	0	1		1
										1	1
5	0	0.5	0	0	0	0	0.5	0	1		1
										1	1
6	0	0.5	0	0	0	0	0	0	1		1
										1	1
7	0	0.5	0	0	0	0	0	0	1		1
										1	1
8	0	0.5	0	0	0	0	0	0	1		1
										1	1

VNÚTORNÉ SILY V PRACOVNEJ ŠKÁRE PILIER-ZÁKLAD										
č. podp.	h	N _{max}	N _{min}	G _{podp}	N _{Ed,max}	N _{Ed,min}	H _{Edc,po}	H _{Edc,pr}	M _{Ed,po,max}	M _{Ed,pr,max}
komb.	[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kNm]
3P-k1	8.8	4478	3645	417	4845	4012	136	0	1496	0
3P-k2	8.8	4401	3686	417	4768	4053	136	0	1491	0
3P-k3	8.8	4478	3645	417	4845	4012	0	0	300	0
3P-k4	8.8	4478	3645	417	4845	4012	0	0	300	0
3P-k5	8.8	4478	3645	417	4845	4012	136	0	1496	0
3P-k6	8.8	4401	3686	417	4768	4053	136	0	1491	0
3P-k7	8.8	4401	3686	417	4768	4053	136	0	1491	0
3P-k8	8.8	4401	3686	417	4768	4053	136	0	1491	0
max		4478	3645		4845	4012	136	0	1496	0

Z A T I Ž E N I

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily
1.4960 -4.0120 0.8000

V Y Z T U Z
 Z N A P E T I
 0.1000 **6.7989 < 160 MPa**

Zakladanie – podpery 2 a 3

Podpery sú založené na pilótach. Koeficienty spoľahlivosti pre určenie zaťaženia na pilótu boli robené podľa súboru B

Uvažované zaťaženie – Najväčšie reakcie na jednu pilótu boli dosiahnuté pri podpere 3 pri pôsobení celkového náhodilého zaťaženia, R_{max} a R_{zodp} .

REAKCIE Z HORNEJ STAVBY		[kN, kNm]						
číslo podpier		Č.3L			Č.3P			
		R	Hpr	Mpr	N	Hpr	Hpo	Mpr
vlt max		3351			3366			
vltmin		3351			3366			
sz+vozovka x 1,4 sz+vozovka x 0,8	max	778			780			
	min	573			575			
Náhodilé zaťaženie	max	1726		2390	1062			
	min	-148			-141			
Teplota	max	109			154			
	min	-58			-82			
Vietor	(-/+)	5	0	0	9	0	0	0
Pokles pod.	max	281			255			
	min	-281			-255			

$$M_{pr} = \left(1726 - \frac{1726+1062}{2} \right) * 7,2 = 2390 \text{ kNm}$$

L P	pozdĺžny smer					priečny smer			
		Fw,nk	BS	Fwpodp	Mpodp	W nk	OS	Wpodp	Mwpodp
	trenie	(kN)	(kN)			(kN)	(kN)		
	245	11	450	4	22	45	0	4	22
	272	18	450	4	22	70	0	4	22

Výsledné zaťaženie - ľavý pilier

č. lož - komb.	h [m]	N_{max} [kN]	N_{min} [kN]	G_{pod} [kN]	$N_{Ed,max}$ [kN]	$N_{Ed,min}$ [kN]	$H_{Edc,po}$ [kN]	$H_{Edc,pr}$ [kN]	$M_{Ed,po,max}$ [kNm]	$M_{Ed,pr,max}$ [kNm]
3L-k1	10.4	8340	3335	417	8903	3753	234	0	2833	0

č. lož - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{pod} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
3L-k2	10.4	8246	3383	417	8810	3800	220	44	2709	536
3L-k3	10.4	7952	3369	417	8515	3786	608	0	6735	0
3L-k4	10.4	8017	3334	417	8580	3751	506	0	5682	0
3L-k5	10.4	7952	3369	417	8515	3786	220	0	2709	0
3L-k6	10.4	7861	3413	417	8425	3830	220	74	2709	893
3L-k7	10.4	5912	3588	417	6475	4005	381	0	4361	0
3L-k8	10.4	5912	3588	417	6475	4005	244	0	2917	0

Výsledné zaťaženie - pravý pilier

č. lož - komb.	h [m]	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{pod} [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
3P-k1	10.4	7475	3372	417	8038	3789	264	0	3101	0
3P-k2	10.4	7344	3438	417	7907	3855	245	67	2911	823
3P-k3	10.4	7236	3403	417	7800	3820	608	0	6680	0
3P-k4	10.4	7329	3354	417	7892	3771	506	0	6684	0
3P-k5	10.4	7236	3403	417	7800	3820	245	0	2906	0
3P-k6	10.4	7110	3464	417	7674	3882	245	111	2899	1371
3P-k7	10.4	5903	3635	417	6466	4052	427	0	4718	0
3P-k8	10.4	5903	3635	417	6466	4052	277	0	3144	0

