

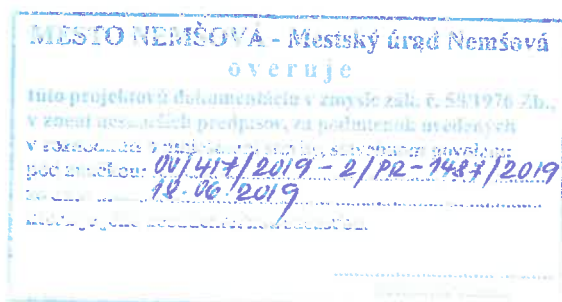
Názov:	CYKLOCHODNÍK ĽUBORČA - KLÚČOVÉ, NEMŠOVÁ		
Kraj:	TRENČÍN	Okres:	TRENČÍN
		Obec:	NEMŠOVÁ
Miesto stavby:	Nemšová, parc.č. 1667 k.ú. Klúčové		
Investor:	MESTO NEMŠOVÁ, Janka Palu 2/3, 914 41 Nemšová		

PROJEKT STAVBY PRE STAVEBNÉ POVOLENIE

CYKLOCHODNÍK ĽUBORČA - KLÚČOVÉ, NEMŠOVÁ SO 201 – LÁVKA PONAD POTOK KLÚČOVEC

1.1.3 STATICKÝ VÝPOČET

1.1 Stavebnotechnické riešenie



Dátum :	JÚN, 2015
Zák. číslo :	35-0537-15
Arch. číslo :	A035/2015
Zodp. projekt. :	Ing. Ján MALAST
Splupracovali :	
Spracovateľ :	PIA STAMAT TRENČÍN

(Handwritten signature)

5

1. Technická správa k statickému výpočtu

1.1 Predmet statického výpočtu

Predmetom statického výpočtu je posúdenie mechanickej odolnosti a stability mostnej konštrukcie v zmysle § 43d, ods.1, písm.a, Zákona č. 50/1976 Zb. v znení neskorších predpisov a spoľahlivosti (t.j. bezpečnosti, použiteľnosti a trvanlivosti) predmetnej stavby v zmysle STN 73 0002 Navrhovanie nosných konštrukcií stavieb – základné ustanovenia. Statický výpočet sa týka návrhu nosnej konštrukcie lávky pre chodcov a cyklistov. Zaťaženie konštrukcií STN EN 1991-2 Časť 2: Zaťaženie mostov dopravou.

1.2 Zoznam technických noriem

STN 73 6203	Zaťaženie mostov
STN 73 6201	Projektovanie mostných objektov
STN 73 1001	Základová pôda pod plošnými základmi
STN 73 2002	Projektovanie betónových stavieb
STN 73 1201	Navrhovanie betónových konštrukcií
STN EN 1990	Zásady navrhovania konštrukcií.
STN EN 1991-2	Zaťaženia konštrukcií. Časť 2: Zaťaženia mostnou dopravou.
STN EN 1992-1-1	Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy.
STN EN 1992-2	Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 2: Betónové mosty. Navrhovanie a konštruovanie.

1.3 Zoznam podkladov

Geodetické polohopisné a výškopisné zameranie.
Fotodokumentácia

1.4 Rozmery lávky

- Sv. rozpätie lávky	: $L_s = 8,50 \text{ m}$
- Teoretické rozpätie	: $L_t = 8,80 \text{ m}$
- Dĺžka lávky	: $9,30 \text{ m}$
- Šikmosť lávky	: 90°
- Šírka lávky	: $3,50 \text{ m}$
- Stavebná výška /nad korytom potoka/	: $1,90 \text{ m}$
- Náhodilé zaťaženie lávky	: STN EN 1991-2
rovnomerné spojité zaťaženie: $q_k = 5,0 \text{ kNm}^{-2}$ čl. 5.3.2	

1.5 Popis konštrukcie

Lokalita výstavby „Lávka ponad potok Kľučovec“ sa nachádza v extraviláne mesta Nemšová, vedľa regionálnej cesty II/507 v smere Nemšová - Trenčín. Lávka ponad potok je navrhovaná pre peších chodcov a pre cyklistov. Koryto potoka je lichobežníkového tvaru, nie je upravené. Nosnú konštrukciu premostenia bude tvoriť železobetónová, monolitická doska konštantnej hrúbky 240 mm. Doska bude tuho spojená so železobetónovými stenami, ktoré sú hr. 400 mm.

Oporné železobetónové steny sprostredkujú prenos účinkov hornej stavby a zemného tlaku cez základové pásy do základovej pôdy. Spolu s doskou vytvárajú rámovú konštrukciu. Základové pásy sú šírky 900 mm, výšky 500 mm.

Železobetónová doska teoretického rozpätia 8,80 m (svetlá dĺžka 8,50 m). Mostná doska je hrúbky 240 mm a je navrhovaná z betónu triedy C30/37-XC4-XF3(SK)-CI 0,4.

Základové pásy sú z betónu C25/30 – XC2,XF1(SK) - CI0,1-Dmax.16-S4.

Betonárska výstuž: 10 505 R.

Mostovka bude opatrená Hydroizoláciou Sika Elastomastic TF /pochôdná plocha 32,6 m²/.

