

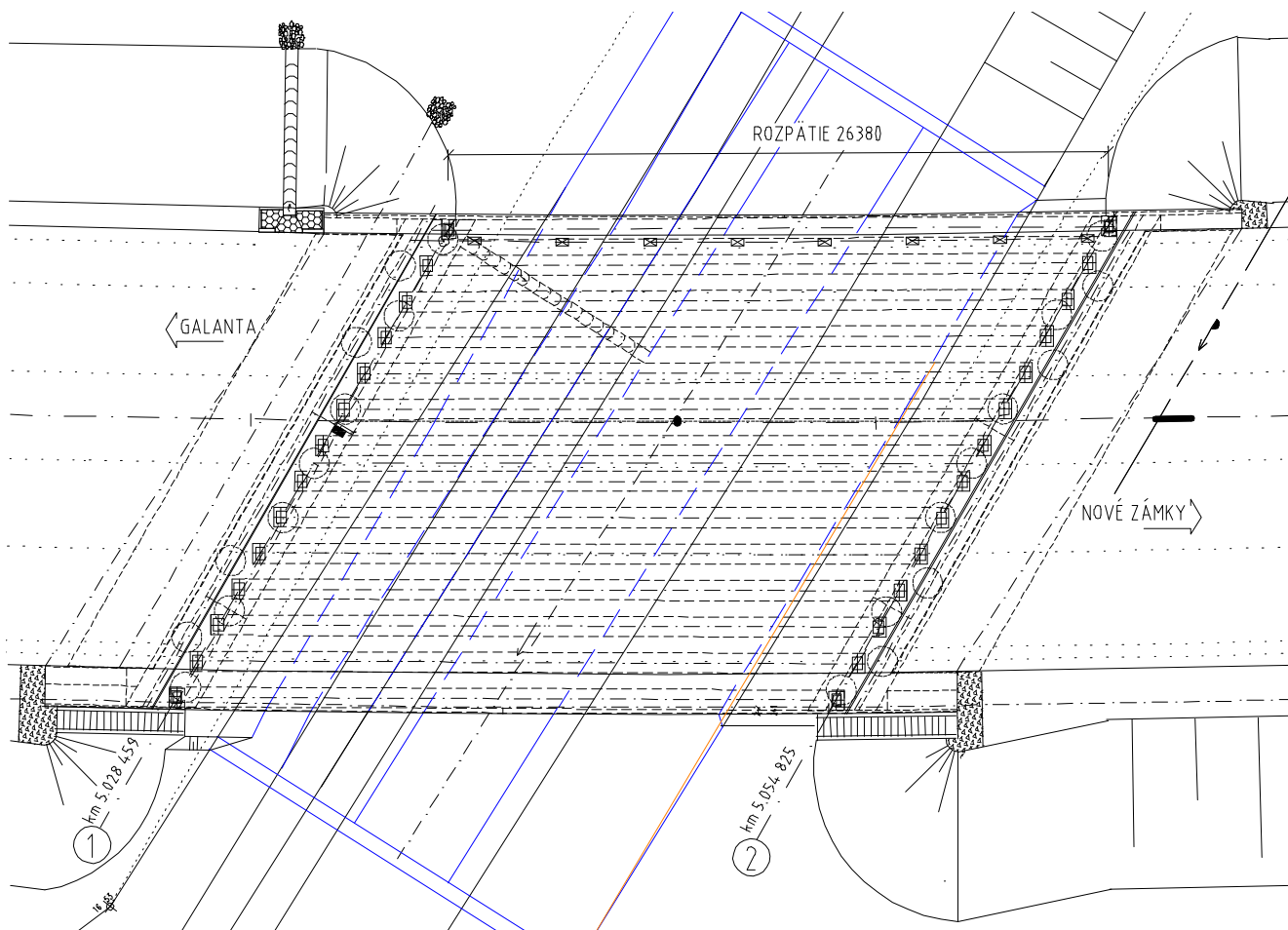
ROZSAH VÝPOČTU

Statický výpočet rieši návrh a posúdenie spodnej stavby mosta.

POPIS KONŠTRUKCIE

Nosná konštrukcia je navrhnutá z predpätých tyčových prefabrikátov spriahnutých zmonolitňujúcou železobetónovou doskou hrúbky od 180mm do 200mm. Prefabrikáty sú uložené na krajných oporách s vejárovitým usporiadaním. Uvažovaná výška nosníkov je 1,25m a dĺžka 27m. Priečný rez je tvorený s prefabrikovanými nosníkmi a spriahajúcou doskou. Nosníkov je 14 ks. Konštrukcia je uložená na elastomérových ložiskách.

Opory sú tvorené železobetónovým úložným prahom na veľkopriemerových pilótach Ø1200mm. Krídla sú železobetónové zavesené, dĺžky 3,25m a hrúbky 0,80m a 0,63m. Horná hrana úložného prahu je odstupňovaná v troch výškových úrovniach. Opory sú vzhľadom na os cesty šikmé pod uhlom 59,82° -opora č.1, 59,28°-opora č.2. Most je šikmý, jednopoložový s priemerným rozpätím v osi cesty 26,375m. Celková dĺžka mosta je 36,565m.



VÝPOČET REAKCIÍ NA SPODNÚ STAVBU

MODEL

Model je tvorený ako dosková konštrukcia s prefabrikovanými nosníkmi v programe STRAP. Nosníky sú nad podperami prepojené priečnikmi hrúbky 0,9m pri opore č.1 a 0,75m pri opore č.2. Zaťažením krajných nosníkov a priťažením v poli v najnepriaznivejšej polohe dostaneme z priečného roznosu nosníkov príslušné reakcie na návrh spodnej stavby mosta. Doska je zadaná ako orthotropná, nosná len v priečnom smere.

Betón spriahajúcej dosky je **C35/45**, s nasledovnými charakteristikami podľa STN EN 1992-1-1:

f_{ck}	$f_{ck,cube}$	f_{cm}	f_{ctm}	$f_{ctk0,05}$	$f_{ctk0,95}$	E_{cm}
[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[GPa]
35	45	43	3.2	2.2	4.2	34

Betón opory je **C30/37**, s nasledovnými charakteristikami podľa STN EN 1992-1-1:

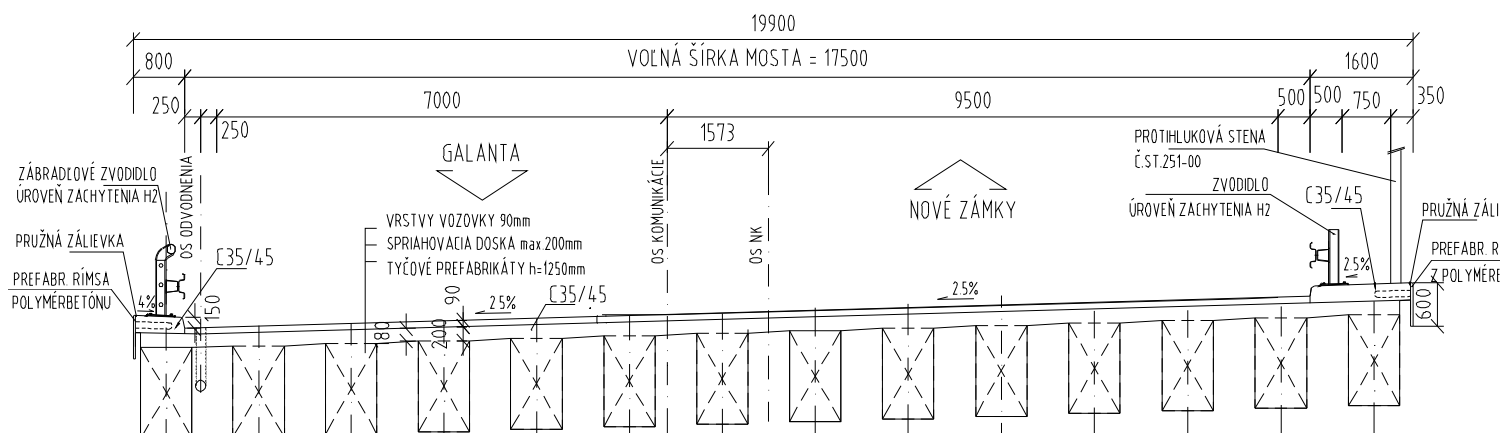
f_{ck}	$f_{ck,cube}$	f_{cm}	f_{ctm}	$f_{ctk0,05}$	$f_{ctk0,95}$	E_{cm}
[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[MPa]	[GPa]
30	37	38	2.9	2.0	3.8	32

Výstuž **B500B**, s nasledovnými charakteristikami podľa STN EN 1992-1-1:

$f_{yk} = 500$ MPa, $E_s = 200$ GPa.

ZAŤAŽENIE

STÁLE ZAŤAŽENIE



Vlastná tiaž je vypočítaná za predpokladu objemovej hmotnosti betónu $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$
 Predpokladaná plocha nosníkov je $0,3894 \text{ m}^2$
 Predpokladaná tiaž nosníkov $25 \times 0,3894 = 9,74 \text{ kN/m}$
 Priemerná hrúbka spriahajúcej dosky v priečnom smere je $0,19 \text{ m}$
 Tiaž spriahajúcej dosky $25 \times 0,19 = 4,75 \text{ kN/m}^2$

Ostatné stále zaťaženie

Zvodidlo		$2 \times 0,6 \text{ kN/m}$
Rímsa 1,6m a 0,8m	$0,26 \times 25 =$	$2 \times 6,5 \text{ kN/m}^2$
Konzola ríms	$0,26 \times 25 \times 0,175 =$	$2 \times 1,14 \text{ kN}$
Rímsa pref.	$0,04 \times 0,6 \times 25 =$	$2 \times 0,6 \text{ kN/m}$
Protihluková stena		$2,1 \text{ kN/m}$
Vozovka hr. 90mm	$0,09 \times 24 =$	$2,16 \text{ kN/m}^2$

TEPLOTA

Hodnoty sú uvažované podľa národnej prílohy normy EN 1991-1-1-5/oprava AC

Rovnomerné zložky sú odčítané z obr.6.1 normy.

Zaťaženie pre pohyb dilatačných zariadení:

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty – **skrátene**:

$$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} + 20^\circ\text{C}$$

Charakteristická hodnota maximálneho rozsahu zložky rovnomernej teploty – **predĺženie**:

$$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 + 20^\circ\text{C}$$

		$L =$	$27,91 \text{ m}$
$T_{min} =$	-26°C	$T_{max} =$	40°C
$T_{e,min} =$	-22°C	$T_{e,max} =$	44°C
$T_0 =$	10°C		
skrátene			
$\Delta T_{N,con} = T_0 - T_{e,min} + 20^\circ\text{C}$		$\Delta T_{N,con} =$	52°C
predĺženie		$\Delta T_{N,exp} =$	54°C
$\Delta T_{N,exp} = T_{e,max} - T_0 + 20^\circ\text{C}$			
skrátene $\Delta L_T = 1,1 \times 10^{-5} \cdot L \cdot \Delta T_{N,con}$		$\Delta L_{T1} =$	$0,016 \text{ m}$
predĺženie $\Delta L_T = 1,1 \times 10^{-5} \cdot L \cdot \Delta T_{N,exp}$		$\Delta L_{T2} =$	$0,017 \text{ m}$

DOTVAROVANIE

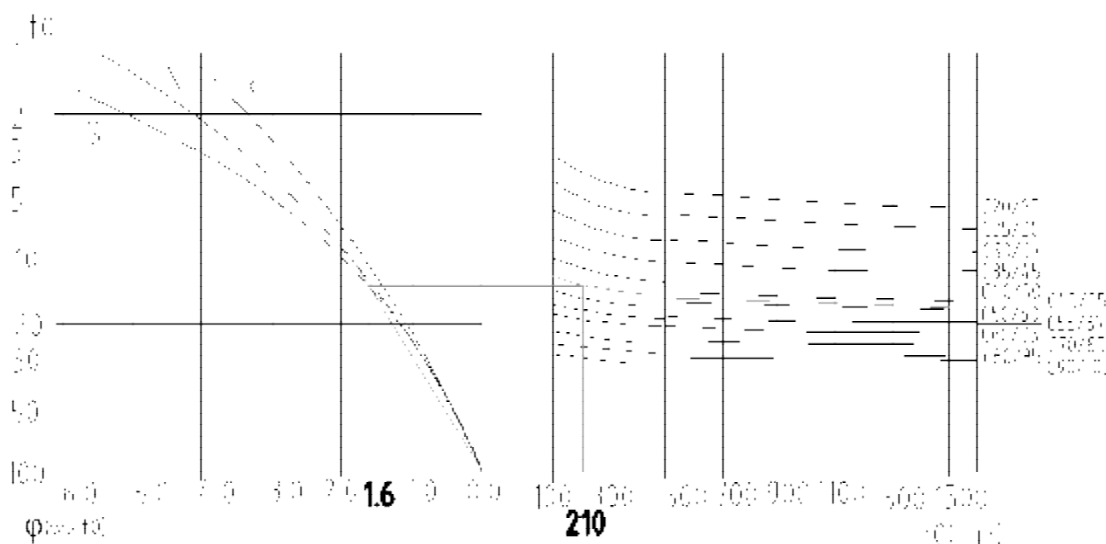
Hodnoty sú uvažované podľa národnej prílohy a normy EN 1992-1-1, str.31.

C45-betón prefabrikátov

$\sigma_c = 0,45 \cdot 45 =$	$20,25 \text{ Mpa}$	$E_c =$	37800 Mpa
$f_{cm}(t) =$	53 MPa	$f_{ck} =$	45 Mpa

pretvorenie betónu od dotvarovania

plocha prierezu $A_c =$	$5,4516 \text{ m}^2$		
obvod vystavený vysychaniu $u =$	$52,948 \text{ m}$		
$h_0 = 2 \cdot A_c / u$	$0,21 \text{ m}$	náhradná výška	
$t =$	10 dni		
$\phi(\infty, t) =$	$1,6 \text{ z grafu}$	nástup zaťaženia	
$\epsilon_{cc}(\infty, t_0) = \phi(\infty, t_0) \cdot (\sigma_c / E_c)$		$\epsilon_{cc}(\infty, t_0) =$	$0,000857$
$\Delta L_d = \epsilon_{cc}(\infty, t_0) \cdot L =$	$0,023923 \text{ m}$		



VÝKRES KONKRETNÝCH KONŠTRUKČIÍ VYTIŇOVANÝ A LEMOVANÝ

ZMRAŠŤOVANIE

$$\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / ((t - t_s) + 0,04 \sqrt{h_0^3}) \quad \beta_{ds}(t, t_s) = 1.000$$

koeficient závislý od náhradnej výšky podľa STN EN 1992-1-1, str.32, tab.3.3

$$k_h = 0.84$$

podľa STN EN 1992-1-1, str.32, tab.3.2

$$\epsilon_{cd,0} = 0.24$$

Pomerné pretvorenie od zmrašťovania

$$\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \cdot k_h \cdot \epsilon_{cd,0} = 0.202$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2t^{0,5}) = 1.000$$

Pomerné pretvorenie od autogénneho zmrašťovania

$$\epsilon_{ca}(\infty) = 2,5(f_{ck} - 10) \cdot 10^{-6} = 0.0000875$$

$$\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \cdot \epsilon_{ca}(\infty) = 0.0000875$$

Pomerné pretvorenie od zmrašťovania:

$$\epsilon_{cs} = \epsilon_{cd} + \epsilon_{ca} = 0.202$$

$$\Delta L_z = \epsilon_{cs} \cdot L / 1000 = 0.0056 \text{ m}$$

CELKOVÉ POHYBY

predĺženie = 0.017 m

skrátenie = 0.046 m

ZAŤAŽENIE VETROM STN EN 1991-1-4

a) nezaťažený most $b/d_{tot} = \text{---} = 3,17$ $c_{fx} = 1,55$
podľa tabuľky NA/N.B.terén I $\Rightarrow v_m(6) = 25,88 \text{ m/s}$
 $q_p(6) = 0,881 \text{ kPa}$

$$C = c_e \times c_{f,x} = q_p(z)/q_b \times c_{f,x} = 1,55 \times 0,881 / (0,5 \times 1,25 \times 24^2 / 1000) = 3,79$$

$$q = \frac{0,5 \times 1,25 \times 25,88^2 \times 3,79}{1000} = 1,59 \text{ kN/m}^2$$

b) tlak na PH stenu:

podľa tabuľky NA/N.B.terén I $\Rightarrow q_p(6) = 0,881 \text{ kPa}$, kap. 7.4.1, tab 7.9 $\Rightarrow c_f = 1,2$

$$q = q_p \times c_s \times c_d \times c_f = 0,881 \times 1,0 \times 1,2 = 1,13 \text{ kN/m}^2$$

Stále zaťaženie:

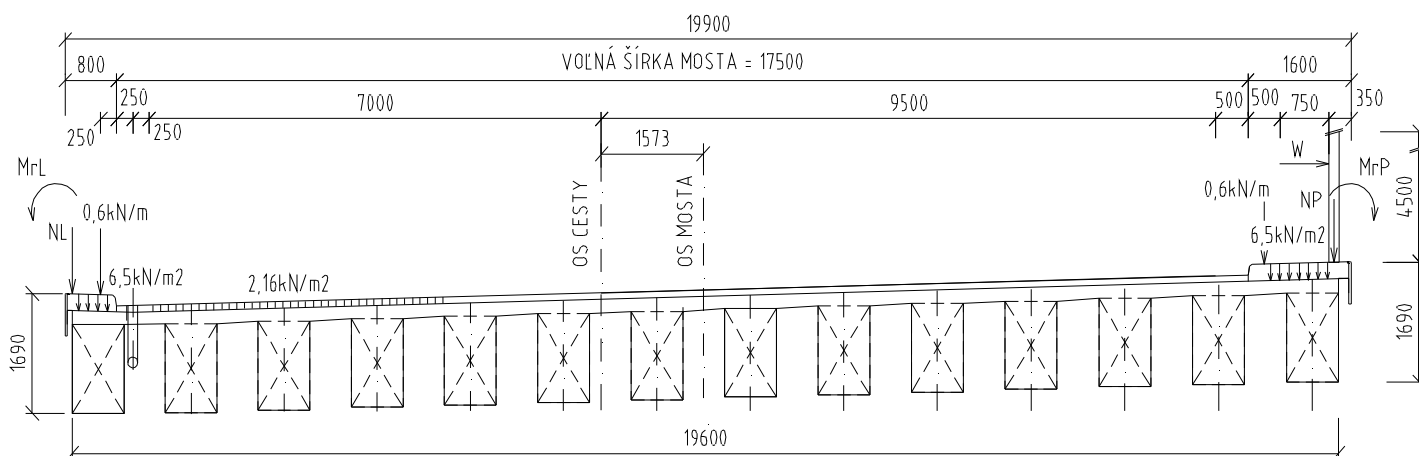
$$NL = 1,14 + 0,6 = 1,74 \text{ kN/m}, NP = 2,1 + 1,14 + 0,6 = 3,84 \text{ kN/m}$$

Vietor protihluková stena:

$$W = 1,59 \times 4,5 = 7,16 \text{ kN/m}$$

$$Mw = 7,16 \times 4,5 \times 0,5 = 16,1 \text{ kNm}$$

$$MrL = MrP = 1,14 \times 0,175 \times 0,5 + 0,6 \times 0,175 = 0,21 \text{ kNm}$$



Účinok vetra v pozdĺžnom smere

Podľa STN EN1991-1-4 čl. 8.3.4 sa sily v smere y uvažuje 25% síl v smere x (priečny smer). Je použitý pri posúdení opôr.