Výsledné zaťaženie základovej škáry

č. - komb.	N _{max}	N _{min}	G _{podp}	G zákl	N _{Ed,max}	N _{Ed,min}	H _{Edc,po}	H _{Edc,pr}	M _{Ed,po,max}	M _{Ed,pr,max}
3-k1	15815	6707	834	2237	20012	9816	499	0	5934	3226
3-k2	15591	6821	834	2237	19788	9930	465	111	5620	4585
3-k3	15188	6772	834	2237	19385	9881	1215	0	13415	2689
3-k4	15346	6688	834	2237	19543	9797	1013	0	12366	2689
3-k5	15188	6772	834	2237	19385	9881	465	0	5615	2689
3-k6	14972	6877	834	2237	19169	9987	465	185	5608	4953
3-k7	11815	7223	834	2237	16012	10332	809	0	9080	0
3-k8	11815	7223	834	2237	16012	10332	521	0	6061	0

$$G_{zakl} = 11,9 \times 4,7 \times 1,6 \times 25$$

Do posúdenia základovej škáry boli uvažované nasledovné kombinácie:

N_{max} , N_{min} a prislúchajúce hodnoty, $M_{po\ max}$ a a prislúchajúce hodnoty, $M_{pr\ max}$ a prislúchajúce hodnoty

Základ s osou mosta zvierá $82,64^\circ$ uhol. Jednotlivé kombinácie boli premietnuté do kolmých smerov základu.

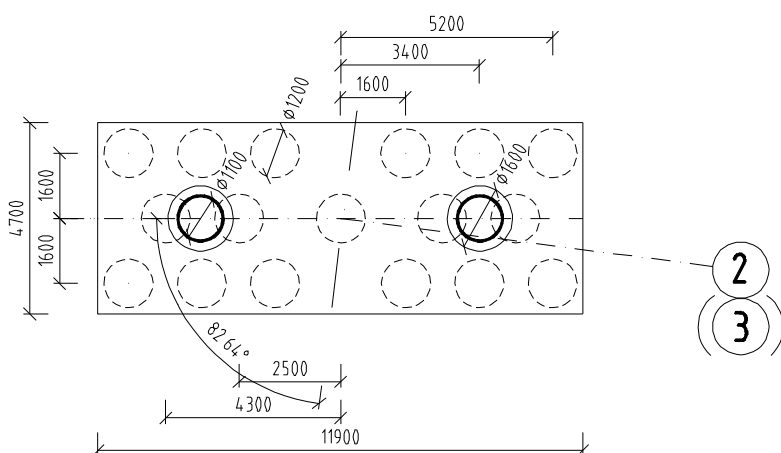
Bol spočítané dve možnosti rozkladu horizontálnych síl a momentov:

$$1) H_{dEcpo} (MEd,po) = H_{po} (Mpo) \times \sin 82,64^\circ + H_{pr} (Mpr) \times \cos 82,64^\circ,$$

$$H_{pr} = H_{po} (Mpo) \times \cos 82,64^\circ - H_{pr} (Mpr) \times \sin 82,64^\circ$$

$$2) H_{dEcpo} (MEd,po) = H_{po} (Mpo) \times \sin 82,64^\circ - H_{pr} (Mpr) \times \cos 82,64^\circ,$$

$$H_{pr} = H_{po} (Mpo) \times \cos 82,64^\circ + H_{pr} (Mpr) \times \sin 82,64^\circ$$



Maximálna a minimálna reakcia v pilóte:

$$V_{max(min)} = \frac{V_{max(min)}}{n} \pm \frac{M_{po} * z_{max(min)}}{2 * \sum z_i^2} \pm \frac{M_{pr} * z_{max(min)}}{2 * \sum z_i^2} =$$

$$\frac{V_{max(min)}}{17} \pm \frac{M_{po} * 1.6}{2 * 1.6^2 * 6} \pm \frac{M_{pr} * 5.4}{2 * (2 * (5.4^2 + 3.6^2 + 1.8^2) + 4.3^2 + 2.5^2)}$$

$V_{pil, max}$, $V_{pil, min}$ - reakcia v pilótach maximálna a minimálna

komb	$N_{Ed,max}$ [kN]	$N_{Ed,min}$ [kN]	$H_{Edc,po}$ [kN]	$H_{Edc,pr}$ [kN]	$M_{Ed,po,max}$ [kNm]	$M_{Ed,pr,max}$ [kNm]	$V_{pil,max}$ [kN]	$V_{pil,min}$ [kN]
1	19962	9779	495	64	6299	2440	1562	102
	19962	9779	495	64	5472	3960	1555	108
2	19493	9759	1004	130	12609	1082	1830	-195
	19493	9759	1004	130	11920	4251	1871	-236
3	19118	9949	485	124	6197	4193	1549	73
	19118	9949	437	244	4928	5630	1518	104

Pre stanovenie veľkosti sadnutia pilóty bola spočítaná kvazistála kombinácia. Koeficienty pre kvazistálu kombináciu pozri P3 drienk a zaťaženie pre základ P3.

VNÚTORNÉ SILY V ZÁKLADOVEJ ŠKÁRE PILIER-ZÁKLAD										
č. podp. - komb.	N _{max} [kN]	N _{min} [kN]	G _{podp} [kN]	G základu [kN]	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]
3L-k1	8943	7260	834	2237	13090	10331	258	0	3134	0
3L-k2	8811	7330	834	2237	12958	10402	258	0	3130	0
3L-k3	8943	7260	834	2237	13090	10331	0	0	447	0
3L-k4	8943	7260	834	2237	13090	10331	0	0	447	0
3L-k5	8943	7260	834	2237	13090	10331	258	0	3134	0
3L-k6	8811	7330	834	2237	12958	10402	258	0	3130	0
3L-k7	8811	7330	834	2237	12958	10402	258	0	3130	0
3L-k8	8811	7330	834	2237	12958	10402	258	0	3130	0