Použitá literatúra

- [1] Zvara, Majdúch: Betónové konštrukcie
- [2] Klimeš, Zuda: Betónové mosty
- [3] Bolha, Chandoga, Osudský, Fillo: Betónové mosty
- [4] Majdúch, Hudoba: Betónové konštrukcie

Trenčín, 06.2015

Vypracoval: Ing. Ján MALAST

2. Statický výpočet

2.1 VÝPOČET ZAŤAŽENIA

2.1.1 Stále zaťaženie

a/ Vlastná tiaž dosky

$$g_{n1} = A_n \cdot \gamma_d = 0,24 \cdot 25,0 = 6,0 \text{ kNm}^{-2}$$

$$g_{dk1} = 6,0 \cdot 1,35 = 8,10 \text{ kNm}^{-2}$$

b/ Vlastná tiaž steny

$$g_{n2} = A_d \cdot \gamma_d = 0,4 \cdot 1,1 \cdot 25,0 = 11,0 \text{ kNm}^{-2}$$

$$g_{dk2} = 11,0 \cdot 1,35 = 14,85 \text{ kNm}^{-2}$$

c/ Povrchová úprava - hydroizolácia

$$g_{n2} = 0,50 \text{ kNm}^{-2}$$

$$g_{dk2} = 0,5 \cdot 1,35 = 0,68 \text{ kNm}^{-2}$$

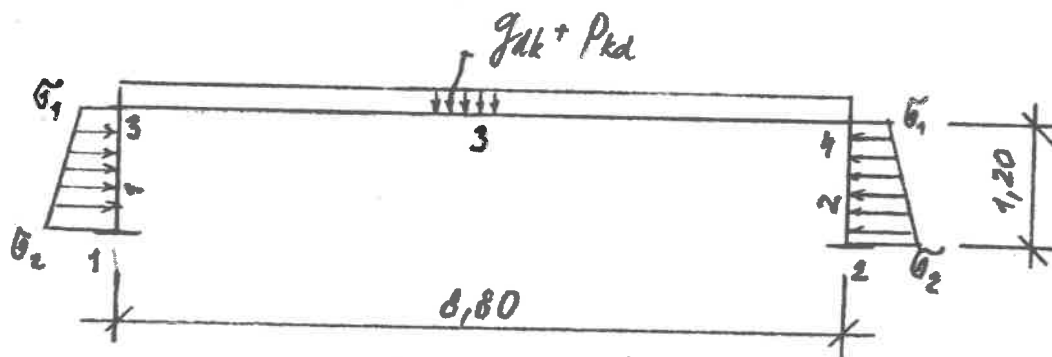
2.1.2 Náhodilé zaťaženie:

Rovnomerné zaťaženie: $5,00 \text{ kNm}^{-2}$

$$p_{kd} = 5,0 \cdot 1,5 = 7,50 \text{ kNm}^{-2}$$

2.2 VÝPOČET HORNEJ DOSKY

Statická schéma: rámová konštrukcia



$$q_{kn} = g_{kn} + p_{kn} = 6,00 + 0,50 + 5,00 = 11,50 \text{ kNm}^{-2}$$

$$q_{kd} = g_{kd} + p_{kd} = 6,5 \cdot 1,35 + 5,00 \cdot 1,5 = 16,28 \text{ kNm}^{-2}$$

Pre prostý nosník sú vnútorné sily:

$$M_{d1} = \frac{1}{8} q_{kd} \cdot l^2 = \frac{1}{8} 16,28 \cdot 8,80^2 = 157,68 \text{ kNm}$$

$$V_{d1} = \frac{1}{2} q_{kd} \cdot l_d = \frac{1}{2} 16,61 \cdot 9,30 = 77,24 \text{ kN}$$

Návrh výstuže železobetónovej dosky

Betón: C30/37-XC4-XF3(SK)-CI 0,4

Hlavná výstuž dosky - dolná

$$\underline{7 \text{ } \varnothing \text{ R } 22/\text{m'} \quad F_a = 26,61 \cdot 10^2 \text{ mm}^2}$$

Hlavná výstuž dosky – horná nad podporami

$$\underline{7 \text{ } \varnothing \text{ R } 20/\text{m'} \quad F_a = 21,99 \cdot 10^2 \text{ mm}^2}$$

Priečna výstuž dosky:

$$f_a = 0,2 \cdot F_a = 0,2 \cdot 26,61 \cdot 10^2 = 5,32 \cdot 10^2 \text{ mm}^2$$

$$\underline{4 \text{ } \varnothing \text{ R } 14/\text{m'} \quad f_a = 6,16 \cdot 10^2 \text{ mm}^2}$$

STATICKÝ VÝPOČET

stavba:

objekt:

arch.č.:

dátum:

výkr.č.:

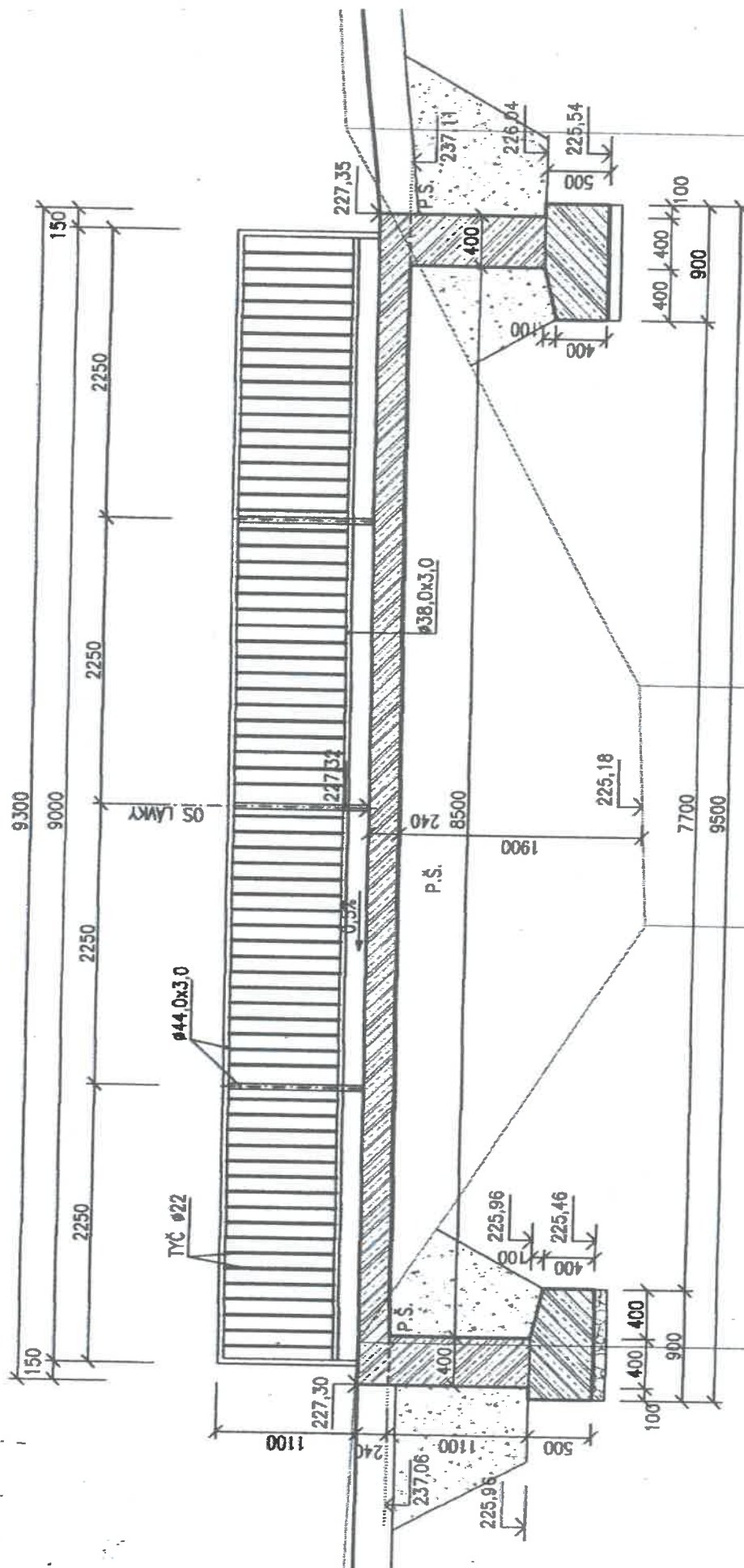
ocel:

vyhotovil:

strana:

5

POZDÍŽNY REZ A-A
M 1:50



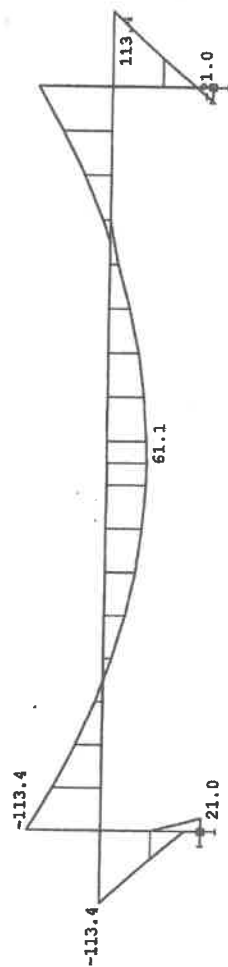
Program : IDA Nexis32 release 3.40.13

Projekt : Lávka pre peších Nemšová

Popis : Rámcová konštrukcia

Autor : Ing. Ján Maláč

16. júna 2015



Vnitřní síly - M na prutu(ech). Únos. kombi : 1/2

Licencováno DEMO

Strana: 1/1

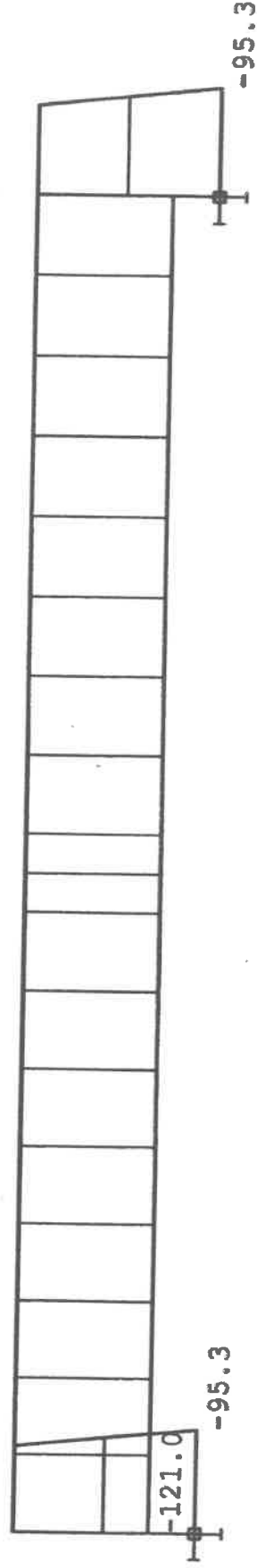
Program : IDA Nexis32 release 3.40.13

Projekt : Lávka pre peších Nemšová

Popis : Rámová konštrukcia

Autor : Ing. Ján Malast

16. júna 2015



Vnitřní síly - N na prutu(ech). Únos. kombi : 1/2

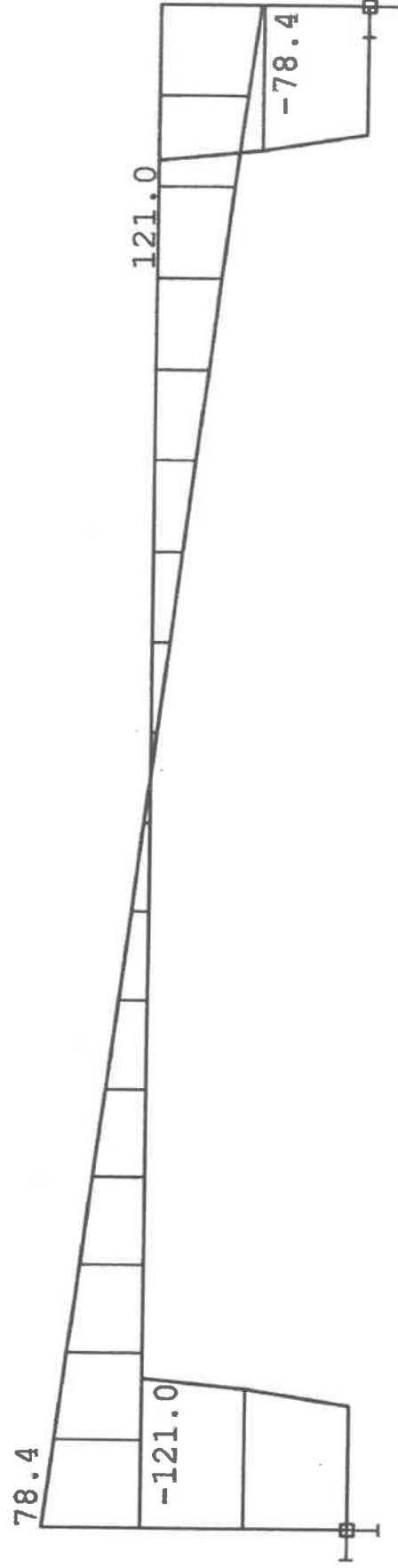
Program : IDA Nexis32 release 3.40.13

16. júna 2015

Projekt : Lávka pre peších Nemšová

Popis : Rámová konštrukcia

Autor : Ing. Ján Malast



Vnitřní síly - V na prutu(ech). Únos. kombi : 1/2

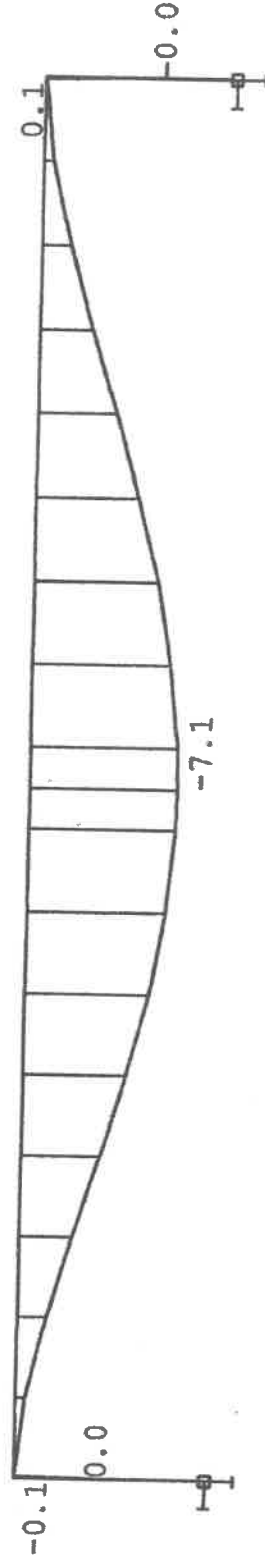
Program : IDA Nexis32 release 3.40.13

Projekt : Lávka pre peších Nemšová

Popis : Rámová konštrukcia

Autor : Ing. Ján Malast

16. júna 2015



Deformace - uz na prutu(ech). Únos. kombi : 1/2