ZAŤAŽENIE DOPRAVOU

Premenné zaťaženia

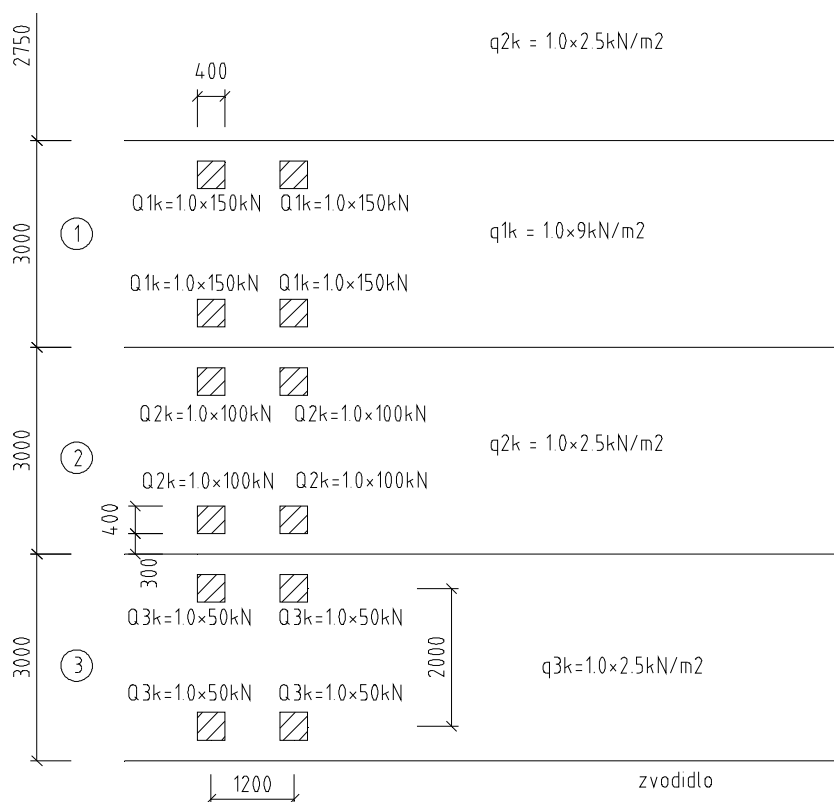
Pohyblivé zaťaženie bude použité na moste tak, aby vyvodilo extrémne namáhanie nosníkov, príp. nadvihnutie z ložísk z hľadiska zošikmenia mosta.

Šírka vozovky pre účely výpočtu zaťaženia $w = 17,5 \text{ m}$ (vzdialenosť medzi zvodidlami). Počet návrhových zaťažovacích pruhov $n = 5$, pri šírke $w_1 = 3,0 \text{ m}$, šírka zvyšnej plochy je $17,5 - 3 \times 3,0 \text{ m} = 8,5 \text{ m}$. Navrhnuté sú tri alternatívy delenia vozovky na zaťažovacie pruhy. Prvá alternatíva je na kraji vľavo, druhá v strede vozovky, tretia na kraji vpravo. Na kraji je uvažované najťažšie vozidlo

150kN, potom 100kN a 50kN. Pri zadávaní zaťaženia v strede dosky je 150kN, vedľa 100kN a z druhej strany 50kN. Na konštrukcii bude použitý zaťažovací model ZM1 a ZM3, (ZM2 je rozhodujúci pre lokálne účinky).

Zaťažovací model ZM1

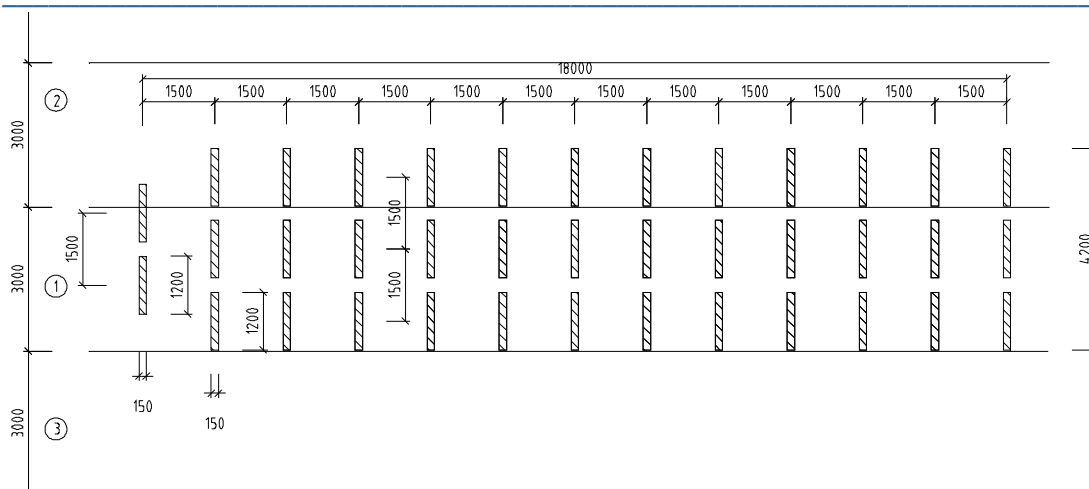
Sústredené a rovnomerne spojité zaťaženia, zahrňujú väčšinu účinkov prevádzky nákladných vozidiel a automobilov. Kategorizačné súčinitele sú prevzaté s STN EN 1991-2/NA Tabuľka 1, pre kategóriu cesty „Diaľnice a rýchlostné cesty“. Kategorizačný súčiniteľ $\alpha = 1,0$. Zaťaženie zahrňuje aj dynamické účinky.



Zaťaženie zahrňuje aj dynamické účinky.

Zaťažovací model ZM3 (zvláštne vozidlá)

Zaťažovací model 3 sa uvažuje podľa prílohy A v STN EN 1991-2. Použité je vozidlo 3000/240, umiestnené v dvoch zaťažovacích pruhoch, a považuje sa za jediné vozidlo. Pohybuje sa rýchlosťou do 5,0km/h, pričom je vylúčená ďalšia doprava.



Zaťažovacie skupiny pre dočasné návrhové situácie

Výpočet neuvažuje s vodorovným silami (brzdne rozjazdové sily, odstredivé a bočné sily).
Zaťažovacie skupiny nie je potrebné vytvárať.

Zaťaženie revízneho chodníka

Uvažované je spojité rovnomerné zaťaženie o intenzite $q_{lk} = 3,0 \text{ kN/m}^2$.

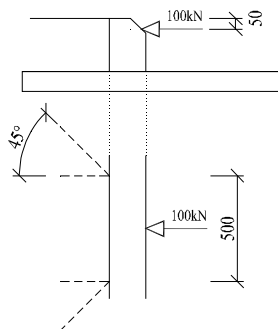
Zaťaženie pre mimoriadne návrhové situácie

Náraz vozidla na zvodidlá

Uvažuje sa s triedou C normy STN EN 1991-2/NA (NA 2.31). $F = 400 \text{ kN}$. Sila pôsobí na pruhu širokom 0,5m.

Náraz vozidla na obrubníky

$F = 100 \text{ kN}$. Sila pôsobí na pruhu širokom 0,5m. Zvislá sila má hodnotu $0,75 \times \alpha_{Q1} \times Q_{1k}$.



KOMBINÁCIE ZAŤAŽENÍ

Kombinácie sú stanovené podľa STN EN 1990, príloha A2.

Návrhové kombinácie

Kombinácie pre návrh výstuže podľa medzného stavu únosnosti (MSÚ).

Trvalá a prechodná návrhová situácia

Súčiniteľ spoľahlivosti pre stále zaťaženia $\gamma_{G,sup,j} = 1,35$, súčiniteľ spoľahlivosti pre premenné zaťaženia dopravou $\gamma_{Q,1} = 1,35$, vozovka pre max účinky má $\gamma_{G,sup}=1,4$, minimálne ($\gamma_{G,inf}=0,8$)

Súčiniteľ spoľahlivosti vlastností materiálov pre betón $\gamma_M = 1,5$, pre výstuž $\gamma_M = 1,15$.

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} (g_{G,sup,j} G_{k,j}) + g_{Q,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} (g_{Q,i} y_{0,i} Q_{k,i}) \right\}$$

Mimoriadna návrhová situácia

Súčiniteľ spoľahlivosti pre stále zaťaženia $\gamma_{G,j} = 1,0$, súčiniteľ spoľahlivosti pre premenné zaťaženia dopravou $\gamma_Q = 1,0$.

Súčiniteľ spoľahlivosti vlastností materiálov pre betón $\gamma_M = 1,2$, pre výstuž $\gamma_M = 1,0$.

$$E_d = E \left\{ \sum_{j \geq 1} (G_{k,j,sup}) + A_d + y_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} (y_{2,i} Q_{k,i}) \right\}$$

Kombinácie pre použiteľnosť

Kombinácie pre návrh výstuže podľa medzného stavu použiteľnosti (MSP).

Charakteristická kombinácia

$$E_d = E \left\{ G_{kj,sup} + Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} y_{0,i} Q_{k,i} \right\}$$

Táto kombinácia je použitá pre kontrolu napätí pre výpočet šírky trhliny.

Častá kombinácia

$$E_d = E \left\{ G_{kj,sup} + y_{1,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} y_{2,i} Q_{k,i} \right\}$$

Skoro-stála kombinácia

$$E_d = E \left\{ G_{kj,sup} + y_{2,1} Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} (y_{2,i} Q_{k,i}) \right\}$$

Menej častá kombinácia

$$E_d = E \left\{ G_{kj, \text{sup}} + y_{1, \text{inf } q} \cdot Q_{k,1} + \sum_{i \geq 2} (y_{1,i} \cdot Q_{k,i}) \right\}$$

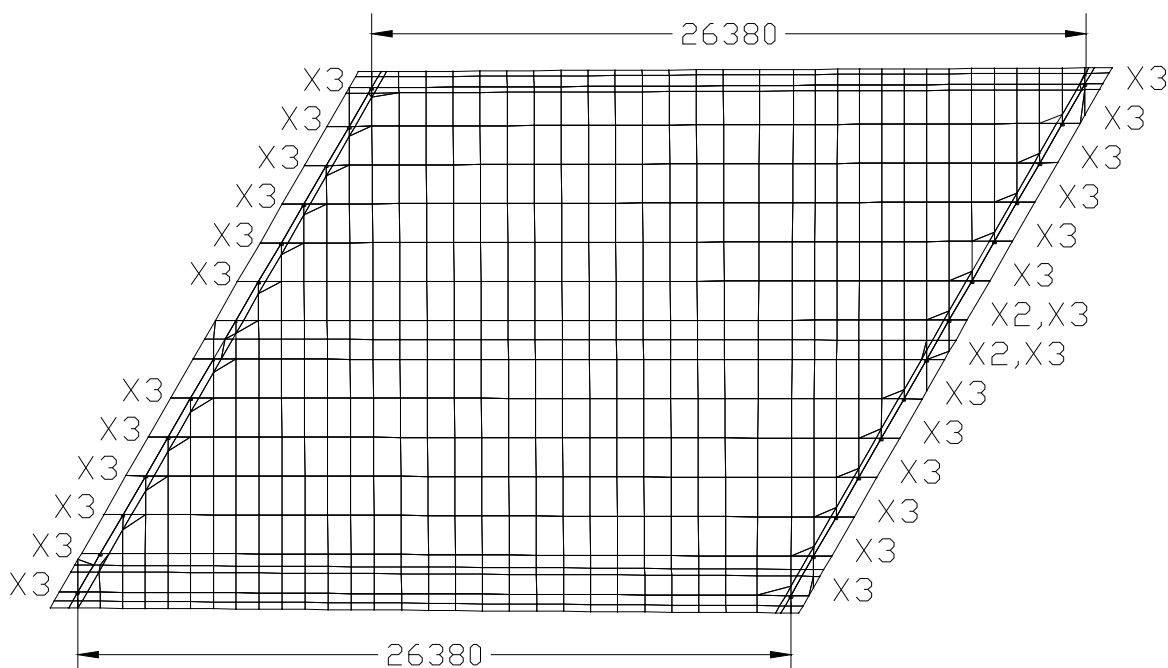
Súčinitele ψ pre cestné mosty

Súčinitele sú uvažované podľa STN EN 1990/A2

LM1	$y_0 = 0,75$	$y_1 = 0,75$	$y_2 = 0,0$
LM3	$y_0 = 0,0$	$y_1 = 0,0$	$y_2 = 0,0$
Vietor	$y_0 = 0,6$	$y_1 = 0,2$	$y_2 = 0,0$
Teplota	$y_0 = 0,6$	$y_1 = 0,6$	$y_2 = 0,5$

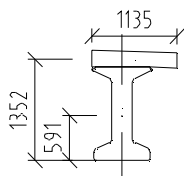
Pre UDL je použitý súčiniteľ hodnotou 0,4.

Model v programe STRAP:



P1

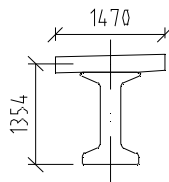
Area: 0.234m²
Perimeter: 2.690m
I: 0.00083636m⁴
J: 0.0253204m⁴



Area: 0.495m²
Perimeter: 4.624m
I: 0.08772m⁴
J: 0.011586m⁴

P2

Area: 0.307m²
Perimeter: 3.359m
I: 0.00111513m⁴
J: 0.05525m⁴



Area: 0.495m²
Perimeter: 4.624m
I: 0.08772m⁴
J: 0.011586m⁴

n E2/E1=34/37

0.9189

P1

plocha

A1 0.495 m²

A2 0.234 m²

celková plocha

A A1+n*A2

0.7100 m²

0.729 m²

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 m⁴

Jy2 0.000836 m⁴

Jy Jy1+n*Jy1+A1*(t-t1)^2+n*A2*(t2-t)^2 **0.175** m⁴

Jx1 0.02532

Jx2 0.011586

Jx **0.036** m⁴

n E2/E1=34/37

0.9189

P2

plocha

A1 **0.495** m²

A2 0.307 m²

celková plocha

A A1+n*A2

0.7771 m²

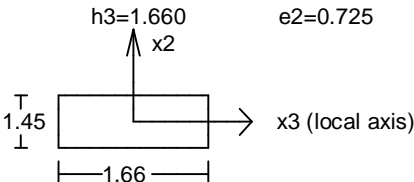
0.802 m²

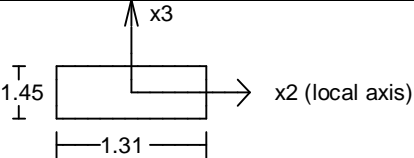
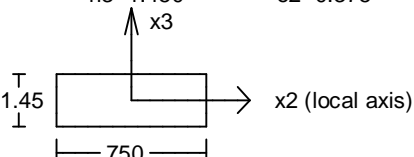
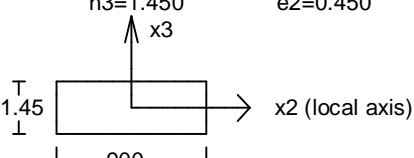
ťažisko

t1	0.591 m
t2	1.354 m
t $(A1*t1+n*A2*t2)/(A1+n*A2)$	0.868 m
momenty zotrvačnosti	
Jy1	0.08772 m4
Jy2	0.001125 m4
Jy $Jy1+n*Jy1+A1*(t-t1)^2+n*A2*(t-t)^2$	0.193 m4
Jx1	0.011586
Jx2	0.055384
Jx	0.062 m4

Vstupné hodnoty materiálov a vlastností materiálov nadefinované v Strape:

MATERIAL TABLE (units - kN meter)						
NO.	Name	Modulus of Elasticity	Poisson ratio	Density	Thermal coefficient	Shear modulus
1	CONC	0.3000E+08	0.150	0.2400E+02	0.00001000	0.1304E+08
2	STEE	0.2100E+09	0.300	0.7850E+02	0.00001000	0.8077E+08
3	C45	0.3600E+08	0.200	0.2500E+02	0.00001100	0.1500E+08
4	C35	0.3400E+08	0.200	0.2500E+02	0.00001100	0.1417E+08
5	35g0	0.3400E+08	0.200	0.0000E+00	0.00001100	0.1417E+08
6	35t0	0.3400E+03	0.200	0.0000E+00	0.00001100	0.1417E+03

SECTION PROPERTY TABLE (units - meter)					
PROPERTY NO. 1					
Thickness =		0.190			
Material = 5 - 35g0 , 6 - 35t0					
PROPERTY NO. 2					
A=0.7100E+00	I2=0.3600E-01	I3=0.1750E+00	J=0.0000E+00	SF2=0.000	SF3=0.000
Material = 3 - C45					
PROPERTY NO. 3					
A=0.7771E+00	I2=0.6200E-01	I3=0.1930E+00	J=0.0000E+00	SF2=0.000	SF3=0.000
Material = 3 - C45					
PROPERTY NO. 4					
A=0.2407E+01	I2=0.5527E+00	I3=0.4217E+00	J=0.8036E+00	SF2=0.850	SF3=0.850
Material = 4 - C35	Perimeter=6.220				
h2=1.450	h3=1.660	e2=0.725	e3=0.830		
					
PROPERTY NO. 5					
A=0.1899E+01	I2=0.3328E+00	I3=0.2716E+00	J=0.5025E+00	SF2=0.850	SF3=0.850
Material = 4 - C35	Perimeter=5.520				
h2=1.310	h3=1.450	e2=0.655	e3=0.725		

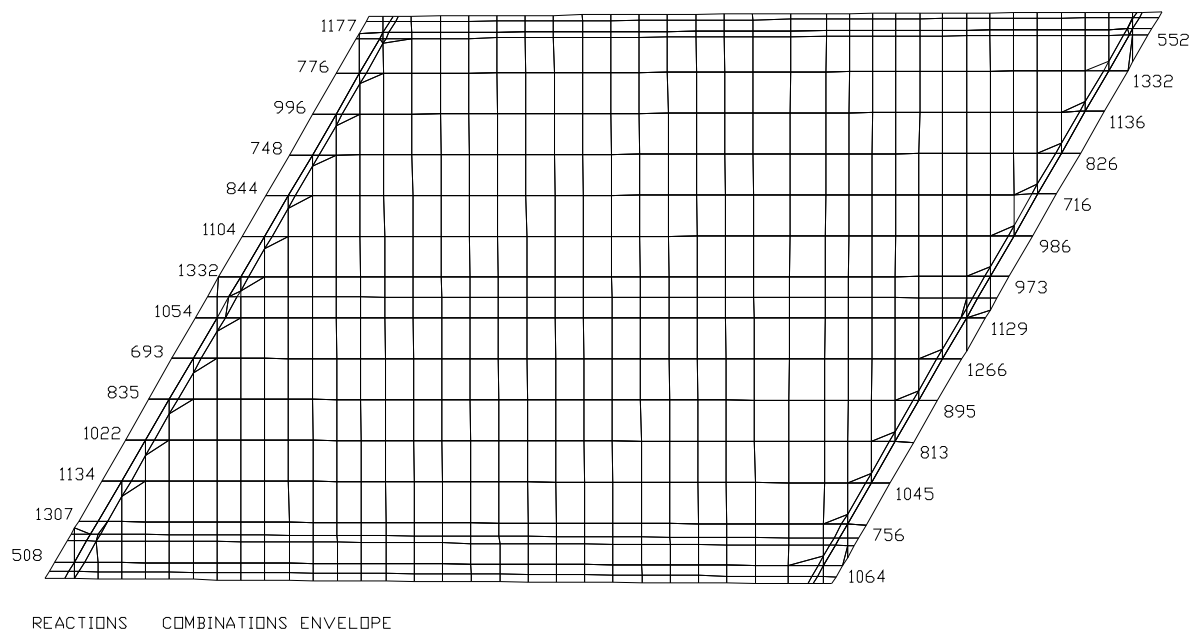
SECTION PROPERTY TABLE (units - meter)				
				
PROPERTY NO. 6				
A=0.1087E+01	I2=0.1905E+00	I3=0.5098E-01	J=0.1379E+00	SF2=0.850
Material = 5 - 35g0	Perimeter=4.400			SF3=0.850
h2=0.750	h3=1.450	e2=0.375	e3=0.725	
				
PROPERTY NO. 7				
A=0.1305E+01	I2=0.2286E+00	I3=0.8809E-01	J=0.2163E+00	SF2=0.850
Material = 5 - 35g0	Perimeter=4.700			SF3=0.850
h2=0.900	h3=1.450	e2=0.450	e3=0.725	
				

LOAD CASES LIST		
no.	no. in results	name
1	1	vlastná tiaž
2	2	stále zaťaženie
3	3	vozovka
4	4	chodník
5	5	LM1 spojite stred
6	6	LM1 voz stred 1
7	7	LM1 voz stred 2
8	8	LM1 voz stred 3
9	9	LM1 voz kraj L1
10	10	LM1 voz kraj L2
11	11	LM1 voz kraj L3
12	12	LM1 spojite krajL
13	13	LM1 spojite krajP
14	14	LM1 voz kraj P1
15	15	LM1 voz kraj P2
16	16	LM1 voz kraj P3
17	17	LM3 1
18	18	LM3 2
19	19	LM3 3

COMBINATIONS TABLE						
Comb.						
1	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.12	+ 5 * 1.35	+ 6 * 1.35
2	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.12	+ 5 * 1.35	+ 8 * 1.35
3	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.12	+ 9 * 1.35	+12 * 1.35
4	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.12	+11 * 1.35	+12 * 1.35
5	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.12	+13 * 1.35	+14 * 1.35
6	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+ 4 * 1.12	+13 * 1.35	+16 * 1.35
7	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+17 * 1.00		
8	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+18 * 1.00		
9	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 3 * 1.40	+19 * 1.00		

Zaťaženie nadefinované v programe STRAP :

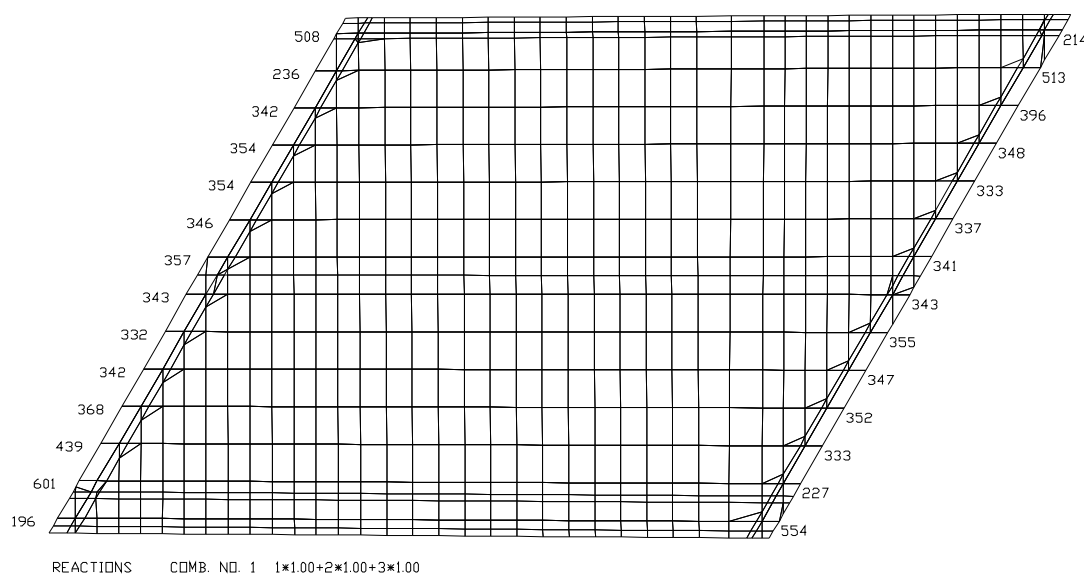
Vlastná tiaž, stále zaťaženie a vozovka, pohyblivé zaťaženie ZM1 a ZM3 a zaťaženie chodníka v priečnom smere. V programe sme zadali náhodilé zaťaženie na ľavú aj pravú stranu nosnej konštrukcie. Výsledné reakcie na ložiská sú spočítané na ľavej aj pravej konzole Čísla uložení v tabuľke sú od 1 po 14, pričom uzol č. 1 označuje krajné ložisko na ľavej strane v smere staničenia.



MAXIMÁLNE REAKCIE Z HORNEJ STAVBY (kN) - NÁVRH LOŽISK (Výpočtové hodnoty)							
číslo	Opora 1			číslo	Opora 2		
	Rvlt+s+v	Rc	Ložiská(MN)		Rvlt+s+v	Rc	Ložiská(MN)
1	688	1177	1,4	1	291	552	1,4
2	321	776	1,4	2	694	1332	1,4
3	464	996	1,4	3	537	1136	1,4
4	480	748	1,4	4	473	826	1,4
5	480	844	1,4	5	451	716	1,4
6	468	1104	1,4	6	457	986	1,4
7	482	1112	1,4	7	463	973	1,4
8	464	901	1,4	8	466	1011	1,4
9	448	693	1,4	9	481	1064	1,4
10	463	835	1,4	10	471	800	1,4
11	502	1022	1,4	11	478	813	1,4
12	606	1134	1,4	12	450	1045	1,4
13	842	1307	1,4	13	300	756	1,4
14	264	452	1,4	14	785	1064	1,4

MAXIMÁLNE REAKCIE Z HORNEJ STAVBY (kN) - NÁVRH LOŽISK (Normové hodnoty)							
číslo	Opora 1			číslo	Opora 2		
	Rvlt+s+v	Rc	Ložiská(MN)		Rvlt+s+v	Rc	Ložiská(MN)
1	508	1017	1,1	1	214	408	1,1
2	236	573	1,1	2	513	985	1,1
3	342	736	1,1	3	396	840	1,1
4	354	567	1,1	4	348	610	1,1
5	354	623	1,1	5	333	529	1,1
6	346	816	1,1	6	337	729	1,1
7	357	985	1,1	7	341	719	1,1
8	343	779	1,1	8	343	835	1,1
9	332	509	1,1	9	355	936	1,1
10	342	613	1,1	10	347	662	1,1
11	368	752	1,1	11	352	600	1,1
12	439	839	1,1	12	333	772	1,1
13	601	978	1,1	13	227	531	1,1
14	196	382	1,1	14	554	877	1,1

Na opore č.1 sú navrhnuté 2ks (číslo uloženia 7 a 8) pevných ložísk.



**MINIMÁLNE REAKCIE Z HORNEJ
STAVBY NA OPORY**

(Výpočtové hodnoty)

Číslo	Opora 1	Opora 2
	Rc (kN)	Rc (kN)
1	508	214
2	236	513
3	342	396
4	354	348
5	354	333
6	346	337
7	357	341
8	343	343
9	332	355
10	342	347
11	368	352
12	439	333
13	601	227
14	196	554

VRATNÁ SILA V LOŽISKÁCH

$$H_v = \frac{G \cdot F \cdot \Delta}{h}$$

TYP LOŽISKA			a (m)	b (m)	Al (m2)	he (m)
Fz max=1,75MN			0.30	0.4	0.120	0.1
OPORA 2	Hv (kN)	H _{Vc} (kN)	OPORA	ΔLt (m)	ΔLz,d (m)	
Fz=1,4MN	84.73	932.40	2	0.017	0.030	

BRZDNÁ SILA

$$Q_{IK}=0,6 \times 1,0 \times (2 \times 600) + 0,1 \times 1,0 \times 27,9 \times (9 \times 3 + 2,5 \times (17,5 - 3)) = 896 \text{ kN}$$

Zaťaženie revízneho chodníka

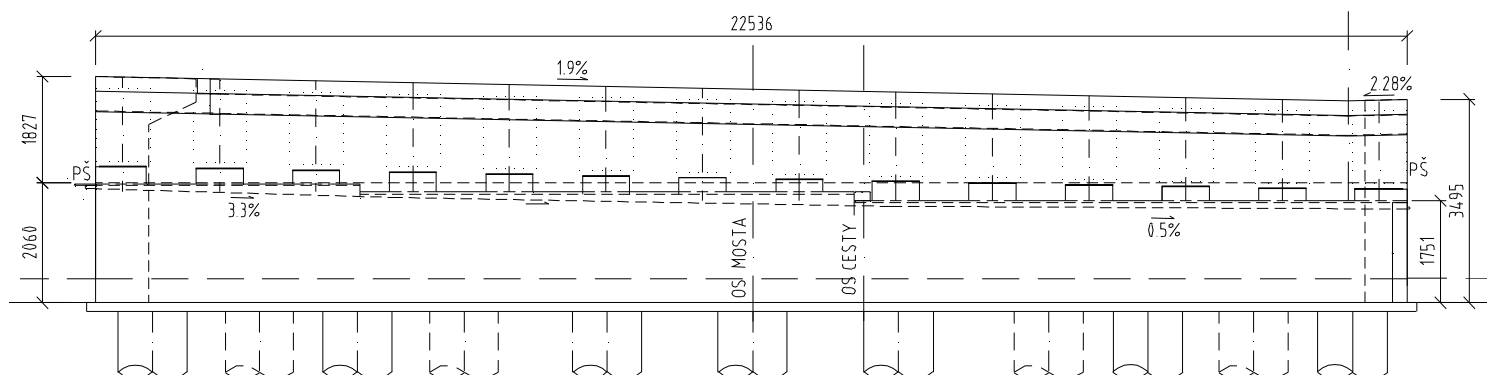
Uvažované je spojité rovnomerné zaťaženie o intenzite $q_{IK} = 3,0 \text{ kN/m}^2$.

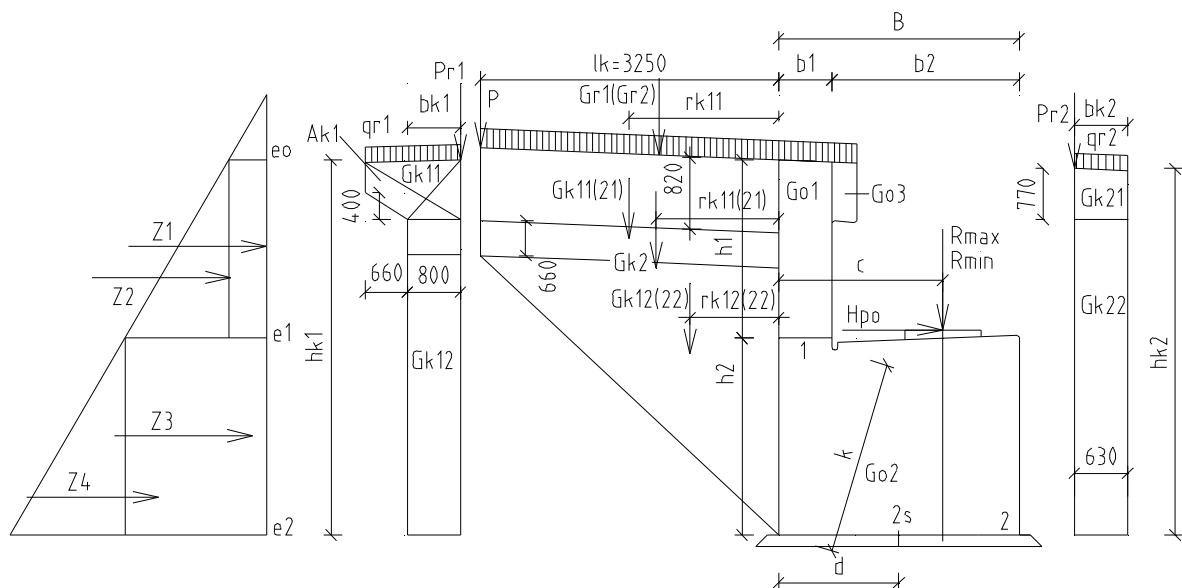
MAXIMÁLNE A ZODPOVEDAJÚCE REAKCIE Z HORNEJ STAVBY NA OPORY

REAKCIE OD CELKOVÉHO ZAŤAŽENIA NOSNEJ KONŠTRUKCIE ZODPOVEDAJÚCE, VÝPOČTOVÉ (kN)								
číslo uloženia	Opora č.1 komb.1	Opora č.2 komb.2	Opora č.1 komb.3	Opora č.2 komb.4	Opora č.1 komb.5	Opora č.2 komb.6	Opora č.1 komb.7	Opora č.2 komb.8
	stred-LM1	stred-LM1	kraj LM1	kraj LM1	kraj LM1	kraj LM1	LM3	LM3
1	622	374	1177	552	684	339	342	436
2	419	740	776	1332	390	746	394	646
3	535	582	996	1136	524	600	494	543
4	722	610	748	826	538	539	610	492
5	844	715	771	716	535	523	801	495
6	1104	986	631	629	520	530	1092	519
7	996	973	585	527	550	532	1332	588
8	870	1011	520	519	647	596	1054	707
9	587	719	511	536	693	658	646	840
10	560	631	516	527	835	799	461	821
11	533	546	547	538	1022	813	490	713
12	651	517	648	511	1134	1045	564	558
13	878	293	885	279	1307	756	719	442
14	368	827	340	868	330	1064	508	445

OPORA 1 A 2

Pozdĺžny rez a pôdorys





B=	2.35 m		
b1=	0.60 m	h1=	2.00m
b2=	1.75 m	h2=	2.05m
hk1=	4.05 m	c=	1.57m
hk2=	3.66 m	k=	1.93 m

Vlastná ťiž opôr, krídel, stále zaťaženie

Vlastná ťiž opory, krídel a stále zaťaženie:

Opora2 -výsledky na m'			
	G (kN)	x (m)	MSTAB (kNm)
Go2	-120	0.00	0
Go1	-30	0.88	-26
Go3	-5	0.40	-2
Gk11	-39	2.80	
Gk12max	-66	2.26	
Gk21	-12	2.80	
Gk22max	-46	2.26	
rímsa11	-10.4	2.8	
rímsa21	-5.2	2.8	
zvod	-0.6	2.8	
Ph stena	-2.1	2.8	

Zemný tlak a pritlačenie od náhodilého zaťaženia na opory a krídla

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

a) zemný tlak za oporami

Výpočet náhradnej výšky:

Adjustačné súčinitele $\alpha_Q = 1$

$$q_{eq} = \frac{600+400+200+9*3*2,2+2,5*14,5*2,2}{17,5*2,2} = 34,78 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{Gdest} = 1,0 \quad \gamma_{Qdest} = 1,3$$

$$h_{eq} = h_o = \frac{g_{Qdest} * q_{eq1}}{g_{Gdest} * g} = \frac{1,3 * 34,78}{1,0 * 20} = 2,26 \text{ m}$$

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

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

$$Z_1 = 0,5 \times \gamma_{Gdest} \times \gamma_{zem} \times k_a \times h_1 \times h_1 \times b$$

$$Z_2 = h_1 \times \gamma_{Gdest} \times \gamma_{zem} \times k_a \times h_2 \times b, \text{ atď'}$$

h _{cel} = 6.31 m			Zať. Šírka b = 1 m			
	h _i	e h _i *20*0.41	Z _i (kN) (0.5)*e*h _i *b	Σ Z (kN)	M1 (kNm)	M2 (kNm)
Z1	2.26	18.53	37		37	75
Z2	2.00	34.93	16	53	11	27
Z3	2.05	51.74	72			18
Z4			17	89		25
Spolu			142		48	145

h _{cel} = 4.05 m			Zať. Šírka b = 1 m			
	h _i	e h _i *20*0.41	Z _i (kN) (0.5)*e*h _i *b	Σ Z (kN)	M1 (kNm)	M2 (kNm)
Z1	0.00	0.00	0		0	0
Z2	2.00	16.40	16	16	11	27
Z3	2.05	33.21	34			9
Z4			17	51		25
Spolu			67		11	61

b) zemný tlak za krídlami

Výpočet náhradnej výšky: Adjustačné súčinitele $\alpha_Q = 1$

$$q_{eq1} = \left(\frac{600 + 9 \cdot 3 \cdot 2,2}{3 \cdot 2,2} \right) \cdot \frac{2,2}{3,25} = 67,63 \text{ kN/m}^2$$

$$\gamma_{Gdest} = 1,0 \quad \gamma_{Qdest} = 1,3$$

$$h_{eq} = h_o = \frac{g_{Qdest} \cdot q_{eq1}}{g_{Gdest} \cdot g} = \frac{1,3 \cdot 34,78}{20 \cdot 1} = 4,4 \text{ m}$$

$$\phi_d = \arctan \left(\frac{\tan \phi_k}{\gamma_\phi} \right) = \arctan \left(\frac{\tan 30^\circ}{1,25} \right) = 24,81^\circ$$

Súčiniteľ tlaku v pokoji pre výpočet dimenzačného momentu v pracovnej škále 2:

rubová strana je zvislá: $k_0 = 1 - \sin \phi_d = 1 - \sin 24,81^\circ = 0,58$

Výpočet zemného tlaku na krídla:

V tabuľkách je vypočítaný tlak na m' pre zadanie do Strapu. Krútiaci moment úložného prahu a krídel od zemného tlaku je uvažovaný do ťažiskovej osi úložného prahu a krídel.

KRÍDLO ŠIROKÉ - RÍMSA 1,6m			r=h-2.46= 1.59 m		
h _{cel} = 8.45 m			Zať. šírka b = 1 m		
	h _i	e h _i *20*0.58	Z _i (kN) (0.5)*e*h _i *b	Σ Z (kN)	M _k (kNm)
Z1	4.40	51.04	76		65
Z2	1.48	68.21	13	89	8
					M _k

Z3	2.57	98.02	175		10	(kNm)
Z4			38	213	1	84
Z5	2.46	69.49	171		-210	
Z6			35		-57	
Spolu			302		-183	
KRÍDLO ŠIROKÉ - RÍMSA 1,6m			r=hcel-2.46= 1.59 m			
hcel= 4.05 m			Zať. šírka b = 1 m			
	hi	e	Zi (kN)	Σ Z	Mk	
		h1*20*0.58	(0.5)*e*hi*b	(kN)	(kNm)	
Z1	0.00	0.00	0		0	
Z2	1.48	17.17	13	13	8	Mk
Z3	2.57	46.98	44		2	(kNm)
Z4			38	82	1	11
Z5	2.46	18.45	45		-55	
Z6			35		-57	
Spolu			95		-101	

KRÍDLO ÚZKE - RÍMSA 0,8m			r=h-2.2= 1.46 m			
hcel= 8.06 m			Zať. šírka b = 1 m			
	hi	e	Zi (kN)	Σ Z	Mk	
		h1*20*0.58	(0.5)*e*hi*b	(kN)	(kNm)	
Z1	4.40	51.04	39		42	
Z2	0.77	59.97	3	42	3	Mk
Z3	2.89	93.50	173		60	(kNm)
Z4			48	221	11	116
Z5	2.46	61.41	151		-186	
Z6			39		-64	
Spolu			263		-134	
KRÍDLO ÚZKE - RÍMSA 0,8m			r=hcel-2.2= 1.46 m			
hcel= 3.66 m			Zať. šírka b = 1 m			
	hi	e	Zi (kN)	Σ Z	Mk	
		hi*20*0.58	(0.5)*e*hi*b	(kN)	(kNm)	
Z1	0.00	0.00	0		0	
Z2	0.77	8.93	3	3	2	Mk
Z3	2.89	42.46	26		9	(kNm)
Z4			48	74	16	27
Z5	2.46	10.37	26		-32	

Z6		39	-64
Spolu		77	-69

Mimoriadne zaťaženia

Náraz do zvodidla: $Q_{ZH} = 400\text{kN}$

$$Q_{ZV} = 0,75 \cdot \alpha_{Q1} \cdot Q_{1k} = 225\text{kN}$$

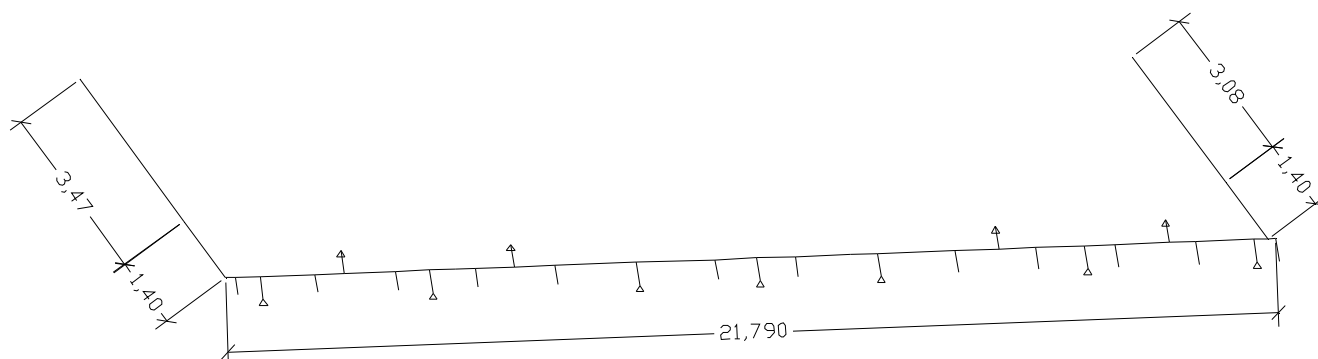
Vietor

-vietor v priečnom smere na PH stenu: $W_{ph} = 7,16 \cdot 27,91 = 200\text{kN/m}$

-vietor v priečnom smere na prierez mosta: $W_m = 1,59 \cdot 1,69 \cdot 27,91 = 75\text{kN}$

-vietor v priečnom smere na oporu: $W_{mo} = 137,5\text{kN}$, $M_{wpr} = 137,5 \cdot 2,05 = 282\text{kNm}$

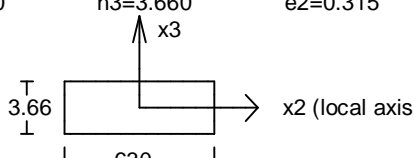
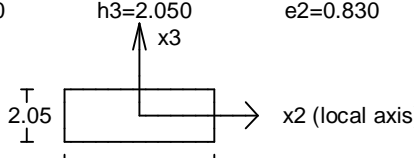
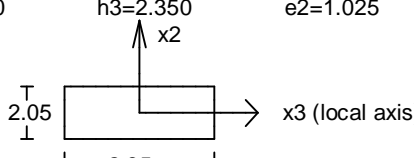
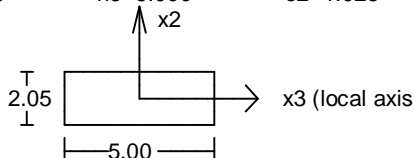
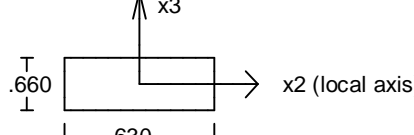
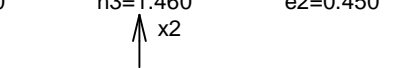
Model v programe STRAP, schéma opory:

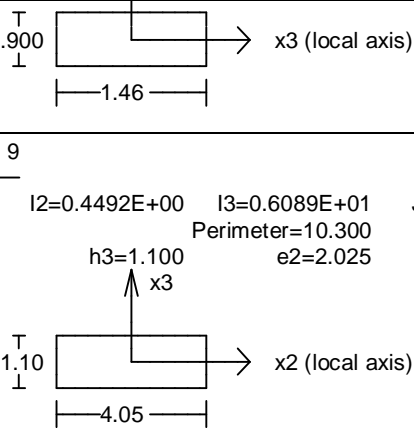


Vstupné hodnoty materiálov a vlastností materiálov nadefinované v Strape:

MATERIAL TABLE (units - kN meter)						
NO.	Name	Modulus of Elasticity	Poisson ratio	Density	Thermal coefficient	Shear modulus
1	CONC	0.3000E+08	0.150	0.2400E+02	0.00001000	0.1304E+08
2	C30	0.3200E+08	0.200	0.2500E+02	0.00001100	0.1333E+08

SECTION PROPERTY TABLE (units - meter)					
PROPERTY NO. 1					
A=0.2972E+01	I2=0.5208E+00	I3=0.1041E+01	J=0.1174E+01	SF2=0.850	SF3=0.850
Material = 2 - C30	Perimeter=7.000				
h2=2.050	h3=1.450	e2=1.025	e3=0.725		
PROPERTY NO. 2					
A=0.2306E+01	I2=0.2574E+01	I3=0.7626E-01	J=0.2720E+00	SF2=0.850	SF3=0.850
Material = 2 - C30	Perimeter=8.580				

SECTION PROPERTY TABLE (units - meter)				
h2=0.630	h3=3.660	e2=0.315	e3=1.830	
				
PROPERTY NO. 3				
A=0.3403E+01	I2=0.1192E+01	I3=0.7814E+00	J=0.1588E+01	SF2=0.850
Material = 2 - C30	Perimeter=7.420			SF3=0.850
h2=1.660	h3=2.050	e2=0.830	e3=1.025	
				
PROPERTY NO. 4				
A=0.4817E+01	I2=0.2217E+01	I3=0.1687E+01	J=0.3219E+01	SF2=0.850
Material = 2 - C30	Perimeter=8.800			SF3=0.850
h2=2.050	h3=2.350	e2=1.025	e3=1.175	
				
PROPERTY NO. 5				
A=0.1025E+02	I2=0.2135E+02	I3=0.3590E+01	J=0.1066E+02	SF2=0.850
Material = 2 - C30	Perimeter=14.100			SF3=0.850
h2=2.050	h3=5.000	e2=1.025	e3=2.500	
				
PROPERTY NO. 6				
A=0.4158E+00	I2=0.1509E-01	I3=0.1375E-01	J=0.2422E-01	SF2=0.850
Material = 2 - C30	Perimeter=2.580			SF3=0.850
h2=0.630	h3=0.660	e2=0.315	e3=0.330	
				
PROPERTY NO. 7				
Start: prop. no.=	H= 3.660	End: prop. no.=	H=0.660	
PROPERTY NO. 8				
A=0.1314E+01	I2=0.2334E+00	I3=0.8869E-01	J=0.2187E+00	SF2=0.850
Material = 2 - C30	Perimeter=4.720			SF3=0.850
h2=0.900	h3=1.460	e2=0.450	e3=0.730	
				

SECTION PROPERTY TABLE (units - meter)					
					
PROPERTY NO. 9					
A=0.4455E+01	I2=0.4492E+00	I3=0.6089E+01	J=0.1490E+01	SF2=0.850	SF3=0.850
Material = 2 - C30	Perimeter=10.300				
h2=4.050	h3=1.100	e2=2.025	e3=0.550		
PROPERTY NO. 10					
Start: prop. no.= 8	H= 0.900	End: prop. no.= 9	H=4.050		

SÚČINITELE PRE KOMBINÁCIE ZAŤAŽENÍ

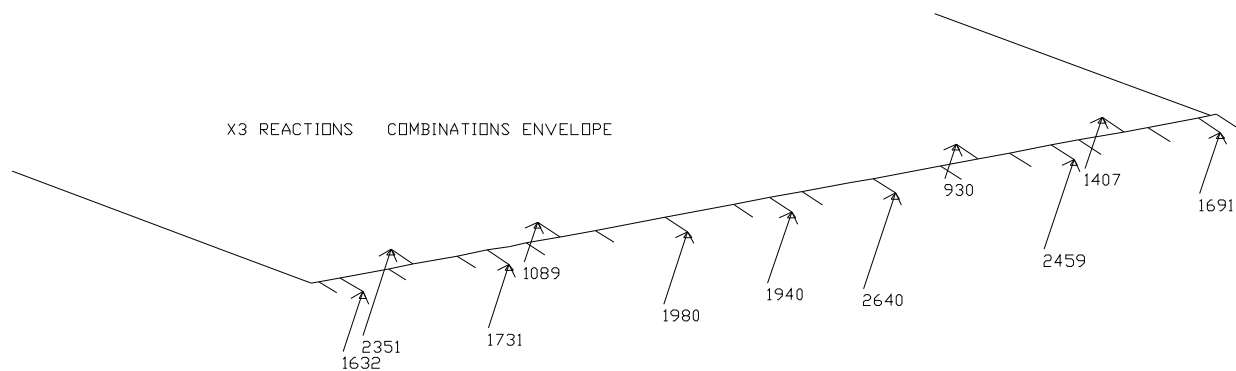
č. komb.	Horizontálne sily					Vertikálne sily			Vlt+sz		Sadanie
	Pozdĺžne			Pričné		Náhodilé	Teplota	Vietor	max	min	
	Brzdná	Trenie	Vietor	Odstred.	Vietor						
1	0	1.5*0.6	1.5*0.6	0	0	1.35	1.5*0.6	0	1.35		1.2
										1	1.2
2	0	1.5*0.6	0	0	1.5*0.6	1.35	0	1.5*0.6	1.35		1.2
										1	1.2
3	1.35	1.5*0.6	0	0.75*1.5	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	1.5*0.75	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

LOAD CASES LIST		
no.	no. in results	name
1	1	vlastná ťaž -G
2	2	vlastná ťaž -M
3	3	zemný tlak Z s h0
4	4	zemný tlak Z bez h0 -mimoriadne zať
5	5	stále zataženie
6	6	zemný tlak Ms h0
7	7	zemný tlak M bez h0 -mimoriadne zať
8	8	pohyblivé stred LM1-komb1
9	9	pohyblivé kraj LM1-komb4

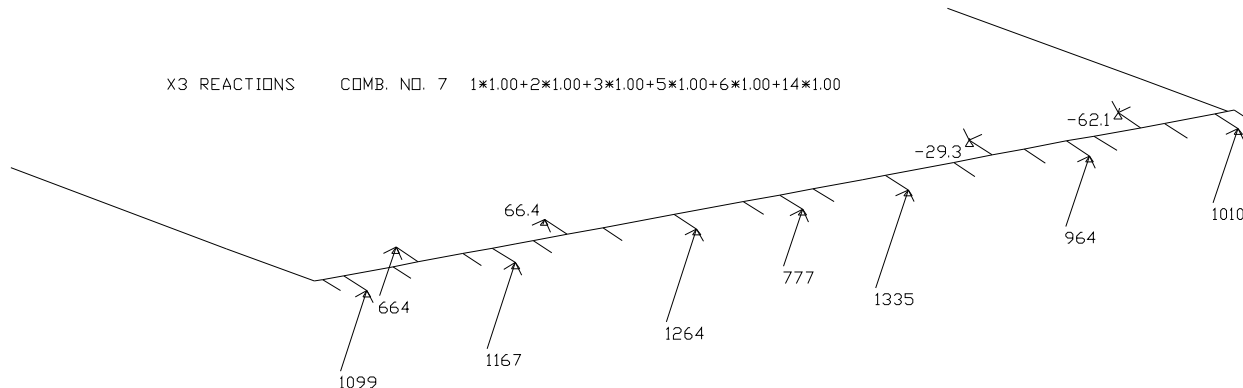
LOAD CASES LIST		
no.	no. in results	name
10	10	pohyblive kraj LM1-komb5
11	11	pohyblive stred LM3-komb7
12	12	mimoriadne zvodidlo-krídlo1,6m
13	13	mimoriadne zvodidlo-krídlo0,8m
14	14	minimálne zvislé