komb	N _{Ed,max} [kN]	N _{Ed,min} [kN]	H _{Edc,po} [kN]	H _{Edc,pr} [kN]	M _{Ed,po,max} [kNm]	M _{Ed,pr,max} [kNm]	R _{pil,max}	R _{pil,min}
1	13090	10331	256	33	3108	-401	922	364
	13090	10331	256	33	3108	401	942	345
2	13090	10331	0	0	443	-57	792	495
	13090	10331	0	0	443	57	794	492
3	12958	10402	256	-33	3104	-401	914	368
	12958	10402	256	33	3104	401	934	349




$$G_{\text{vtpil}} = 15 \times \pi \times 0.62 \times 25 = 424 \text{ kN}$$


V pil maximálna pre výpočet sadnutia $934 + 424 = 1358 \text{ kN}$

Posouzení piloty



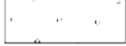



Vstupní data

Základní parametry zemín







Číslo	Název	Vzorek	j_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	g [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F3, konzistence tuhá		19.00	18.00	20.00	0.35
2	Třída S5 piesok		20.00	10.00	18.50	0.35
3	Třída S3, ulehlá		32.00	0.00	18.50	0.30
4	Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$		24.00	25.00	20.00	0.35
5	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$		21.00	25.00	20.00	0.40

Číslo	Název	Vzorek	j_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	g [kN/m ³]	n [–]
6	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		24.00	25.00	21.00	0.40

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	g_{sat} [kN/m ³]	g_s [kN/m ³]	n [–]
1	Třída F3, konzistence tuhá		-	3.50	20.00	-	-
2	Třída S5 piesok		-	4.00	19.00	-	-
3	Třída S3, ulehlá		-	40.00	18.50	-	-
4	Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$		-	10.00	20.00	-	-
5	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$		-	7.00	21.00	-	-
6	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		-	10.00	21.00	-	-

Parametry zemín pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	Typ zeminy	n_h [MN/m ³]
1	Třída F3, konzistence tuhá		soudržná	-
2	Třída S5 piesok		nesoudržná	7.00
3	Třída S3, ulehlá		nesoudržná	4.50
4	Třída F4, konzistence pevná $S_r > 0.8$		soudržná	-
5	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$		soudržná	-
6	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		soudržná	-

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m

Délka $l = 12.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 0.00$ m

Hloubka upraveného terénu $h_z = 3.05$ m

Typ technologie: vrtaná

Modul reakce podloží uvažován podle ČSN 731004.

Materiál konštrukcie

Výpočet betonových konštrukcií proveden podľa normy EN 1992-1-1 (EC2).

Beton : C 25/30
Válcová pevnosť v tlaku $f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$
Pevnosť v tahu $f_{ctm} = 2.60 \text{ MPa}$
Modul pružnosti $E_{cm} = 31000.00 \text{ MPa}$
Modul pružnosti ve smyku $G = 12917.00 \text{ MPa}$
Ocel podélná : B500
Mez kluzu $f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Geologický profil a priradení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorek
1	2.50	Třída F3, konzistence tuhá	
2	1.20	Třída S5 piesok	
3	2.50	Třída S3, ulehlá	
4	1.80	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$	
5	1.00	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$	
6	1.00	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$	
7	1.50	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$	
8	3.50	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
9	-	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	ANO		Zatížení č. 1	Návrhové	2295.00	0.00	0.00	60.00	0.00
2	ANO		Zatížení č. 2	Užitné	1358.00	0.00	0.00	0.00	0.00

HPV + nestlačitelné podloží

Hladina podzemní vody je v hloubce 3.20 m od původního terénu.
Nestlačitelné podloží je v hloubce 50.00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : klasická teorie
Metoda výpočtu : ČSN 73 1002
Zatěžovací křivka : nelineární (Masopust)
Norma výpočtu bet.konstrukcí - EN 1992-1-1 (EC2)

Nastavení výpočtu fáze

Metodika posouzení : výpočet podle EN 1997
Zadání koeficientů : Standard

Návrhový prístup : 2 - redukce zatížení a odporu
 Návrhová situace : trvalá

Součinitel redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00

Součinitel redukce odporu (R) - vrtaná	Souč.	[-]
Součinitel redukce odporu na plášti	γ_s	1.10
Součinitel redukce odporu na patě	γ_b	1.10
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty	γ_{st}	1.15

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:

Součinitel únosnosti	N_c	=	19.32
Součinitel únosnosti	N_d	=	9.60
Součinitel únosnosti	N_b	=	5.75
Součinitel únosnosti	K_1	=	1.00
Výpočtová únosnost na patě piloty	R_{bd}	=	2306.75 kPa
Plocha příčného řezu piloty	A_p	=	1.13E+00 m ²

Únosnost na plášti piloty:

Zkrácení účinné délky piloty $L_p = 1.36$ m

Hloubka [m]	Mocnost [m]	β_d [°]	c_{ud} [kPa]	g [kN/m ³]	g_{R2} [-]	f_s [kPa]	R_{si} [kN]
0.15	0.15	20.00	10.00	18.50	1.00	10.33	5.31
0.65	0.50	20.00	10.00	9.00	1.00	11.19	19.18
3.15	2.50	32.00	0.00	8.50	1.00	6.99	59.90
4.95	1.80	21.00	25.00	11.00	1.00	34.58	213.32
5.95	1.00	21.00	25.00	11.00	1.00	38.42	131.67
6.95	1.00	21.00	25.00	11.00	1.00	41.16	141.07
8.45	1.50	21.00	25.00	11.00	1.00	44.59	229.23
10.64	2.19	24.00	25.00	11.00	1.00	53.36	401.32