Program : IDA Nexis32 release 3.40.13

Projekt : Lávka pre peších Nemšová

Popis : Rámová konštrukcia

Autor : Ing. Ján Malast

16. júna 2015

Vnitřní síly na prutu(ech). Extrém prutu

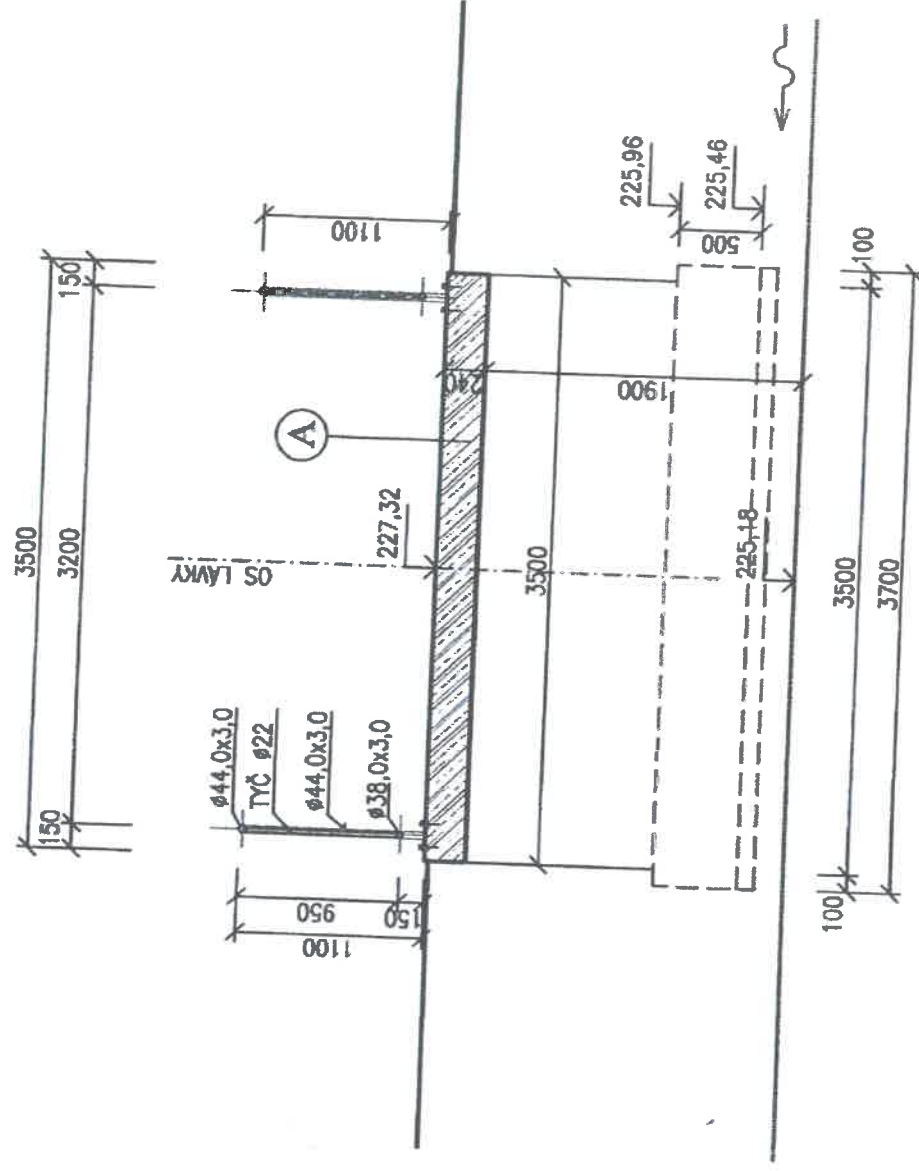
Lineární statický - nebezpečné nebo všechny kombinace

Skupina prutů : 1/3

Skupina kombinací na únosnost : 1/2

prut	pr.č.	kombi	dx [m]	N [kN]	V [kN]	M [kNm]
1	2	0.000	0.000	-95.28	-100.17	20.99
		1.200	1.200	-78.43	-120.99	-113.43
		0.000	0.000	-95.28	100.17	-20.99
2	1	1.200	1.200	-78.43	120.99	113.43
		0.000	0.000	-120.99	78.43	-113.43
		8.900	8.900	-120.99	-78.43	-113.43
4.450				-120.99	0.00	61.08

PRIEČNY REZ B-B M 1:50



Prierez: LÁVKA Nemšová - výstuž dosky

Norma: EN 1992-1-1

Betón: C25/30 $f_{ck}=25,0$ MPa $f_{ctm}=2,60$ MPa $E_{cm}=31000$ MPa

Oceľ: 10505 R $f_{yk}=490$ MPa $E_s=200000$ MPa

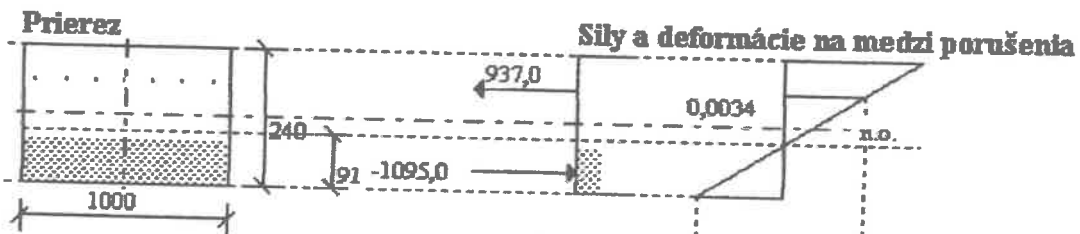
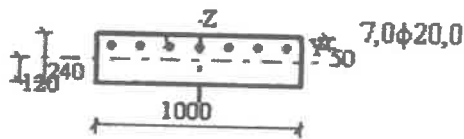
Súčiniteľ: $\gamma_c=1,500$ $\gamma_s=1,150$ $\alpha_{cc}=0,900$