COMBINATIONS TABLE						
Comb.						
1	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 4 * 1.00	+ 5 * 1.35	+ 7 * 1.00	+ 8 * 1.00
2	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 4 * 1.00	+ 5 * 1.35	+ 7 * 1.00	+ 9 * 1.00
3	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 4 * 1.00	+ 5 * 1.35	+ 7 * 1.00	+10 * 1.00
4	1 * 1.35	+ 2 * 1.35	+ 4 * 1.00	+ 5 * 1.35	+ 7 * 1.00	+11 * 1.00
5	1 * 1.35 +14 * 1.00	+ 2 * 1.35	+ 4 * 1.00	+ 5 * 1.35	+ 7 * 1.00	+12 * 1.00
6	1 * 1.35 +14 * 1.00	+ 2 * 1.35	+ 4 * 1.00	+ 5 * 1.35	+ 7 * 1.00	+13 * 1.00
7	1 * 1.00	+ 2 * 1.00	+ 3 * 1.00	+ 5 * 1.00	+ 6 * 1.00	+14 * 1.00

Maximálne reakcie na pilóty:



Minimálne reakcie na pilóty:



Posúdenie veľkopriemerovej pilóty

$R_{max}=2,64 \text{ MN/pil}$

$R_{min}=0 \text{ MN/pil}$

$H_{po} = 932,4 \times 1,5 \times 11 = 127 \text{ kN} = 0,127 \text{ MN/pil}$; $H_{pr} = 0,140 \text{ MN/11} = 0,013 \text{ MN/pil}$ - rozdiel zemných tlakov na krídla

$H_{max} = \sqrt{H_{po}^2 + H_{pr}^2} = 0,13 \text{ MN/pil}$

Posúdenie piloty

Datum : 6.11.2012

Základní parametry zemin

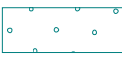


Číslo	Název	Vzorek	j_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	g [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F3, konzistence tuhá		19.00	18.00	20.00	0.35
2	Třída S3, kyprá		28.00	0.00	17.00	0.30
3	Třída S3, středně ulehlá		32.00	0.00	18.50	0.30
4	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$		21.00	25.00	20.00	0.40
5	Třída S2, ulehlá		35.00	0.00	20.00	0.28

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 S3, kyprá		-	20.00	17.00	-	-
3	Třída S3, středně ulehlá		-	30.00	18.50	-	-
4	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$		-	7.00	21.00	-	-
5	Třída S2, ulehlá		-	250.00	21.00	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	Typ zeminy	n_h [MN/m ³]
1	Třída F3, konzistence tuhá		soudržná	-
2	Třída S3, kyprá		nesoudržná	7.00

Číslo	Název	Vzorek	Typ zeminy	n_h [MN/m ³]
3	Třída S3, středně ulehlá		nesoudržná	4.50
4	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$		soudržná	-
5	Třída S2, ulehlá		soudržná	-

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

$$f_{ck} = 25.00 \text{ MPa}$$

Pevnost v tahu

$$f_{ctm} = 2.60 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti

$$E_{cm} = 31000.00 \text{ MPa}$$

Modul pružnosti ve smyku

$$G = 12917.00 \text{ MPa}$$

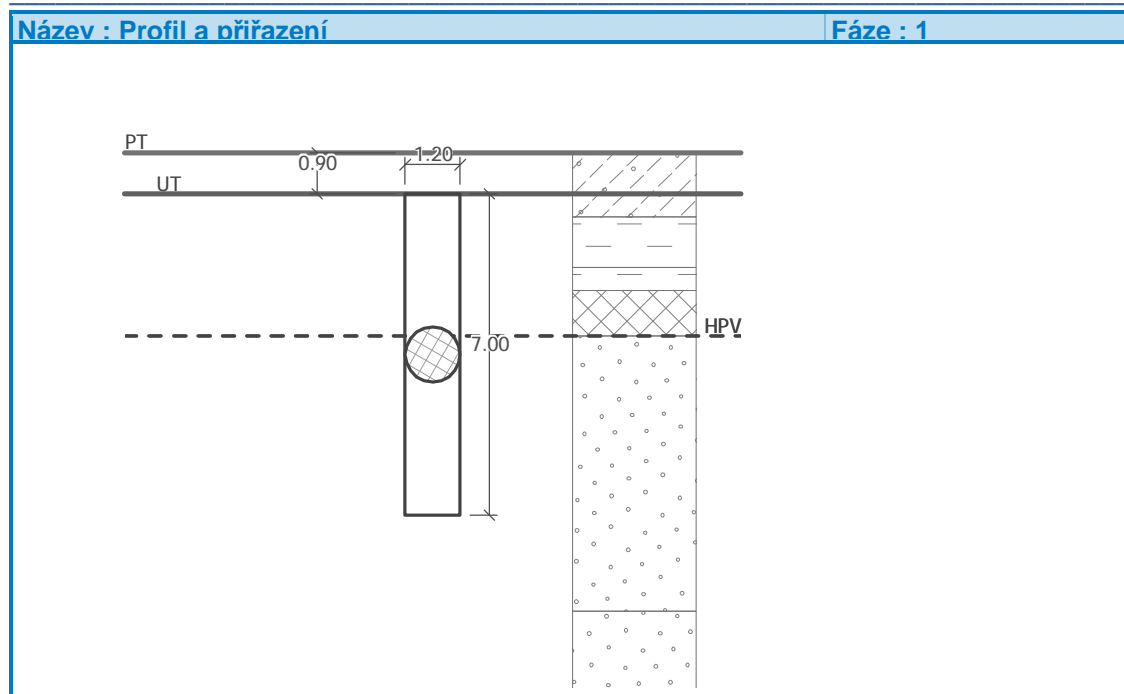
Ocel podélná : B500

Mez kluzu

$$f_{yk} = 500.00 \text{ MPa}$$

Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	1.40	Třída F3, konzistence tuhá	
2	1.10	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$	
3	0.50	Třída F6, konzistence pevná $S_r > 0.8$	
4	1.00	Třída S3, kyprá	
5	6.00	Třída S3, středně ulehlá	
6	2.00	Třída S2, ulehlá	
7	-	Třída S2, ulehlá	



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	2640.00	0.00	0.00	130.00	0.00
2	ANO		Zatížení č. 2	Užitné	0.00	0.00	0.00	130.00	0.00
3	ANO		Zatížení č. 3	Užitné	1335.00	0.00	0.00	130.00	0.00

HPV + nestlačitelné podloží

Hladina podzemní vody je v hloubce 4.00 m od původního terénu.
Nestlačitelné podloží je v hloubce 40.00 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}	=	3341.72 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]
0.50	0.50	19.00	18.00	20.00	1.00	19.12	32.77
1.60	1.10	21.00	25.00	20.00	1.00	30.24	113.99
2.10	0.50	21.00	25.00	20.00	1.00	34.23	58.65
3.10	1.00	28.00	0.00	17.00	1.00	17.06	58.47
4.56	1.46	32.00	0.00	8.50	1.00	25.47	127.55

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 $R_s = 391.42$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 3435.81$ kN

Únosnost piloty $R_c = 3827.24$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 2640.00$ kN

$$R_c = 3827.24 \text{ kN} > 2640.00 \text{ kN} = V_d$$

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	0.50	0.50	8.18	46.00	20.00
2	0.50	1.60	1.10	8.18	46.00	20.00
3	1.60	2.10	0.50	8.18	46.00	20.00
4	2.10	3.10	1.00	15.60	91.00	48.00
5	3.10	7.00	3.90	28.89	91.00	48.00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1.00$

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

Regresní součinitel $e = 490.00$

Regresní součinitel $f = 445.00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty	$R_{sy} = 1111.61 \text{ kN}$
Velikost napětí na patě při R_{sy}	$q_0 = 413.71 \text{ kPa}$
Průměrné plášťové tření	$q_s = 60.18 \text{ kPa}$
Průměrný sečnový modul deformace	$E_s = 20.78 \text{ MPa}$
Součinitel přenosu zatížení do paty	$\beta = 0.23$

Příčinkové součinitele sedání :

Základni - závislý na poměru l/d	$l_1 = 0.19$
Součinitel vlivu tuhosti piloty	$R_k = 1.00$
Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy	$R_h = 0.90$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]	Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0.0	0.00	15.0	1605.63
2.5	721.56	17.5	1687.96
5.0	1020.44	20.0	1770.30
7.5	1249.78	22.5	1852.64
10.0	1440.96	25.0	1934.97
12.5	1523.29		

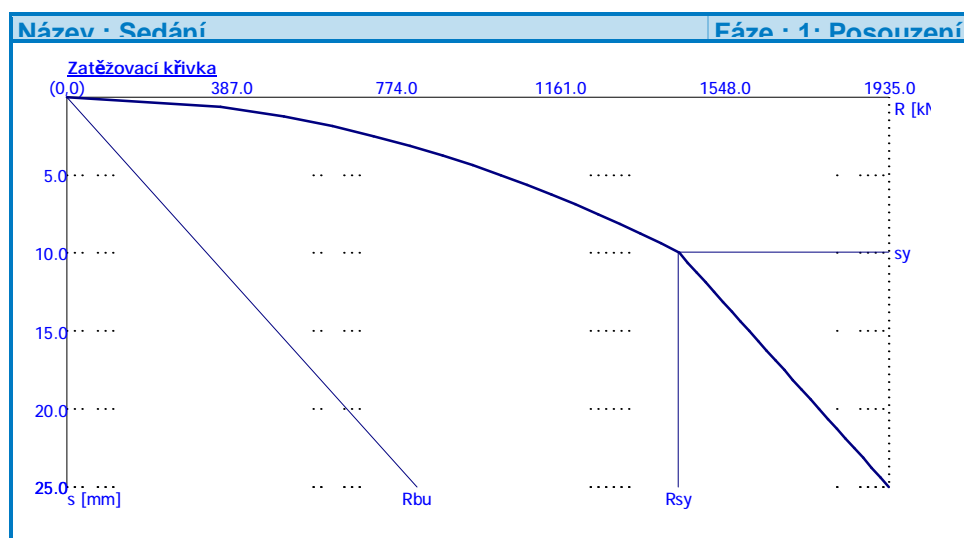
Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť. tření	$R_{yu} = 1439.14 \text{ kN}$
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu}	$s_y = 9.9 \text{ mm}$

Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty	$R_{bu} = 823.36 \text{ kN}$
Celková únosnost	$R_c = 1934.97 \text{ kN}$

Pro zatížení $Q = 1335.00 \text{ kN}$ je sednutí piloty 8.6 mm



Posouzení čís. 2

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	0.50	0.50	8.18	46.00	20.00

Vrstva a číslo	Počátek [m]	Konec [m]	Mocnost [m]	E_s [MPa]	Součinitel a	Součinitel b
2	0.50	1.60	1.10	8.18	46.00	20.00
3	1.60	2.10	0.50	16.83	62.00	16.00
4	2.10	3.10	1.00	15.60	91.00	48.00
5	3.10	7.00	3.90	71.59	154.00	115.00

Uvažovat zatížení : užité

Součinitel vlivu ochrany dřívku $m_2 = 1.00$

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

Regresní součinitel $e = 1596.00$

Regresní součinitel $f = 1400.00$

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Mezní síla na plášti piloty $R_{sy} = 1620.68$ kN
 Velikost napětí na patě při R_{sy} $q_0 = 1356.00$ kPa
 Průměrné plášťové tření $q_s = 87.73$ kPa
 Průměrný sečnový modul deformace $E_s = 45.19$ MPa
 Součinitel přenosu zatížení do paty $\beta = 0.40$

Příčinkové součinitele sedání :

Základní - závislý na poměru l/d $I_1 = 0.19$

Součinitel vlivu tuhosti piloty $R_k = 1.06$

Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy $R_h = 0.90$

Body zatěžovací křivky

Sednutí [mm]	Zatížení [kN]	Sednutí [mm]	Zatížení [kN]
0.0	0.00	15.0	3398.87
2.5	1415.59	17.5	3695.23
5.0	2001.95	20.0	3991.60
7.5	2451.87	22.5	4287.96
10.0	2806.14	25.0	4584.32
12.5	3102.50		

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 2694.20$ kN

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 9.1$ mm

Únosnosti odpovídající sednutí 25 mm :

Únosnost paty $R_{bu} = 2963.65$ kN

Celková únosnost $R_c = 4584.32$ kN

Pro zatížení $Q = 1335.00$ kN je sednutí piloty 2.2 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	1.94	9.96	2.04	19.38	130.00	0.00
0.35	1.36	9.25	2.04	22.48	122.15	44.11
0.50	1.94	8.94	2.04	25.30	117.49	61.61
0.50	3.89	8.94	2.04	25.30	117.49	61.61
0.70	3.89	8.54	2.03	29.05	111.26	84.93
1.05	3.89	7.83	2.02	30.44	97.89	121.50
1.40	3.89	7.12	2.01	27.70	85.68	153.59
1.60	3.89	6.72	1.99	26.15	79.36	169.60
1.60	3.89	6.72	1.99	26.15	79.36	169.60
1.75	3.89	6.43	1.99	24.99	74.62	181.61
2.10	3.89	5.73	1.96	49.19	64.69	205.96
2.10	12.25	5.73	1.96	49.19	64.69	205.96
2.45	14.29	5.05	1.94	72.17	34.64	223.23
2.80	16.33	4.38	1.92	64.28	4.34	229.93
3.10	18.08	3.80	1.89	51.37	17.37	227.55
3.10	11.63	3.80	1.89	51.37	17.37	227.55
3.15	11.81	3.71	1.89	49.22	19.55	227.15
3.50	13.13	3.05	1.87	40.05	37.25	217.11
3.85	14.44	2.40	1.84	34.69	53.03	201.20
4.20	15.75	1.76	1.82	27.75	66.23	180.22
4.55	17.06	1.13	1.80	19.24	76.18	155.17
4.90	18.37	0.50	1.79	9.18	82.23	127.31
5.25	19.69	0.12	1.77	2.43	83.73	98.12
5.60	21.00	0.74	1.77	15.60	80.03	69.31
5.95	22.31	1.36	1.76	30.33	70.47	42.81
6.30	23.62	1.97	1.76	46.64	54.39	20.79
6.65	24.94	2.59	1.75	64.55	31.12	5.64
7.00	26.25	3.20	1.75	81.96	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	1.94	-9.96	-2.04	-19.38	-130.00	-0.00
0.35	1.36	-9.25	-2.04	-22.48	-122.15	-44.11
0.50	1.94	-8.94	-2.04	-25.30	-117.48	-61.61
0.50	3.89	-8.94	-2.04	-25.30	-117.48	-61.61
0.70	3.89	-8.54	-2.03	-29.05	-111.26	-84.93
1.05	3.89	-7.83	-2.02	-30.44	-97.89	-121.50
1.40	3.89	-7.12	-2.01	-27.70	-85.68	-153.59
1.60	3.89	-6.72	-1.99	-26.15	-79.36	-169.60
1.60	3.89	-6.72	-1.99	-26.15	-79.36	-169.60
1.75	3.89	-6.43	-1.99	-24.99	-74.62	-181.61
2.10	3.89	-5.73	-1.96	-49.19	-64.69	-205.96
2.10	12.25	-5.73	-1.96	-49.19	-64.69	-205.96
2.45	14.29	-5.05	-1.94	-72.17	-34.64	-223.23
2.80	16.33	-4.38	-1.92	-64.28	-4.34	-229.93
3.10	18.08	-3.80	-1.89	-51.37	-17.37	-227.55
3.10	11.63	-3.80	-1.89	-51.37	-17.37	-227.55

Vzdál. [m]	Modul k [MN/m ³]	Deformace [mm]	Pootoč. [mRad]	Napětí [kPa]	Pos.síla [kN]	Moment [kNm]
3.15	11.81	-3.71	-1.89	-49.22	-19.55	-227.15
3.50	13.13	-3.05	-1.87	-40.05	-37.25	-217.11
3.85	14.44	-2.40	-1.84	-34.69	-53.03	-201.20
4.20	15.75	-1.76	-1.82	-27.75	-66.23	-180.22
4.55	17.06	-1.13	-1.80	-19.24	-76.18	-155.17
4.90	18.37	-0.50	-1.79	-9.18	-82.23	-127.31
5.25	19.69	-0.12	-1.77	-2.43	-83.73	-98.12
5.60	21.00	-0.74	-1.77	-15.60	-80.03	-69.31
5.95	22.31	-1.36	-1.76	-30.33	-70.47	-42.81
6.30	23.62	-1.97	-1.76	-46.64	-54.39	-20.79
6.65	24.94	-2.59	-1.75	-64.55	-31.12	-5.64
7.00	26.25	-3.20	-1.75	-81.96	-0.00	-0.00

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 10.0 mm
Max.posouvající síla = 130.00 kN
Maximální moment = 229.93 kNm

Dimenzace výztuže:

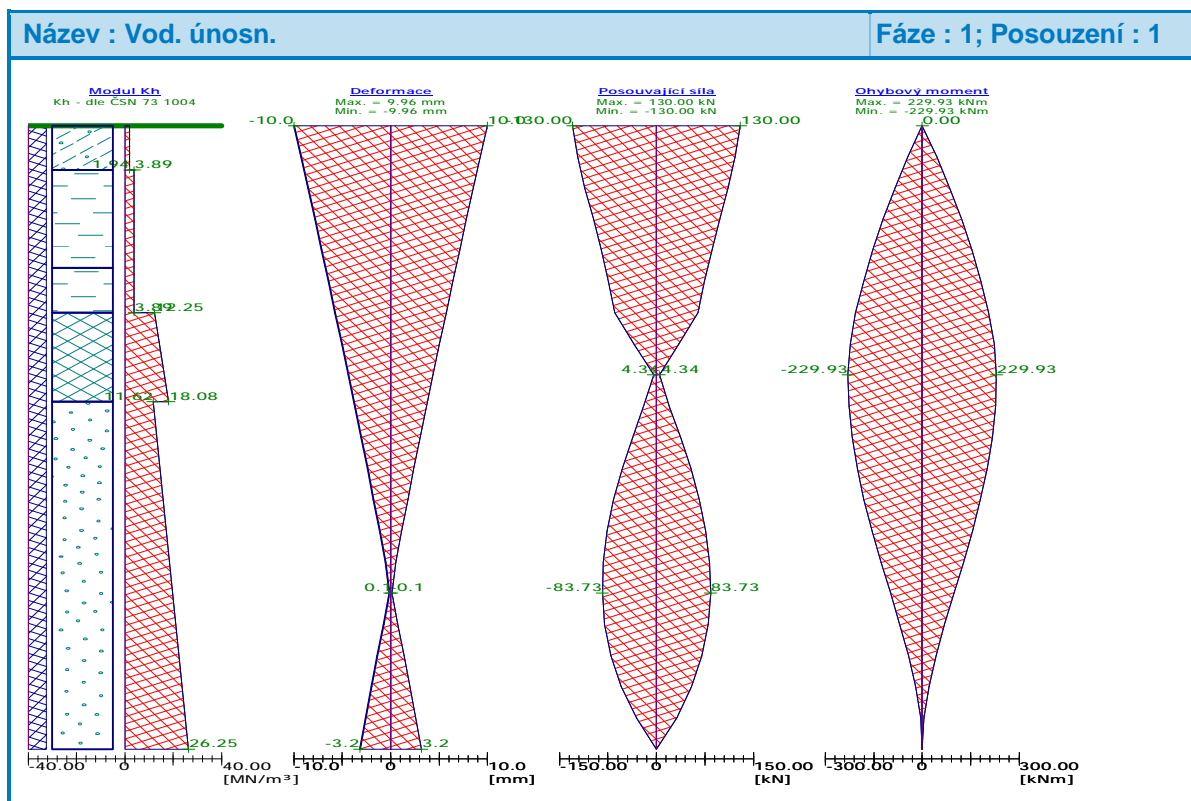
Vyztužení - 14 ks profil 18.0 mm; krytí 70.0 mm
Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení $\rho = 0.315 \% > 0.250 \% = \rho_{\min}$

Zatížení : $N_{Ed} = 0.00$ kN (tah) ; $M_{Ed} = 229.93$ kNm

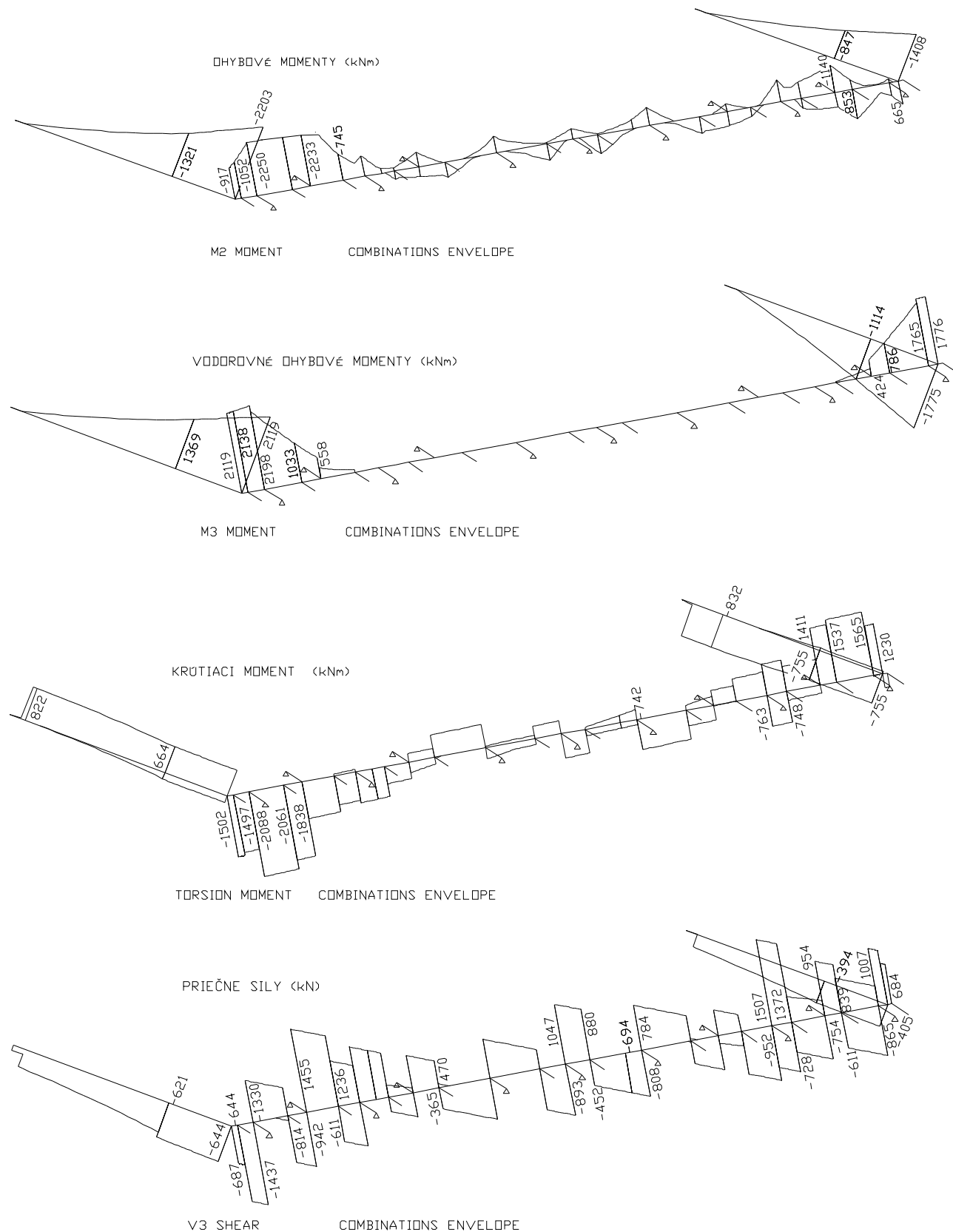
Únosnost : $N_{Rd} = 0.00$ kN; $M_{Rd} = 788.02$ kNm

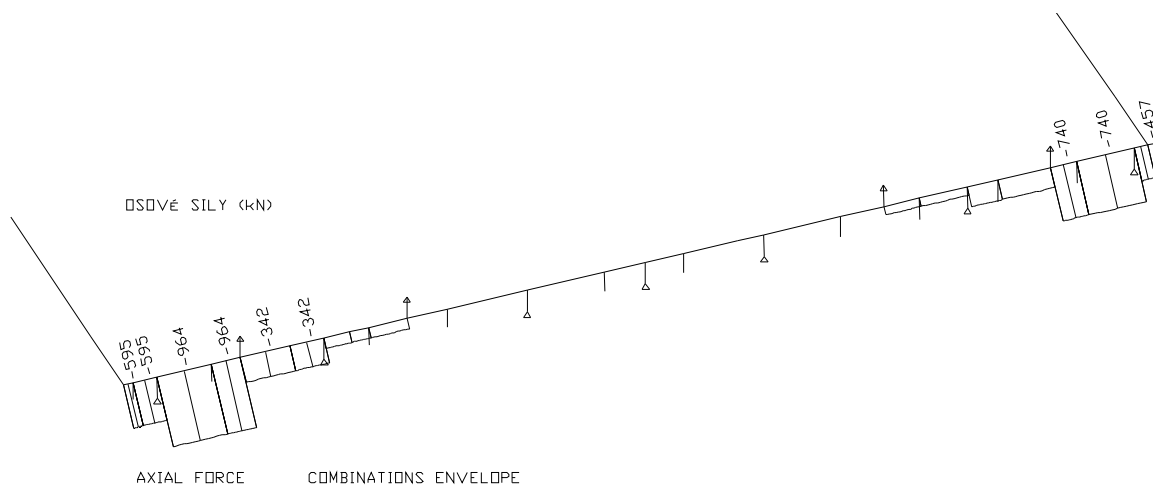
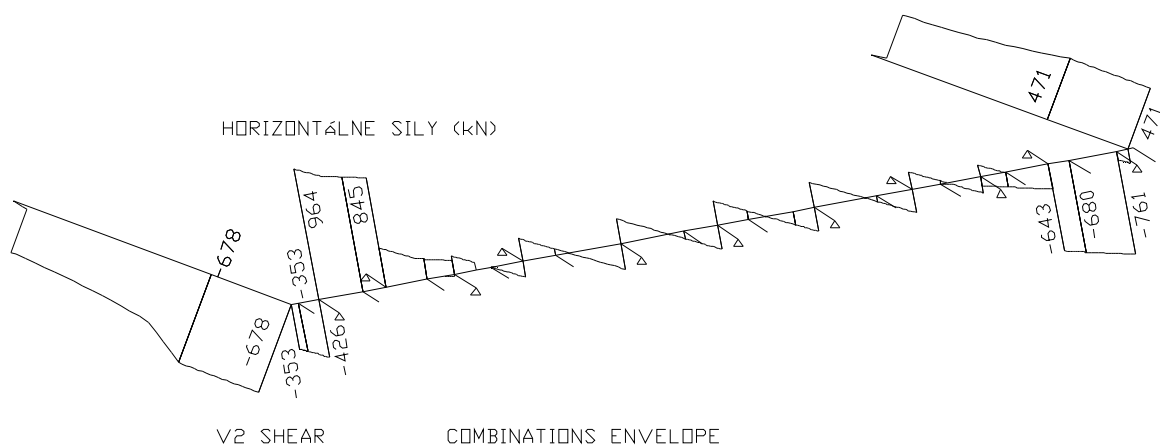
Navržená výztuž piloty VYHOVUJE



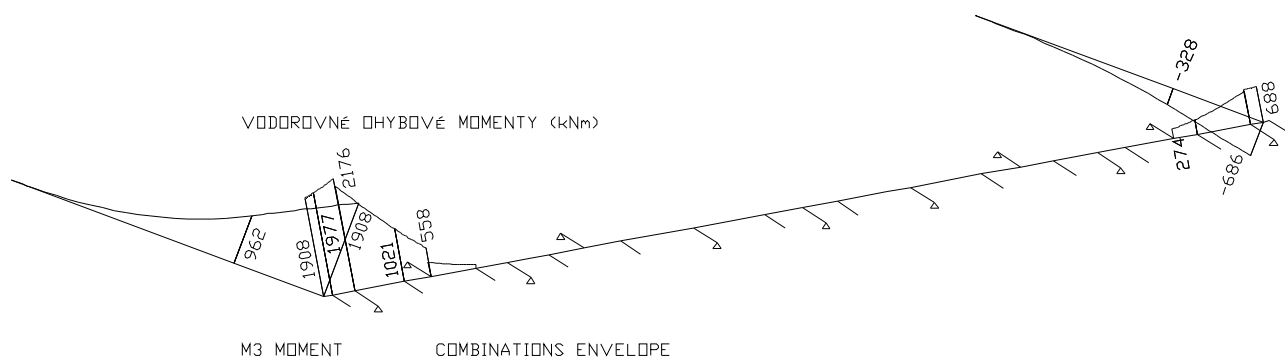
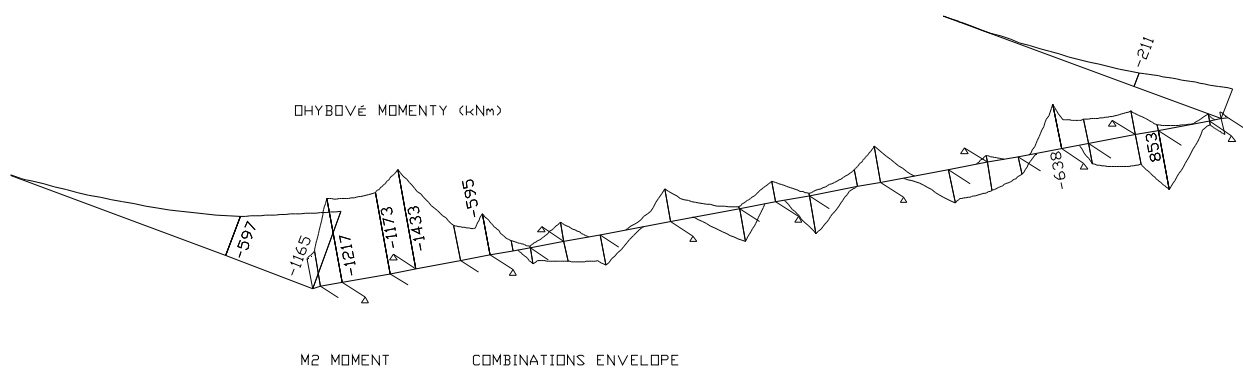
Posúdenie úložného prahu

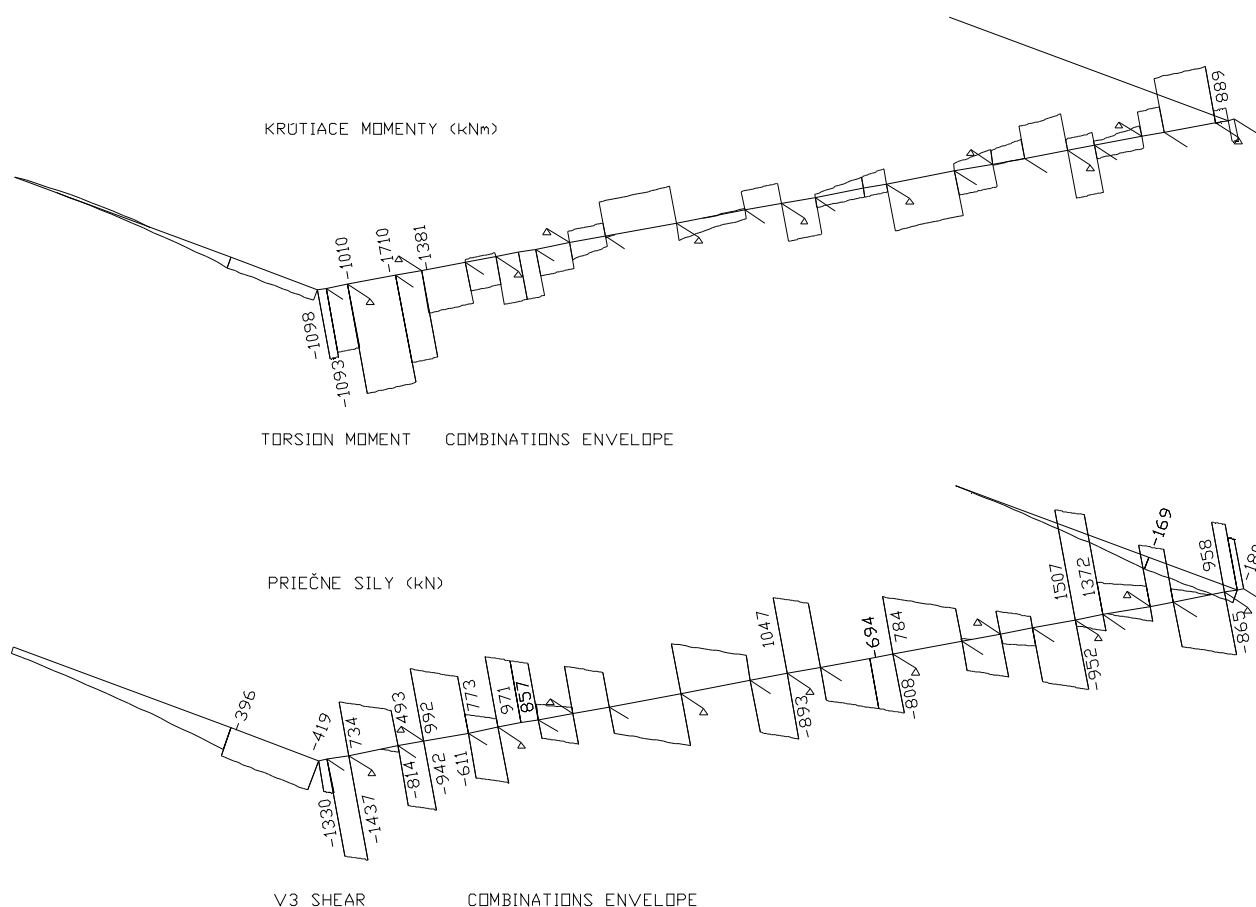
Výsledné dimenzačné hodnoty z programu STRAP s mimoriadnym zaťažením:





Výsledné dimenzačné hodnoty z programu STRAP so zaťažením s LM1:





Posúdenie pre mimoriadne zaťaženie:

ÚLOŽNÝ PRAH - mimoriadne zaťaženie

M_{ed}	2.25 MNm	ocel'	B500
V_{ed}	1.437 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	2.088 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1.0$	500 MPa
betón 30/37			
f_{cd}	22.174 MPa		
f_{ctm}	2.9 MPa		

prierez

h	2.2 m		
d	2.1215 m		
b	2.35 m	šírka pri opore č.2	
$A = b \cdot d$	5.17 m ²		
$u = 2 \cdot (d + b)$	9.1 m		
$t_{ef} = A/u$	0.568 > 2as	0.114	
krytie	c	50	
pozdĺžna nosná výstuž	ϕ_s	25 A _s	0.000491 m ²

šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201 m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	14 A_{sl}	0.000154 m ²

$$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_{sl} = 57 \text{ mm}$$

$$b_k = b - t_{ef} = 1.782 \text{ m}$$

$$h_k = h - t_{ef} = 1.632 \text{ m}$$

$$u_k = 2 * (h_k + b_k) = 6.828 \text{ m}$$

$$A_k = b_k * h_k = 2.908 \text{ m}^2$$

účinná výška prierezu

$$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 * \phi_s = 78.5 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 2.1215 \text{ m}$$

rameno vnútorných síl

$$z = 0.85d = 1.803 \text{ m}$$

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

$$A_{smin} = \rho_{min} * b * d = 0.007478 \text{ m}^2 \quad 74.78 \text{ cm}^2$$

$$x_{Blim} = 560 * d / (700 + f_{yd}) = 0.990 \text{ m}$$

$$A_{smax} = x_{Blim} * b * f_{cd} / f_{yd} = 0.103176 \text{ m}^2 \quad 1031.76 \text{ cm}^2$$

$$x_B = d - \sqrt{d^2 - 2 * M_{ED} / (b * f_{cd})} = 0.020 < x_{lim} \quad 0.990 \text{ m}$$

$$\min(x_B; x_{lim}) = 0.020 \text{ m}$$

$$A_{sreq} = x_B * b * f_{cd} / f_{yd} * 10000 = 20.844 > A_{smin} \quad 74.78$$

potrebné množstvo - horizontálna zložka

šmyku

$$\theta = 40$$

$$\tan \theta = 0.8391$$

$$\cot \theta = 1.191754$$

krútenie priečna sila osová sila

$$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k * u_k + V_{ed2}) * \cot \theta = 1.00545 \quad 1.713 \quad 0.86 \text{ MN}$$

$$A_s = 0.5 * (F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000 = 20.109 \quad 17.130 \quad 8.6 \text{ cm}^2$$

$$A_{sM+Q} = 74.78 \text{ cm}^2$$

$$16f25/150 \quad A_s \quad 78.56 \text{ cm}^2 > 74.78 \text{ cm}^2$$

$$\text{-pri hornom aj dolnom povrchu} < 1031.76 \text{ cm}^2$$

Šmyk s krútením

prierez

$$h = 1.9715 \quad T_{EDmax} = 2.088 \text{ MNm}$$

$$b = 2.35 \quad V3_{RDmax} = 1.437 \text{ MN}$$

$$A = b * d = 4.633025$$

$$u = 2 * (d + b) = 8.643$$

$$t_{ef} = A / u = 0.536 > 2as = 0.144$$

$$\text{krytie} \quad c = 50$$

$$\text{pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch} \quad \phi_s \quad 25 \quad A_s \quad 0.000491 \text{ m}^2$$

šmyková výstuž pre V3	ϕ_{st}	14 A_{st}	0.000154 m ²
výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	16 A_{sl}	0.000201 m ²
$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	72 mm	
$b_k =$	$b - t_{ef}$	1.814 m	
$h_k =$	$h - t_{ef}$	1.436 m	
$u_k =$	$2 \cdot (h_k + b_k)$	6.500 m	
$A_k =$	$b_k \cdot h_k$	2.605 m ²	
účinná výška prierezu			
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	76.5 mm	
$d =$	$h - d_1$	1.895 m	
rameno vnútorných síl			
$z =$	$0.85d$	1.611 m	
návrhové hodnoty materiálových charakteristík			
	f_{ck}	30 MPa	C30/37
f_{cd}	$0.85 \cdot f_{ck} / 1.15$	22.17391304 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	
$\tan \theta$		0.83910	
$\cot \theta$		1.19175	
V_{3RDmax}	$z \cdot h \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	21.825 MN	
T_{RDmax}	$2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	16.099 MN	

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$$T_{EDmax} / T_{RDmax} + V_{ED3max} / V_{3RDmax} = 0.196 < 1$$

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

šírka strmeňa b_w

b_w		0.6 m		
A_{sw}	$8 \cdot A_{st}$	0.001232 m ²		8f14/200mm
s_a	$A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta / V_{ed}$	0.511 m	návrh	0.2 m
ρ_{wmin}	$0.08 \cdot (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.00088		
	$A_{sw} / s_a / b$			
Γ_{sw}	w	0.0103		
kontrola minimálneho % vystuženia				
Γ_{sw}	$A_{sw} / s_a / b$	0.0103	>	0.00088

w

$$V_{RDS} = f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot \cot \theta = 5.913 > 1.437 \text{ MN}$$

Návrh výstuže na krútenie

osová vzdialenosť strmeňov $s = 0.2 \text{ m}$ $f_{16/200mm}$

$$\sigma_{swd} = (T_{ED} / 2A_k + V_{ed} / (n_k \cdot z)) \cdot s / A_{swt} / \cot \theta < f_{ywd}$$

$$\sigma_{swd} = 456.117 \text{ MPa} < 500.00 \text{ MPa}$$

Horizontálna zložka šmyku, pozdĺžna výstuž obvodová $u_k = 0.15 \text{ m}$

$$h_{ed} = (T_{ED} / 2A_k \cdot u_k) \cdot \cot \theta = 0.072 \text{ MN}$$

$$A_s = (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000 = 1.440 \text{ cm}^2 \quad f_{R14/\dot{a}150} \quad A_s = 1.54 \text{ cm}^2$$

Posúdenie pre LM1:

ÚLOŽNÝ PRAH - zaťaženie s LM1

M_{ed}	1.217 MNm	ocel'	B500	
V_{ed}	1.437 MN	f_{yk}	500 MPa	
M_k	1.71 MN	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15$	435 MPa	
betón 30/37				
f_{cd}	17.000 MPa			
f_{ctm}	2.9 MPa			

prierez

h	2.05 m		
d	1.9715 m		
b	2.35 m	šírka pri opore č.2	
$A = b \cdot d$	4.8175 m ²		
$u = 2 \cdot (d + b)$	8.8 m		
$t_{ef} = A / u$	0.547	$> 2as$	0.114
krytie	c	50	
pozdĺžna nosná výstuž	ϕ_s	25 A_s	0.000491 m ²
šmyková výstuž	ϕ_{st}	16 A_{st}	0.000201 m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	14 A_{sl}	0.000154 m ²

$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	57 mm
$b_k = b - t_{ef}$	1.803 m
$h_k = h - t_{ef}$	1.503 m
$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$	6.612 m
$A_k = b_k \cdot h_k$	2.710 m ²

účinná výška prierezu

$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	78.5	mm		
$d =$	$h - d_1$	1.9715	m		
rameno vnútorných síl					
$z =$	0.85d	1.676	m		
$\rho_{min} =$	$0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0015	> 0.0013		
$A_{smin} =$	$\rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.00695	m ²	69.50	cm ²
$x_{Blim} =$	$560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.973	m		
$A_{smax} =$	$x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.089359	m ²	893.59	cm ²
$x_B =$	$d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.016	< x _{lim}	0.973	m
			min(x _B ; x _{lim})	0.016	m
$A_{sreq} =$	$x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	14.694	> A _{smin}	69.50	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku					
θ		40			
$\tan \theta$		0.8391			
$\cot \theta$		1.191754			
		krútenie	priečna sila		
$F_{tdl} =$	$(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.883591	1.713	MN	
$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000$	20.31243	19.690	cm ²	
A_{sM+Q}	69.50	cm ²			
	15f25/150	A_s	73.65	cm²	>
					<
					69.50 cm²
					893.59 cm²

Šmyk s krútením

prierez

h	1.9715		T_{EDmax}	1.71	MNm
b	2.35		V_{3RDmax}	1.437	MN
$A =$	$b \cdot d$	4.633025			
$u =$	$2 \cdot (d + b)$	8.643			
$t_{ef} =$	A / u	0.536	>	2as	0.144
krytie			c	50	
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch	ϕ_s	25	A _s	0.000491	m ²
šmyková výstuž pre V3	ϕ_{st}	14	A _{st}	0.000154	m ²
výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	16	A _{sl}	0.000201	m ²
$a_s =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	72	mm		
$b_k =$	$b - t_{ef}$	1.814	m		
$h_k =$	$h - t_{ef}$	1.436	m		
$u_k =$	$2 \cdot (h_k + b_k)$	6.500	m		
$A_k =$	$b_k \cdot h_k$	2.605	m ²		
účinná výška prierezu					
$d_1 =$	$c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	76.5	mm		

d=	$h-d_1$	1.895 m
rameno vnútorných síl		
z=	0.85d	1.611 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
tanθ		0.83910
cotθ		1.19175

V _{3RDmax}	$z \cdot h \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	16.733 MN
T _{RDmax}	$2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan \theta + \cot \theta)$	12.343 MN

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$$T_{EDmax} / T_{RDmax} + V_{ED3max} / V_{3RDmax} = 0.224 < 1$$

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

šírka strmeňa b_w

b _w		0.6 m	
A _{sw}	8 * A _{st}	0.001232 m ²	8f14/200mm
s _a	$A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta / V_{ed}$	0.444 m	návrh 0.2 m
ρ _{wmin}	$0.08 \cdot (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.00088	
	$A_{sw} / s_a / b$		
r _{sw}	w	0.0103	
kontrola minimálneho % vystuženia			
	$A_{sw} / s_a / b$		
r _{sw}	w	0.0103 >	0.00088
V _{RDS}	$f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot \cot \theta$	5.142 >	1.437 MN

Návrh výstuže na krútenie

osová vzdialenosť strmeňov	s	0.2 m	f16/200mm
σ _{swd} =	$(T_{ED} / 2A_k + V_{ed} / (n_k \cdot z)) \cdot s / A_{swt} / \cot \theta$	<	f _{ywd}
S _{swd} =		395.541 MPa <	434.78 MPa

Horizontálna zložka šmyku, pozdĺžna výstuž obvodová u_k= 0.15 m

$$h_{ed} = (T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k) \cdot \cot \theta = 0.059 \text{ MN}$$

$A_s = (F_{tdl}/f_{yd})/10000$ 1.357 cm² **fR14/á150** $A_s = 1.54$ cm²

Posúdenie krídiel

KRÍDLO - RÍMSA 1,6m - mimoriadne zaťaženie - vertikálny smer

M_{ed} 1.321 MNm ocel' B500
 V_{ed} 0.622 MN f_{yk}
 M_k 0.822 MN $f_{yd} = f_{yk}/1.0$
betón 30/37
 f_{cd} 22.174 MPa
 f_{ctm} 2.9 MPa

prierez

h 1.9 m
 d 1.824 m
 b 0.8 m
 $A = b \cdot d$ 1.52 m²
 $u = 2 \cdot (d + b)$ 5.4 m
 $t_{ef} = A/u$ 0.281 > 2as 0.116
krytie c 50
pozdĺžna nosná výstuž ϕ_s 25 A_s 0.000491 r
šmyková výstuž ϕ_{st} 14 A_{st} 0.000154 r
pozdĺžna výstuž na krútenie ϕ_{sl} 16 A_{sl} 0.000201 r

$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$ 58 mm

$b_k = b - t_{ef}$ 0.519 m

$h_k = h - t_{ef}$ 1.619 m

$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$ 4.276 m

$A_k = b_k \cdot h_k$ 0.840 m²

účinná výška prierezu

$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$ 76.5 mm

$d = h - d_1$ 1.8235 m

rameno vnútorných síl

$z = 0.85d$ 1.550 m

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

$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$ 0.002189 m² 21.89 cm²

$x_{Blim} = 560 \cdot d / (700 + f_{yd})$ 0.851 m

$A_{smax} = x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$ 0.030192 m² 301.92 cm²

$x_B = d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$ 0.041 < x_{lim} 0.851 m

		min(xB;xlim)	0.041 m	
$A_{sreq} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	14.546	> A_{smin}	21.89	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ	40			
$\tan \theta$	0.8391			
$\cot \theta$	1.191754			
	krútenie	priečna sila		
$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	0.466486	0.741 MN		
$A_s = 0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000$	9.329728	7.410 cm ²		
A_{sM+Q}	31.29 cm ²			
	7f25/110	A_s	34.37 cm²	> 31.29
				< 301.92

Šmyk s krútením

prierez				822/664= priemerná
h	2.6	priemerná výška	T_{EDmax}	0.743 MNm
b	0.8		V_{3RDmax}	0.622 MN
$A = b \cdot d$	2.08			
$u = 2 \cdot (d + b)$	6.8			
$t_{ef} = A / u$	0.306	>	$2a_s$	0.144
krýtie		c		50
pozdlžna nosná výstuž_horný povrch		ϕ_s	25 A_s	0.000491 m ²
šmyková výstuž pre V3		ϕ_{st}	14 A_{st}	0.000154 m ²
výstuž na krútenie		ϕ_{sl}	16 A_{sl}	0.000201 m ²
$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$		72 mm		
$b_k = b - t_{ef}$		0.494 m		
$h_k = h - t_{ef}$		2.294 m		
$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$		5.576 m		
$A_k = b_k \cdot h_k$		1.133 m ²		
účinná výška prierezu				
$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$		76.5 mm		
$d = h - d_1$		2.5235 m		
rameno vnútorných síl				
$z = 0.85d$		2.145 m		
návrhové hodnoty materiálových charakteristík				
f_{ck}		30 MPa	C30/37	
$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.15$		22.17391304 MPa		
$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250)$		0.528		
f_{yk}		500 MPa	B500B	
$f_{yd} = f_{ywd} \cdot f_{yw} / \gamma_s$		500.00 MPa		

θ	40	
$\tan\theta$	0.83910	
$\cot\theta$	1.19175	
V_{3RDmax}	$z \cdot h \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan\theta + \cot\theta)$	9.893 MN
T_{RDmax}	$2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot v \cdot f_{cd} / (\tan\theta + \cot\theta)$	3.997 MN

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$$T_{EDmax} / T_{RDmax} + V_{ED3max} / V_{3RDmax} = 0.249 < 1$$

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

šírka strmeňa b_w

b_w	0.7 m	
A_{sw}	$2 \cdot A_{st}$	0.000308 m ²
s_a	$A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \cot\theta / V_{ed}$	0.295 m
ρ_{wmin}	$0.08 \cdot (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.00088
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b$	0.0022
kontrola minimálneho % vystuženia		
r_{sw}	$A_{sw} / s_a / b$	0.0022 > 0.00088
V_{RDS}	$f_{ywd} \cdot A_{sw} / s \cdot z \cdot \cot\theta$	1.968 > 0.622 MN

Návrh výstuže na krútenie

osová vzdialenosť strmeňov s	0.2 m	$f_{16/200mm}$
$\sigma_{swd} =$	$(T_{ED} / 2A_k + V_{ed} / (n_k \cdot z)) \cdot s / A_{swt} / \cot\theta$	f_{ywd}
$S_{swd} =$	431.765 MPa	500.00 MPa

Horizontálna zložka šmyku, pozdĺžna výstuž obvodová $u_k =$

$h_{ed} =$	$(T_{ED} / 2A_k \cdot u_k) \cdot \cot\theta$	0.059 MN
$A_s =$	$(F_{tdl} / f_{yd}) / * 10000$	1.180 cm ²
	$f_{R14/\acute{a}150}$	$A_s = 1.54$ cm ²

KRÍDLO - RÍMSA 1,6m - mimoriadne zaťaženie - horizontálny smer

M_{ed}	1.369 MNm	oceľ	B500
V_{ed}	0.678 MN	f_{yk}	500 MPa
M_k	0.822 MN	$f_{yd} = f_{yk} / 1.0$	500 MPa

betón 30/37

f_{cd} 22.174 MPa

f_{ctm} 2.9 MPa

prierez

h 0.8 m

d 0.726 m

b 3 m

$A = b \cdot d$ 2.4 m²

$u = 2 \cdot (d + b)$ 7.6 m

$t_{ef} = A/u$ 0.316 > 2as 0.116

krytie c 50

pozdĺžna nosná výstuž ϕ_s 20 A_s 0.000314 m²

šmyková výstuž ϕ_{st} 14 A_{st} 0.000154 m²

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

$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$ 58 mm

$b_k = b - t_{ef}$ 2.684 m

$h_k = h - t_{ef}$ 0.484 m

$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$ 6.336 m

$A_k = b_k \cdot h_k$ 1.299 m²

účinná výška prierezu

$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$ 74 mm

$d = h - d_1$ 0.726 m

rameno vnútorných síl

$z = 0.85d$ 0.617 m

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

$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$ 0.003267 m² 32.67 cm²

$x_{Blim} = 560 \cdot d / (700 + f_{yd})$ 0.339 m

$A_{smax} = x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$ 0.045102 m² 451.02 cm²

$x_B = d - \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$ 0.029 < x_{lim} 0.339 m

$\min(x_B; x_{lim})$ 0.029 m

$A_{sreq} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$ 38.583 > A_{smin} 32.67

potrebné množstvo - horizontálna zložka

šmyku

θ 40

$\tan \theta$ 0.8391

$\cot \theta$ 1.191754 20.01

krútenie priečna sila

$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$ 1.131203 0.808 MN

$A_s =$	$0.5 \cdot (F_{tdl}/f_{yd}) \cdot 10000$	22.62405	8.080	cm ²
A_{sM+Q}	69.29	cm ²		
	23f20/150	A_s	72.22	cm²
			>	69.29 cm²
			<	451.02 cm²

KRÍDLO - RÍMSA 0,8m - mimoriadne zaťaženie - vertikálny smer

M_{ed}	0.847	MNm	ocel'	B500	
V_{ed}	0.394	MN		f_{yk}	500 MPa
M_k	0.832	MN		$f_{yd} = f_{yk}/1.0$	500 MPa
betón 30/37					
f_{cd}	22.174	MPa			
f_{ctm}	2.9	MPa			

prierez

h	1.9	m			
d	1.824	m			
b	0.63	m			
$A = b \cdot d$	1.197	m ²			
$u = 2 \cdot (d + b)$	5.06	m			
$t_{ef} = A/u$	0.237	> 2as	0.116		
krytie	c	50			
pozdĺžna nosná výstuž	ϕ_s	25	A_s	0.000491	m ²
šmyková výstuž	ϕ_{st}	14	A_{st}	0.000154	m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	16	A_{sl}	0.000201	m ²