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Zatížení č. 1)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1201.01$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 2371.71$ kN

Únosnost piloty $R_c = 3572.71$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 2295.00$ kN

$R_c = 3572.71$ kN > 2295.00 kN = V_d

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
1	0.00	0.65	0.65	8.18	46.00	20.00
2	0.65	3.15	2.50	16.83	62.00	16.00
3	3.15	4.95	1.80	16.83	62.00	16.00
4	4.95	5.95	1.00	8.18	46.00	20.00
5	5.95	6.95	1.00	8.18	46.00	20.00
6	6.95	8.45	1.50	12.96	97.00	108.00
7	8.45	11.95	3.50	26.34	97.00	108.00
8	11.95	12.00	0.05	15.00	20.00	20.00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1.00$

Limitní sedání piloty $s_{lim} = 25.0$ mm

Regresní součinitel $e = 988.00$

Regresní součinitel $f = 1084.00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 1933.98$ kN
 Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 879.60$ kPa
 Průměrné plášťové tření $q_s = 61.07$ kPa
 Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 17.20$ MPa
 Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.26$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.15$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.00$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 0.89$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]	Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0.0	0.00	15.0	2475.39
2.5	1010.57	17.5	2653.50
5.0	1429.17	20.0	2756.29
7.5	1750.36	22.5	2859.08
10.0	2021.15	25.0	2961.87
12.5	2259.71		

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 2630.34$ kN

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 16.9$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty $R_{bu} = 1027.89$ kN

Celková únosnost $R_c = 2961.87$ kN

Pro zatížení $Q = 1358.00$ kN je sednutí piloty 4.5 mm

Posouzení čís. 1

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.

Průběhy vnitřních sil a deformace piloty

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - maximální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	3.60	0.56	6.30	60.00	0.00
0.60	3.50	3.26	0.56	9.38	55.68	34.68
1.20	4.50	2.93	0.55	14.09	46.77	65.37
1.80	6.75	2.60	0.53	17.57	35.57	90.00
2.40	9.00	2.29	0.52	20.59	21.71	107.10
3.00	11.25	1.98	0.49	17.55	6.15	115.35
3.15	11.81	1.91	0.49	15.59	5.58	115.50
3.60	3.89	1.69	0.47	9.71	3.87	115.96
4.20	3.89	1.42	0.45	5.51	8.22	112.29
4.80	3.89	1.15	0.43	4.48	11.82	106.24
4.95	3.89	1.09	0.42	4.24	12.53	104.25
5.40	3.89	0.90	0.41	3.50	14.69	98.26
5.95	3.89	0.68	0.39	2.65	16.69	89.55
6.00	3.89	0.66	0.39	2.57	16.87	88.75
6.60	3.89	0.43	0.38	1.67	18.40	78.14
6.95	3.89	0.30	0.37	1.17	18.92	71.53
7.20	3.89	0.21	0.36	0.81	19.29	66.80
7.80	3.89	0.01	0.35	0.02	19.57	55.12
8.40	3.89	0.21	0.34	0.92	19.26	43.44
9.00	5.56	0.42	0.33	2.14	18.19	32.17
9.60	5.56	0.62	0.33	3.42	16.12	21.84
10.20	5.56	0.81	0.33	4.52	13.26	12.99
10.80	5.56	1.01	0.32	5.60	9.62	6.08
11.40	5.56	1.20	0.32	6.68	5.20	1.60
11.95	5.56	1.38	0.32	7.67	0.43	0.13
12.00	5.56	1.40	0.32	7.76	0.00	0.00

Průběh deformací a vnitřních sil po pilotě - minimální hodnoty:

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
0.00	0.00	-3.60	-0.56	-6.30	-60.00	-0.00
0.65	3.79	-3.23	-0.56	-9.77	-54.94	-37.24
1.20	4.50	-2.93	-0.55	-14.09	-46.77	-65.37
1.80	6.75	-2.60	-0.53	-17.57	-35.57	-90.00
2.40	9.00	-2.29	-0.52	-20.59	-21.71	-107.10
3.00	11.25	-1.98	-0.49	-17.55	-6.15	-115.35
3.60	3.89	-1.69	-0.47	-9.71	-3.87	-115.96
4.20	3.89	-1.42	-0.45	-5.51	-8.22	-112.29
4.80	3.89	-1.15	-0.43	-4.48	-11.82	-106.24
5.40	3.89	-0.90	-0.41	-3.50	-14.69	-98.26
5.95	3.89	-0.68	-0.39	-2.65	-16.69	-89.55

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
6.00	3.89	-0.66	-0.39	-2.57	-16.87	-88.75
6.60	3.89	-0.43	-0.38	-1.67	-18.40	-78.14
6.95	3.89	-0.30	-0.37	-1.17	-18.92	-71.53
7.20	3.89	-0.21	-0.36	-0.81	-19.29	-66.80
7.80	3.89	-0.01	-0.35	-0.02	-19.57	-55.12
8.40	3.89	-0.21	-0.34	-0.92	-19.26	-43.44
9.00	5.56	-0.42	-0.33	-2.14	-18.19	-32.17
9.60	5.56	-0.62	-0.33	-3.42	-16.12	-21.84
10.20	5.56	-0.81	-0.33	-4.52	-13.26	-12.99
10.80	5.56	-1.01	-0.32	-5.60	-9.62	-6.08
11.40	5.56	-1.20	-0.32	-6.68	-5.20	-1.60
11.95	5.56	-1.38	-0.32	-7.67	-0.43	-0.13
12.00	5.56	-1.40	-0.32	-7.76	-0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