Zaťaženie: $N_{Ed}=-121,00$ kN $M_{Ed}=-113,40$ kNm

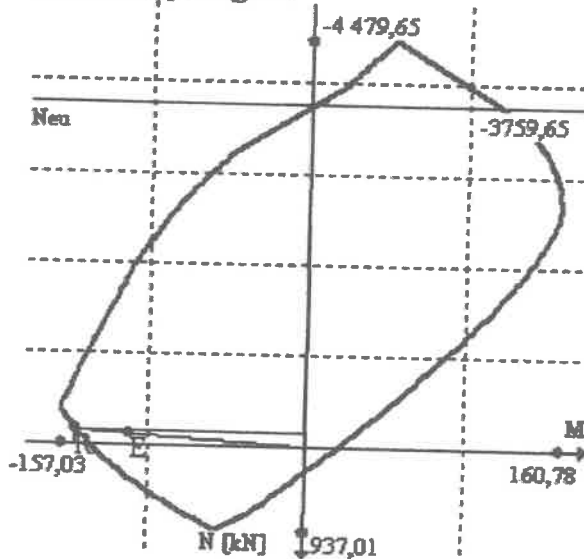
Prierez: $A_b=0,240$ m² $A_s=2199,1$ mm² $d=0,180$ m $z_b=0,144$ m

Pozdĺžna výstuž: (z - vzdialenosť ťažiska radu výstuže od spodného okraja prierezu)

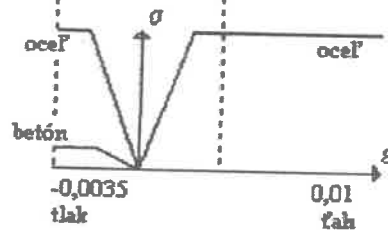
7 x $\phi 20,0$ $z = 180$ mm $A_s = 2199,1$ mm² $t_s = 142,9$ mm



Interakčný diagram



Concrete EC2 (c) 2009



Využitie: 76,81%

$N = -121,00$ kN

$N_{Ed} = -121,00$ kN

$N_{Rd} = 157,52$ kN

$M = -113,40$ kNm

$M_{Ed} = -113,40$ kNm

$M_{Rd} = 147,63$ kNm

Prierez vyhovuje !

Prierez: LÁVKA Nemšová - výstuž dosky

Norma: EN 1992-1-1

Betón: C30/37 $f_{ck}=30,0$ MPa $f_{ctm}=2,90$ MPa $E_{cm}=33000$ MPa

Oceľ: 10505 R $f_{yk}=490$ MPa $E_s=200000$ MPa

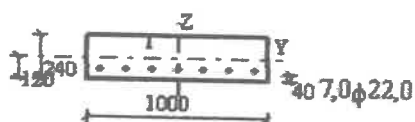
Súčiniteľ: $\gamma_c=1,500$ $\gamma_s=1,150$ $\alpha_{cc}=0,900$

Zaťaženie: $N_{Ed}=121,00$ kN $M_{Ed}=157,68$ kNm

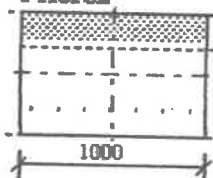
Prierez: $A_b=0,240$ m² $A_s=2660,9$ mm² $d=0,189$ m $z_b=0,161$ m

Pozdĺžna výstuž: (z - vzdialenosť ťažiska radu výstuže od spodného okraja prierezu)

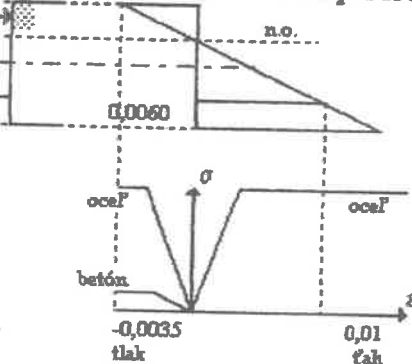
7 x $\phi 22,0$ $z = 51$ mm $A_s = 2660,9$ mm² $t_s = 142,9$ mm



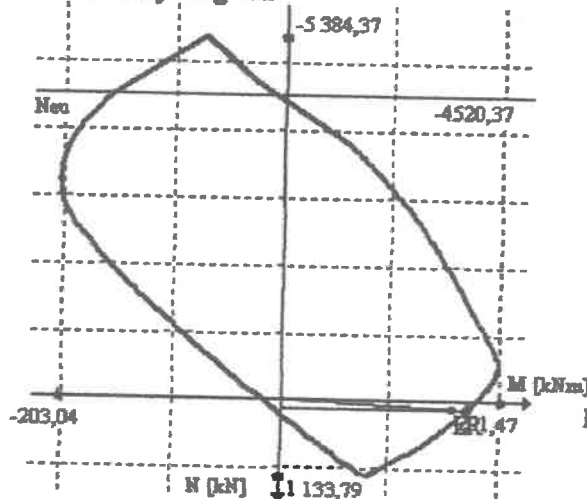
Prierez



Sily a deformácie na medzi porušenia



Interakčný diagram



Využitie: 92,41%

$N=121,00$ kN

$N_{Ed}=121,00$ kN

$N_{Rd}=130,94$ kN

$M=157,68$ kNm

$M_{Ed}=157,68$ kNm

$M_{Rd}=170,63$ kNm

Prierez vyhovuje !