$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	58	mm			
$b_k = b - t_{ef}$	0.393	m			
$h_k = h - t_{ef}$	1.663	m			
$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$	4.112	m			
$A_k = b_k \cdot h_k$	0.654	m ²			
účinná výška prierezu					
$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	76.5	mm			
$d = h - d_1$	1.8235	m			
rameno vnútorných síl					
$z = 0.85d$	1.550	m			
$\rho_{min} = 0.26 \cdot f_{ctm}/f_{yk}$	0.0015	> 0.0013			
$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.001724	m ²	17.24	cm ²	
$x_{Blim} = 560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.851	m			
$A_{smax} = x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd}/f_{yd}$	0.023776	m ²	237.76	cm ²	

$$x_B = \frac{d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}}{1} = 0.034 < x_{lim} = 0.851 \text{ m}$$

$$\min(x_B; x_{lim}) = 0.034 \text{ m}$$

$$A_{sreq} = \frac{x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000}{1} = 9.499 > A_{smin} = 17.24$$

potrebné množstvo - horizontálna zložka
šmyku

$$\theta = 40$$

$$\tan \theta = 0.8391$$

$$\cot \theta = 1.191754$$

krútenie priečna sila

$$F_{tdl} = \frac{(T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta}{1} = 0.477576 \quad 0.470 \text{ MN}$$

$$A_s = \frac{0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) \cdot 10000}{1} = 9.551522 \quad 4.700 \text{ cm}^2$$

$$A_{sM+Q} = 23.75 \text{ cm}^2$$

$$5f_{25/125} \quad A_s \quad 24.55 \text{ cm}^2 > 23.75 \text{ cm}^2$$

$$< 237.76 \text{ cm}^2$$

Šmyk s krútením

prierez

832/755= priemerná

$$h = 2.6 \text{ priemerná výška}$$

$$T_{EDmax} = 0.7935 \text{ MNm}$$

$$b = 0.63$$

$$V_{3RDmax} = 0.394 \text{ MN}$$

$$A = b \cdot d = 1.638$$

$$u = 2 \cdot (d + b) = 6.46$$

$$t_{ef} = \frac{A}{u} = 0.254 > 2a_s = 0.144$$

$$\text{krytie} \quad c = 50$$

$$\text{pozdĺžna nosná výstuž_horný povrch} \quad \phi_s = 25 \quad A_s = 0.000491 \text{ m}^2$$

$$\text{šmyková výstuž pre V3} \quad \phi_{st} = 14 \quad A_{st} = 0.000154 \text{ m}^2$$

$$\text{výstuž na krútenie} \quad \phi_{sl} = 16 \quad A_{sl} = 0.000201 \text{ m}^2$$

$$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl} = 72 \text{ mm}$$

$$b_k = b - t_{ef} = 0.376 \text{ m}$$

$$h_k = h - t_{ef} = 2.346 \text{ m}$$

$$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k) = 5.444 \text{ m}$$

$$A_k = b_k \cdot h_k = 0.882 \text{ m}^2$$

účinná výška prierezu

$$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s = 76.5 \text{ mm}$$

$$d = h - d_1 = 2.5235 \text{ m}$$

rameno vnútorných síl

$$z = 0.85d = 2.145 \text{ m}$$

návrhové hodnoty materiálových
charakteristík

$$f_{ck} = 30 \text{ MPa} \quad \text{C30/37}$$

$$f_{cd} = 0.85 \cdot f_{ck} / 1.15 = 22.17391304 \text{ MPa}$$

$$v = 0.6 \cdot (1 - f_{ck} / 250) = 0.528$$

$$f_{yk} = 500 \text{ MPa} \quad \text{B500B}$$

$f_{yd}=f_{ywd} \quad f_{yw}/\gamma_s$	500.00 MPa
θ	40
$\tan\theta$	0.83910
$\cot\theta$	1.19175

V_{3RDmax}	$z \cdot h \cdot v \cdot f_{cd}/(\tan\theta + \cot\theta)$	7.791 MN
T_{RDmax}	$2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot v \cdot f_{cd}/(\tan\theta + \cot\theta)$	2.583 MN

overenie šmykovej odolnosti z hľadiska porušenia betónu

$$T_{EDmax}/T_{RDmax} + V_{ED3max}/V_{3RDmax} \quad \mathbf{0.358 < 1}$$

Návrh šmykovej výstuže - zvislý smer

šírka strmeňa b_w

b_w	0.7 m		
A_{sw}	$2 \cdot A_{st}$	0.000308 m ²	2f14/200mm
s_a	$A_{sw} \cdot f_{yd} \cdot \cot\theta / V_{ed}$	0.466 m	návrh 0.2 m
ρ_{wmin}	$0.08 \cdot (f_{ck})^{1/2} / f_{yk}$	0.00088	
	$A_{sw}/s_a/b$		
r_{sw}	w	0.0022	
kontrola minimálneho % výstuženia			
	$A_{sw}/s_a/b$		
r_{sw}	w	0.0022 >	0.00088
V_{RDS}	$f_{ywd} \cdot A_{sw}/s \cdot z \cdot \cot\theta$	1.968 >	0.394 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}
$S_{swd} =$		475.659 MPa <	500.00 MPa

Horizontálna zložka šmyku, pozdĺžna výstuž obvodová $u_k =$ 0.15 m

$h_{ed} =$	$(T_{ED}/2A_k \cdot u_k) \cdot \cot\theta$	0.080 MN	
$A_s =$	$(F_{td}/f_{yd})/10000$	1.600 cm ²	fR16/á150 $A_s =$ 2.01 cm ²

KRÍDLO - RÍMSA 0,8m - mimoriadne zaťaženie - horizontálny smer

M_{ed}	1.114 MNm	ocel'	B500	
V_{ed}	0.471 MN	f_{yk}	500 MPa	
M_k	0.755 MN	$f_{yd} = f_{yk}/1.0$	500 MPa	
betón 30/37				

f_{cd}	22.174	MPa		
f_{ctm}	2.9	MPa		
prierez				
h	0.63	m		
d	0.556	m		
b	2.7	m		
$A = b \cdot d$	1.701	m ²		
$u = 2 \cdot (d + b)$	6.66	m		
$t_{ef} = A/u$	0.255	> 2as	0.116	
krytie	c		50	
pozdĺžna nosná výstuž	ϕ_s	20	A_s	0.000314 m ²
šmyková výstuž	ϕ_{st}	14	A_{st}	0.000154 m ²
pozdĺžna výstuž na krútenie	ϕ_{sl}	16	A_{sl}	0.000201 m ²
$a_s = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_{sl}$	58	mm		
$b_k = b - t_{ef}$	2.445	m		
$h_k = h - t_{ef}$	0.375	m		
$u_k = 2 \cdot (h_k + b_k)$	5.640	m		
$A_k = b_k \cdot h_k$	0.917	m ²		
účinná výška prierezu				
$d_1 = c + \phi_{st} + 0.5 \cdot \phi_s$	74	mm		
$d = h - d_1$	0.556	m		
rameno vnútorných síl				
$z = 0.85d$	0.473	m		
$\rho_{min} = 0.26 \cdot f_{ctm} / f_{yk}$	0.0015	> 0.0013		
$A_{smin} = \rho_{min} \cdot b \cdot d$	0.002252	m ²	22.52	cm ²
$x_{Blim} = 560 \cdot d / (700 + f_{yd})$	0.259	m		
$A_{smax} = x_{Blim} \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd}$	0.031013	m ²	310.13	cm ²
$x_B = d \cdot \sqrt{d^2 - 2 \cdot M_{ED} / (b \cdot f_{cd})}$	0.035	< x _{lim}	0.259	m
		min(x _B ; x _{lim})	0.035	m
$A_{sreq} = x_B \cdot b \cdot f_{cd} / f_{yd} \cdot 10000$	41.909	> A _{smin}	22.52	
potrebné množstvo - horizontálna zložka šmyku				
θ	40			
$\tan \theta$	0.8391			
$\cot \theta$	1.191754		20.01	
krútenie priečna sila				
$F_{tdl} = (T_{ED} / 2 / A_k \cdot u_k + V_{ed2}) \cdot \cot \theta$	1.32464	0.561	MN	
$A_s = 0.5 \cdot (F_{tdl} / f_{yd}) / 10000$	26.4928	5.610	cm ²	
A_{sM+Q}	74.01	cm ²		
24f20/150	A_s	75.36	cm²	>
				<
			74.01	cm²
			310.13	cm²

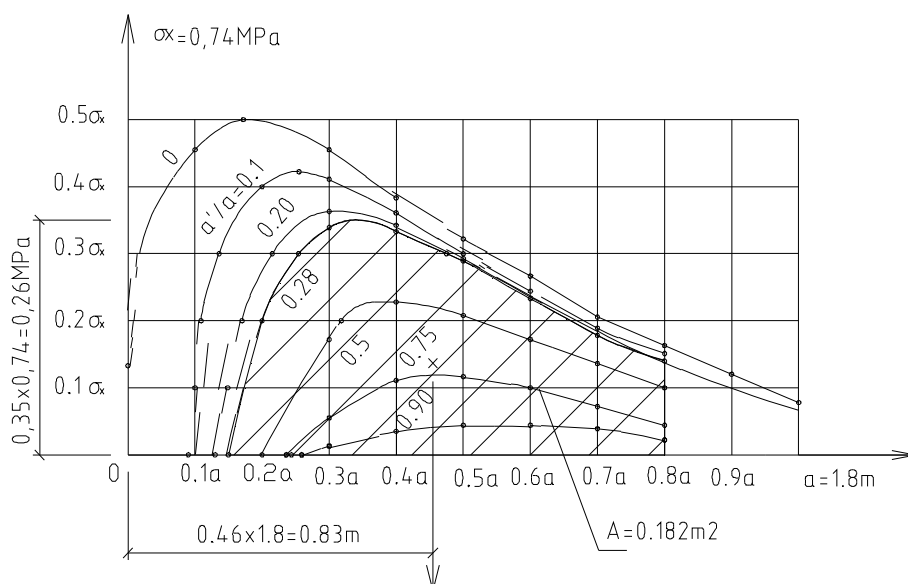
Priečne ťahy

PRIEČNE ŤAHY - POD LOŽISKAMI

$a' = 0.5$ N= 1.332 MN $\sigma_a = 434.783$ Mpa
 $a = 1.8$ b= 1
 $p = a'/a = 0.28$
 $Z = N \cdot (a - a') / 4 \cdot a = 0.2405$ MN
 $\sigma_x = N / a \cdot b = 0.74$ Mpa
 $\sigma_y = 1.5 \cdot Z / a \cdot b = 1.11$ Mpa A1= 0.182
 $Z1 = A1 \cdot a \cdot \sigma_x = 0.24242$ MN
 $Fa1 = Z1 / \sigma_a = 0.00056$

0.00077 => návrh siete

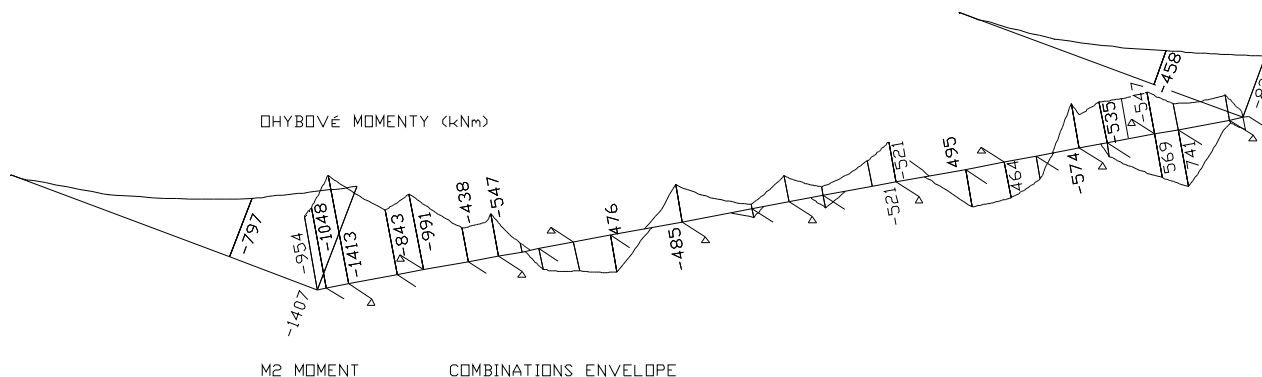
5fR14 á200

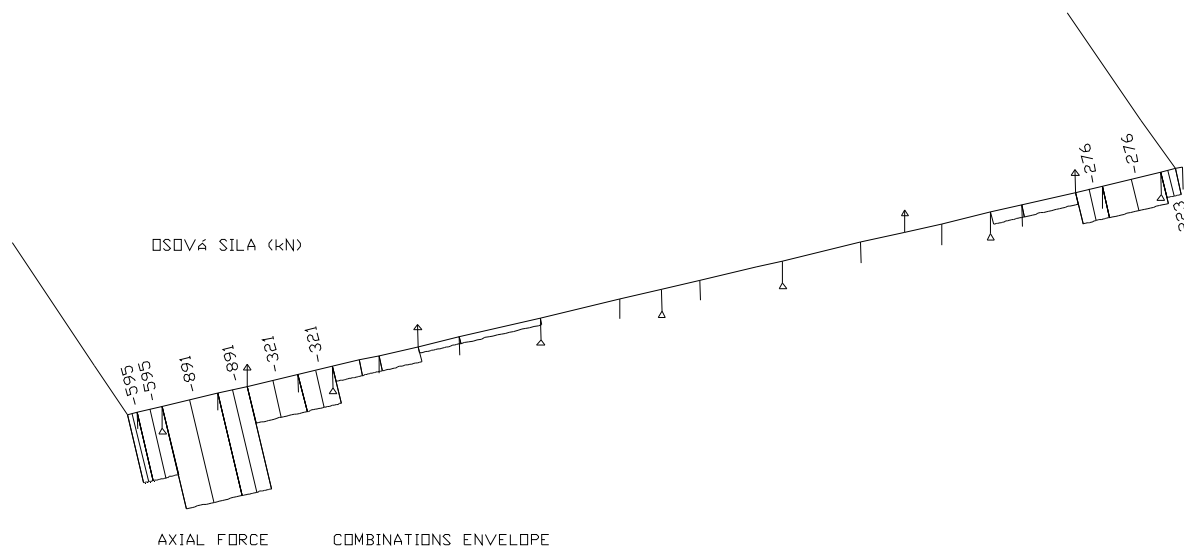


TRHLINY – úložný prah

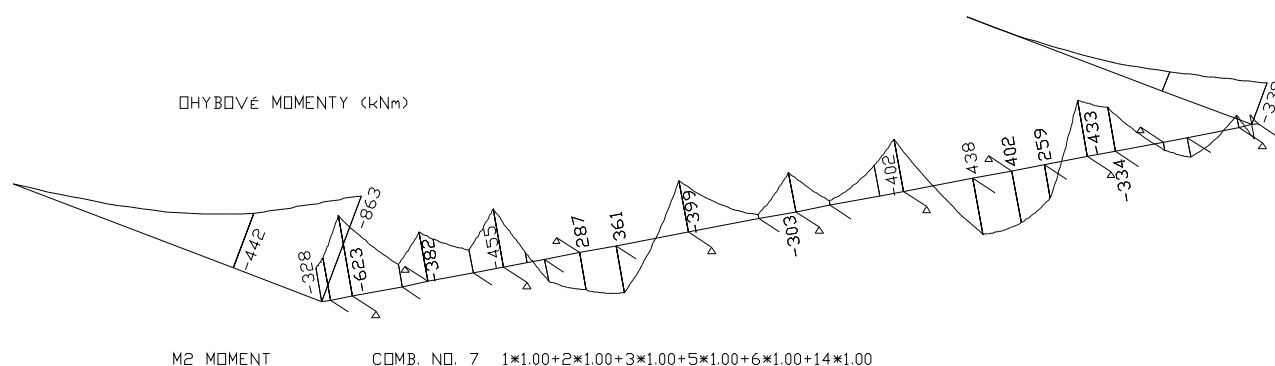
Pri posúdení šírky trhlín najprv zistíme napätie v tlaku v betóne a napätie vo výstuži v kritickom priereze pri charakteristickej kombinácii zaťaženia (len pre LM1). Ak hodnota napätia v tlaku v betóne neprekročí $0,6 \cdot f_{ck}$ a zároveň ťahové napätie vo výstuži bude menšie ako $0,8 \cdot f_{yk}$.

Charakteristická kombinácia





Kvázi-stála kombinácia



Výpočet napätia vo výstuži - preukázanie šírky trhlín

B E T O N KBT = 0.00

ZB BB

2.0500 2.3500

0.0000 2.3500

V Y Z T U Z NVP = 6.250

ZV NV DV1(-FV1)

1.9800 16.000 0.025000

0.0700 16.000 0.025000

Z A T I Z E N I

Oh. moment Norm. sila Poloha N.sily

-1.4130 0.8910 1.0250

-0.6230 0.8910 1.0250

VYSLEDKY

BETON

Z N A P E T I

1

2

2.0500 0.0000 0.0000

0.0000 **-1.6740 < 18MPa** 0.0000

VYZTUZ

Z N A P E T I

1

2

1.9800 **150.4586 < 400MPa** **98.2531 < 200MPa** tab. 7.2.N EC 1992-1-1
 0.0700 -4.7734 15.1925

⇒ podľa STN EN 1992-1, 7.2.5, posúdenie vyhovuje.