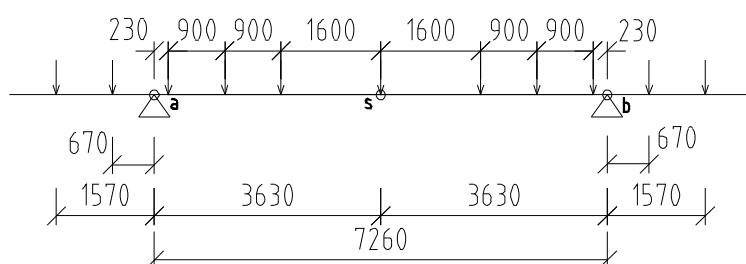
Max.deformace piloty = 3.6 mm
Max.posouvající síla = 60.00 kN
Maximální moment = 115.96 kNm

Dimenzace výztuže:

Vyztužení - 16 ks profil 20.0 mm; krytí 100.0 mm
Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota
Stupeň vyztužení $\rho = 0.444 \% > 0.250 \% = \rho_{\min}$
Zatížení : $N_{Ed} = -2295.00$ kN (tlak) ; $M_{Ed} = 115.96$ kNm
Únosnost : $N_{Rd} = -17220.27$ kN; $M_{Rd} = 870.06$ kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

Základ



Reakcie v jednotlivých pilótach pre zaťaženie

$N_{\max} = 19492.62$ kN, $M_{po} = 11920.12$ kNm, $M_{pr} = 4250.613$ kNm

	1		2		3		4		5		6		7	
	5.2	4.3	3.4	2.5	1.6	0	-1.6	-2.5	-3.4	-4.3	-5.2		Σ	
1.6	1871		1835		1799	1767	1736		1700		1664		12372	
0		1232		1196		1147		1097		1061				
-1.6	663		615		568	526	484		436		389			
ΣF	2533	1232	2450	1196	2367	3440	2219	1097	2136	1061	2053		21786	

Výpočet reakcií Ra a Rb

r	8.83	7.93	7.03	6.13	5.23	3.63	2.03	1.13	0.23	-0.67	-1.57	Ra/7.26
$\Sigma F \times r$	22368	9770	17225	7333	12380	12487	4505	1240	491	-711	-3224	11551 kN

$$R_b = 21786 - 11551 = 10234 \text{ kN}$$

Výpočet reakcií Ma a Ms – pozdĺžny smer

r	1.57	0.67	Ma									
$\Sigma F \times r$	-3977	-825	-4803 kNm			spodný						
r	-5.2	-4.3	-3.4	-2.5	-1.6	3.63	Ms					
$\Sigma F \times r$	-13173	-5298	-8330	-2991	-3787	41932	8353 kNm		horný			
Qal	2533	1232	3765									
Qap		-7786 kN	-5336	-4140	-1773	1667	3886	4983	7120			
									-3115	-2053		

Priečny smer

$$M_{pr} = 12372 \times 2.35 = 29075 \text{ kN} \Rightarrow M_{pr} = \frac{29075}{11.9} = -2443 \text{ kNm/bm (spodný povrch)}$$

$$Q_{pr} = 12372 \text{ kN} \Rightarrow Q_{pr} = \frac{12372}{11.9} = 1040 \text{ kN/bm}$$

Podpera - základ- minimálny moment - spodný povrch

M_{ed}	0.48 MNm	oceľ B500	
V_{ed}	7.786 MN	f_{yk}	500
betón 25/30		$f_{yd} = f_{yk}/1.15$	435
f_{cd}	16,67 MPa		
f_{ctm}	2.6 MPa		

prierez

h	1.5 m		
d	1.3315 m		
b	4.75 m		
krytie	c	140 mm	
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	25 A _s	0.000491 m ²
rameno vnútorných síl			
z=	0.85d	1.132 m	
$\rho_{min} =$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0014 > 0.0013	
		0.008551 m ²	85.51
$A_{smin} =$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$		cm ²
$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.657 m	

$A_{smax} =$	$x_{Blim} * b * f_{cd} / f_{yd}$	0.119643 m ²	1196.43	cm ²
$x_B =$	$d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})}$	0.005 < x_{lim}	0.657	m
$A_{sreq} =$	$x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$	8.306 < A_{smin}	85,51	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ		40		
$\tan\theta$		0.8391		
$\cot\theta$		1.191754		
$F_{tdl} =$	$V_{ed2} * \cot\theta$	9.279	MN	
$A_s =$	$0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$	71.139	cm ²	
A_{sM+Q}	85,51	cm ²		
	f25/200	A_s	115.39 cm²	> 85,51 cm²
				< 1196,43 cm²

Posúdenie šmyku a návrh šmykovej výstuže

d	1.3315	V_{2RDmax}	7.786
b	4.75		
krytie	c	50	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	32 A_s	0.000804
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201

účinná výška prierezu

$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_s$	82
$d =$	$h - d_1$	1.2495

rameno vnútorných síl

$z =$	$0.85d$	1.062
-------	---------	-------

návrhové hodnoty materiálových charakteristík

f_{ck}	25	C25/30
f_{cd}	$f_{ck} / 1.5$	16,67
v	$0.6 * (1 - f_{ck} / 250)$	0.528
f_{yk}	500	B500B
$f_{yd} = f_{ywd}$	f_{yw} / γ_s	434.78
θ		40
$\tan\theta$		0.8391
$\cot\theta$		1.191754