2.3 POSÚDENIE STENY hr. 400 mm

A/ Stále zaťaženie - zvislé

		F_{sd} [kN/m]
- Doska s izoláciou	6,5 . 1,35 . 4,65	= 40,80
- Vl. tiaž steny	25 . 0,40 . 1,10 . 1,35	= 14,85

$$F_{sd} = 55,65 \text{ kN/m}$$

B/ Náhodilé rovnomerné od dosky na stenu

Rovnomerné zaťaženie: $5,00 \text{ kNm}^{-2}$

$$p_{kd} = 5,0 \cdot 1,5 \cdot 4,65 = 34,88 \text{ kNm}^{-1}$$

C/ Zemný - bočný tlak na stenu potoka

Geotechnické charakteristiky zeminy (normové hodnoty)

Klasifikácia:

STN 73 1001: Trieda F1, MG

STN 73 3050: Ťažiteľnosť: trieda 3

$$\gamma_n = 19 \text{ kNm}^{-3}$$

$$\varphi_{ef} = 28^\circ$$

$$c_{ef} = 8,0 \text{ kPa}$$

$$\varphi_u = 0$$

$$c_u = 60 \text{ kPa /tuhá konzistencia/}$$

$$E_{def} = 4 \sim 12 \text{ MPa}$$

$$v = 0,35$$

Tabuľková výpočtová pevnosť $R_{dt} = 200 \text{ kPa}$

Šírka základu: $B = 0,90 \text{ m}$, výška základu: $0,50 \text{ m}$, výška steny: $1,10 \text{ m}$

Zväčšenie zemného tlaku od premenného zaťaženia

Náhradná výška pre vodorovné zaťaženie od premenného zaťaženia.

Charakteristika zásypového materiálu:

$$\varphi_{ef} = 28^\circ, \gamma_n = 19 \text{ kNm}^{-3}$$

Súčiniteľ aktívneho tlaku

$$K_a = \tan^2 \left(45^\circ - \frac{\varphi_d}{2} \right) = 0,42 \text{ pre } 24^\circ$$

$$\varphi_d = \varphi_{ef} - 4^\circ = 24^\circ$$

Zväčšenie zemného tlaku vyvolané chodníkom a náhodným zaťažením:

	$g_{vs} \text{ [kNm}^{-2} \text{]}$	γ_f	$g_{vd} \text{ [kNm}^{-2} \text{]}$
- Chodník	4,50	1,35	6,08
- Premenné zaťaženie - sneh	1,50	1,5	2,25
- Premenné zaťaženie /vozidlá/	5,00	1,5	7,50

$$q_{vd} = 11,0 \text{ kNm}^{-2}$$

$$q_{vd} = 15,83 \text{ kNm}^{-2}$$

Náhradná výška

$$a = \frac{q_{vd}}{\gamma_n} = \frac{15,83}{19} = 0,85 \text{ m}$$

Výslednica zemného tlaku:

$$S_d = 0,5 \cdot \gamma_d \cdot h (h + 2a) \cdot K_a = 0,5 \cdot 19 \cdot 1,20 \cdot (1,20 + 2 \cdot 0,85) \cdot 0,42 = 13,86 \text{ kNm}^{-1}$$

Vodorovné zaťaženie od zemného tlaku:

$$\sigma_1 = 19 \cdot 0,85 \cdot 0,42 = 6,78 \text{ kPa}$$

$$\sigma_2 = 19 \cdot (1,2 + 0,85) \cdot 0,42 = 16,36 \text{ kPa}$$

Zložky výslednice zemného tlaku sú:

$$S_{1k} = 6,78 \cdot 1,20 = 8,14 \text{ kN/m}$$

$$S_{2k} = 0,5 \cdot (16,36 - 6,78) \cdot 1,20 = 5,75 \text{ kN/m}$$

Klopiaci moment:

$$M_{d,kl} = S_{1k} \cdot (0,6 + 0,5) + S_{2k} \cdot (0,4 + 0,5) = 8,14 \cdot 1,10 + 5,75 \cdot 0,90 = 14,13 \text{ kNm}$$

Osová sila:

Stabilizujúci moment:

$$M_{d,st} = 24 \cdot 0,5 \cdot 0,9 \cdot 0,45 + 25 \cdot 0,4 \cdot 1,1 \cdot 0,6 + 41,22 \cdot 0,6 = 36,2 \text{ kNm}$$