V_{2RDmax}	$z * b * n * f_{cd} / (\tan\theta + \cot\theta)$	22,36	MN	> 7.786 MN
--------------	--	-------	----	----------------------

Návrh šmykovej výstuže

šírka strmeňa b_w

b_w		1 m		
A_{sw}	15*Ast	0.003015 m ²		15f16
s_a	$A_{sw} * f_{yd} * \cot\theta / V_{ed}$	0.201 m	návrh	0.2 m
ρ_{wmin}	$0.08 * (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.0008		
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b_w$	0.015075	>	0.0008
kontrola minimálneho % vystuženia				
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b_w$	1.003232	>	0.015075
V_{RDS}	$f_{ywd} * A_{sw} / s * z * \cot\theta$	8.296	>	7.786 MN

Podpera - základ - maximálny moment - horný povrch

M_{ed}	8.353 MNm	oceľ	B500	
betón 25/30		f_{yk}		500
f_{cd}	16,667 MPa	$f_{yd} =$	$f_{yk} / 1.15$	435
f_{ctm}	2.6 MPa			

prierez

h	1.5 m			
d	1.37 m			
b	4.75 m			
krytie	c		100	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	28 A_s	0.000804 m ²	
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201 m ²	

účinná výška prierezu

$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_s$	130 mm		
$d =$	$h - d_1$	1.37 m		
rameno vnútorných síl				
$z =$	0.85d	1.165 m		
$\rho_{min} =$	$0.26 * f_{ctm} / f_{yk}$	0.0014	> 0.0013	
$A_{smin} =$	$\rho_{min} * b * d$	0.008798 m ²		87,98 cm ²
$x_{Blim} =$	$560 * d / (700 + f_{yd})$	0.676 m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} * b * f_{cd} / f_{yd}$	0.123102 m ²		1231,02 cm ²
$x_B =$	$d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})}$	0.079	< x_{lim}	0.676 m
		$\min(x_B; x_{lim})$	0.0676 m	
$A_{sreq} =$	$x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$	144,413	> A_{smin}	87,98
	f32/200	A_s	188.94 cm²	>
				144,41 cm ²
				<
				1231,02 cm ²

Podpera - základ - priečný smer - spodný povrch

M_{ed}	2.443 MNm	oceľ B500	
V_{ed}	1.04 MN	f_{yk}	500
betón 25/30		$f_{yd} =$	$f_{yk}/1.15$ 435
f_{cd}	16,67 MPa		
f_{ctm}	2.6 MPa		

prierez

h	1.6 m		
d	1.468 m		
b	1 m		
krytie	c	100	
pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	32 A_s	0.000804 m ²
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201 m ²

účinná výška prierezu

$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_s$	132 mm
$d =$	$h - d_1$	1.468 m

rameno vnútorných síl

$z =$	$0.85d$	1.248 m
$\rho_{min} =$	$0.26 * f_{ctm} / f_{yk}$	0.0014 > 0.0013
$A_{smin} =$	$\rho_{min} * b * d$	0.001985 m ² 19,85 cm ²
$x_{Blim} =$	$560 * d / (700 + f_{yd})$	0.724 m
$A_{smax} =$	$x_{Blim} * b * f_{cd} / f_{yd}$	0.02777 m ² 277,70 cm ²
$x_B =$	$2 * M_{ED} / (b * f_{cd})$	0.103 < x_{lim} 0.724 m
		$\min(x_B; x_{lim})$ 0.086 m
$A_{sreq} =$	$x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000$	39.674 > A_{smin} 19,85
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku		
θ		40
$\tan \theta$		0.8391
$\cot \theta$		1.191754

priečna sila

$F_{tdl} =$	$V_{ed2} * \cot \theta$	1.239 MN
$A_s =$	$0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$	9.502 cm ²
A_{sM+Q}	48.93 cm ²	
	f32/150	A_s 53.546 cm² > 49,18 cm²
		< 277,70 cm²

Posúdenie šmyku a návrh šmykovej výstuže

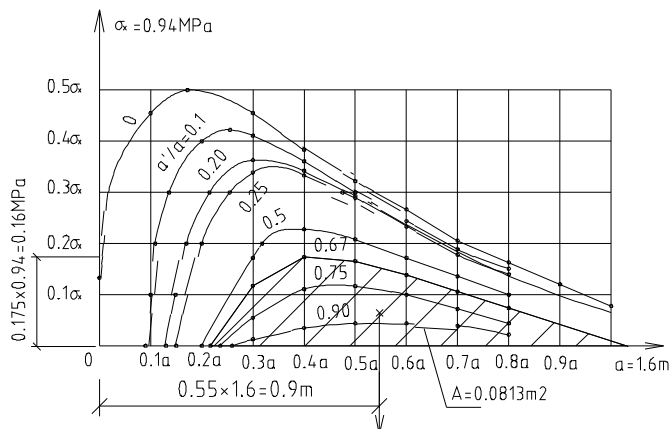
d	1.468		V _{2RDmax}	1.04
b	1			
krytie		c	50	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch		φs	32 A _s	0.000804
šmyková výstuž		φst	16 A _{st}	0.000201
účinná výška prierezu				
d1=	c+φst+0.5*φs	82		
d=	h-d1	1.386		
rameno vnútorných síl				
z=	0.85d	1.178		
návrhové hodnoty materiálových charakteristík				
fck	25	C25/30		
fcd	fck/1.5	16,67		
v	0.6*(1-fck/250)	0.528		
f _{yk}	500	B500B		
f _{yd} =f _{ywd}	f _{yw} /γ _s	434.78		
θ	40			
tanθ	0.8391			
cotθ	1.191754			
V_{2RDmax}	z*b*n*fcd/(tanq+cotq)	5,22	MN	> 1.04

Návrh šmykovej výstuže

šírka strmeňa b_w

b _w	1	m		
A _{sw}	5*A _{st}	0.001005	m ²	5f16
s _a	A _{sw} *f _{yd} *cotθ/V _{ed}	0.501	m	návrh 0.4 m
ρ _{wmin}	0.08*(f _{ck}) ^{1/2} /f _{yk}	0.0008		
r _{sw}	A _{sw} /s _a /b _w	0.002513	>	0.0008
kontrola minimálneho % vystuženia				
r _{sw}	A _{sw} /s _a /b _w	1.25179	>	0.002513
V _{RDS}	f _{ywd} *A _{sw} /s*z*cotθ	1.534	>	1.04 MN

Priečne ťahy základ – pilóta $R_{max} = 1,88 \text{ MN}$



$$\frac{a'}{a} = \frac{1.2}{1.6} = \mathbf{0.75}$$

$$\sigma_x = \frac{Z}{A} = \frac{1.88}{p \cdot 0.8^2} = \mathbf{0.94 \text{ MPa}}$$

$$\sigma_y = 0.175 \times 0.94 = 0.16 \text{ MPa}$$

$$Z = 0.0813 \times 1.6 \times 0.94 = \mathbf{0.123 \text{ MN}}$$

$$A_{sreqr} = \frac{0.123 \times 0.20 \times 1}{435} \times 10000 = 0.57 \text{ cm}^2 \text{ } \mathbf{P \text{ fR12/200mm, } Fa = 1.13 \text{ cm}^2}$$

Posouzení plošného základu

Vstupní data

Geológia ako pri posúdení pilóty

Založení

Typ základu: centrická patka

Hĺbka od pôvodného terénu $h_z = 3.38 \text{ m}$

Hĺbka základovej spáry $d = 3.38 \text{ m}$

Tloušťka základu $t = 1.60 \text{ m}$

Sklon upraveného terénu $s_1 = 0.00^\circ$

Sklon základovej spáry $s_2 = 0.00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základom = 20.00 kN/m^3

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 4.64 \text{ m}$

Šířka patky $y = 4.70 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 1.00 \text{ m}$

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 1.00 \text{ m}$

Objem patky = 34.89 m^3

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 23.00 \text{ kN/m}^3$

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

Beton : C 30/37

Válcová pevnost v tlaku

$f_{ck} = 30.00 \text{ MPa}$

Pevnost v tahu

$f_{ctm} = 2.90 \text{ MPa}$

Modul pružnosti

$E_{cm} = 33000.00 \text{ MPa}$

Ocel podélná : B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Ocel příčná: B500

Mez kluzu

$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$

Zatížení

Číslo	Zatížení		Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
	nové	změna							
1	ANO		Zatížení č. 1	Návrhové	9000.00	0.00	2833.00	0.00	0.00

Součinitelé redukce zatížení (F)	Souč.	Nepříznivé [-]	Příznivé [-]
Stálé zatížení	γ_G	1.35	1.00

Součinitelé redukce odporu (R)	Souč.	[-]
Součinitel redukce svislé únosnosti	γ_{Rvs}	1.40
Součinitel redukce vodorovné únosnosti	γ_{Rhs}	1.10

DimenzováníPosouzení patky na protlačení

Normálová síla v sloupu = 9000.00 kN

Tlaková diagonála na obvodu sloupu

Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 412.69 kN
 Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 8587.31 kN
 Uvažovaný obvod sloupu $u_0 = 4.00 \text{ m}$
 Smykové napětí na obvodu sloupu $v_{Ed,max} = 2.21 \text{ MPa}$
 Únosnost tlakové diagonály na obvodu sloupu $v_{Rd,max} = 5.28 \text{ MPa}$

Kritický průřez bez smykové výztuže

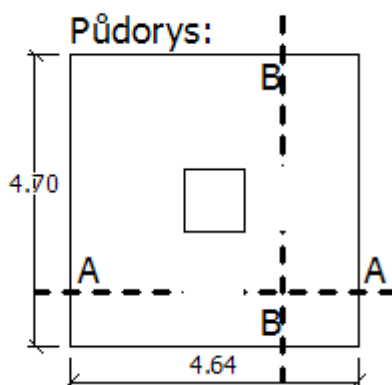
Síla přenesená roznášením do zákl. půdy = 3553.83 kN
 Síla přenášená smykovou pevností ŽB = 5446.17 kN
 Vzdálenost průřezu od sloupu = 0.74 m
 Délka průřezu $u_{cr} = 8.97 \text{ m}$
 Smykové napětí na průřezu $v_{Ed} = 0.85 \text{ MPa}$
 Únosnost nevyztuženého průřezu $v_{Rd,c} = 1.30 \text{ MPa}$

$v_{Ed} < v_{Rd,c} \Rightarrow$ Výztuž není nutná

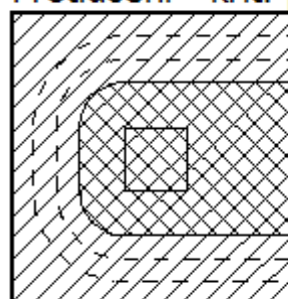
Patka na protlačení VYHOVUJE

Název : Dimenzováni

Fáze : 1; Dimenzace : 1



Protlačení - krit. průřez:



plocha zat., které
ŽB přenesse smykem
plocha: 8.61E+00m²

kritický průřez
délka: 8.97m

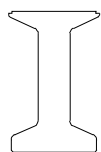
kontrolované průřezy

Návrh mostného záveru

- teplota

Hodnoty sú uvažované Tmax a Tmin boli odčítané podľa národnej prílohy normy STN EN 1991-1-1-5.

$$T_{min} = -26^{\circ}\text{C}, \quad T_{max} = +40^{\circ}\text{C}$$



Area: 0.495m²
Perimeter: 4.624m

Rovnomerné zložky teploty mosta sú odčítané z obr.6.1 normy. STN EN 1991-1-1-5/AC.

$$T_{e,min} = -26 + 4 = -22^{\circ}\text{C} \quad T_{e,max} = 40 + 4 = +44^{\circ}\text{C} \quad T_0 = 10^{\circ}\text{C}$$

Zaťaženie pre pohyb dilatačných zariadení:

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty – **skrútenie**:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} + 10^{\circ}\text{C} \quad \Delta T_{N,con} = 10^{\circ}\text{C} + 22^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C} = 42^{\circ}\text{C}$$

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty – **predĺženie**:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 + 20^{\circ}\text{C} = 44^{\circ}\text{C} - 10^{\circ}\text{C} + 10^{\circ}\text{C} = 44^{\circ}\text{C}$$

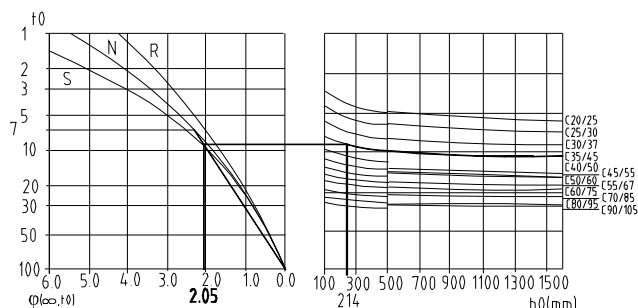
Pri teplotnej osi pevné ložisko podpera 3, L1 = 50.6 m, L2 = 22.8 m a pri tepelnej rozťažnosti $\Delta T = 1.10^{-5} 1/^{\circ}\text{C}$, skrútenie N.K. je 21 (10) mm a predĺženie 22 (10) mm.

Dotvarovanie

Hodnoty sú uvažované podľa národnej prílohy a normy EN 1992-1-1.

$$E_c = 1,05 \times E_{cm} = 1,05 \times 34 = 35,7 \text{ GPa}$$

Náhradná výška $h_0 = 2 \times \frac{A_c}{u} = 2 \times \frac{0.495 \times 10^6}{4.624^3} = 214 \text{ mm}$



VONKAJŠIE PODMIENKY Rh= 80% PRE BETÓN ZA BEŽNÝCH ENVIROMENTÁLNYCH PODMIENOK

Pretvorenie betónu $\epsilon_{cc}(\infty, t_0) = \varphi(\infty, t_0) \times \frac{\sigma_c}{E_c} = 2.05 \times \frac{5}{35700} = 0,00029$

$\Delta L_{1d} = \epsilon_{cc}(\infty, t_0) \times L_1 = 0,00029 \times 50600 = 15 \text{ mm}$

$\Delta L_{2d} = \epsilon_{cc}(\infty, t_0) \times L_2 = 0,00029 \times 22800 = 7 \text{ mm}$

Zmrašťovanie

$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca}$

Kde ϵ_{cd} (zmrašťovanie z vysychania) podľa

$$\beta_{ds}(t, t_s) = \frac{(t - t_s)}{(t - t_s) + 0,04 \sqrt{h_0^3}} = \frac{(36500 - 7)}{(36500 - 7) + 0,04 \sqrt{214^3}} = 1$$

$k_h = 0,85$ - koeficient závislý od náhradnej výšky podľa STN EN 1992-1-1, str.32, tab.3.3

$\epsilon_{cd,0} = 0,026\%$ - podľa STN EN 1992-1-1, str.32, tab.3.2

Pomerné pretvorenie od zmrašťovania

$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \times k_h \times \epsilon_{cd,0} = 1 \times 0,85 \times 0,00026 = 0,000221$

$\beta_{as}(t) = 1 - e^{-0,2\sqrt{t}} = 1 - e^{-0,2\sqrt{36500}} = 1$

Pomerné pretvorenie od autogénneho zmrašťovania

$\epsilon_{ca}(\infty) = 2,5 \times (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = 2,5 \times (35 - 10) \times 10^{-6} = 0,0000625$

$\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \times \epsilon_{ca}(\infty) = 1 \times 0,0000625 = 0,0000625$

Pomerné pretvorenie od zmrašťovania:

$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = 0,000221 + 0,0000625 = 0,000284$

$\Delta L_{1z} = \epsilon_{cs} \times L_1 = 0,000284 \times 50600 = 15 \text{ mm}$

$\Delta L_{2z} = \epsilon_{cs} \times L_2 = 0,00029 \times 22800 = 7 \text{ mm}$

Pohyb mostných záverov

Pri opore č.1: predĺženie: 22 mm, skrátenie: 21 + 15 + 15 = 48, S **73 mm**

Pri opore č.4: predĺženie : 10 mm, skrátenie: 10 + 7 + 7 = 22, S **33 mm**