Stabilita opory: stupeň bezpečnosti proti prevrhnutiu:

$$S = \frac{M_{d,st}}{M_{d,kl}} > 1,0$$

$$S = \frac{36,20}{14,13} = 2,5 > 1,5 \text{ - vyhovuje}$$

Prierez: Stena lávky - výpočet výstuže

Norma: EN 1992-1-1

Betón: C25/30 $f_{ck}=25,0$ MPa

$f_{ctm}=2,60$ MPa

$E_{cm}=31000$ MPa

Oceľ: 10505 R $f_{yk}=490$ MPa

$E_s=200000$ MPa

Súčiniteľ: $\gamma_c=1,500$ $\gamma_s=1,150$

$\alpha_{cc}=0,900$

Dĺžka: $l=1,20$ m

$l_0=2,40$ m

$\lambda=20,8$

$\lambda_{lim}=79,9$

Excentricita: $e_1=0,937$ m

$e_i=0,006$ m

$e_2=0,000$ m

$e_0=\max(e_1+e_i, h/30, 0.02)=0,943$ m

$e_{tot}=e_0+e_2=0,943$ m

Zaťaženie: $N_{Ed}=-121,00$ kN

$M=-113,43$ kNm

$M_{Ed}=N_{Ed} \cdot e_{tot}=-114,16$ kNm

Prierez: $A_b=0,400$ m²

$A_s=2397,0$ mm²

$d=0,340$ m

$z_b=0,299$ m

Pozdĺžna výstuž: (z - vzdialenosť ťažiska radu výstuže od spodného okraja prierezu)

7 x $\phi 20,0$

$z=340$ mm

$A_s=2199,1$ mm²

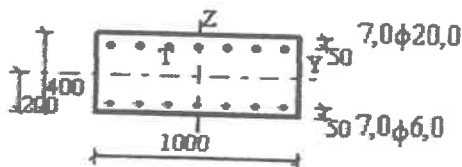
$t_s=142,9$ mm

7 x $\phi 6,0$

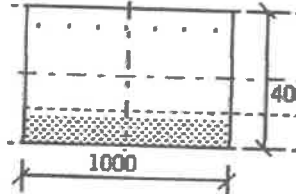
$z=53$ mm

$A_s=197,9$ mm²

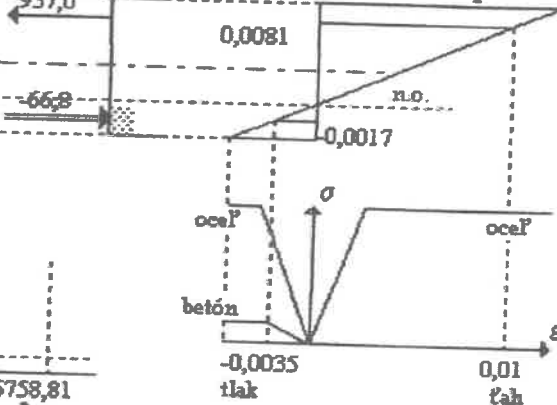
$t_s=142,9$ mm



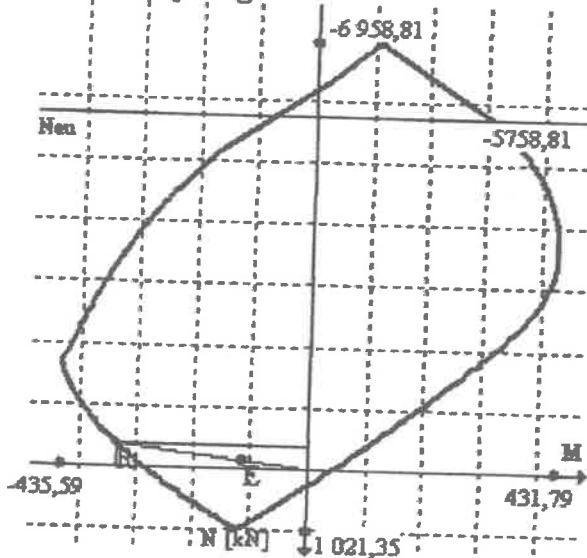
Prierez



Sily a deformácie na medzi porušenía



Interakčný diagram



Využitie: 33,96%

$N=-121,00$ kN

$M=-113,43$ kNm

$N_{Ed}=-121,00$ kN

$M_{Ed}=-114,16$ kNm

$N_{Rd}=356,30$ kN

$M_{Rd}=336,15$ kNm

Prierez vyhovuje !

2.4 POSÚDENIE ZÁKLADOVÝCH PÁSOV

2.4.1 Výpočet zaťaženia

$F_{k,zp}$ [kN]

-Doska s izoláciou	6,5. 1,35. 4,65. 3,5 =	142,80
-Náhodilé na lávku	5,0. 1,50. 4,65 .3,5 =	122,08
-VI. tiaž steny	11,0. 1,35. 3,5 =	51,98

$F_{k,zp} = 316,86$ kN

VI. tiaž základového pásu:

$$F_p = 24. 0,9. 0,5. 3,5. 1,35 = 51,03 \text{ kN}$$

Maximálne zaťaženie v úrovni základovej škáry

$$N_{d,max} = 316,86 + 51,03 = 367,89 \text{ kN}$$

2.4.2 Únosnosť základovej pôdy

Podľa STN 73 1001 zaraďujem zemínu v základovej škáre do triedy F1, typ (MG), tuhá konzistencia

STN 73 3050 – Zemné práce. Trieda ťažiteľnosti 2-3.

Geotechnické charakteristiky:

$$\begin{aligned} \gamma_n &= 19 \text{ kNm}^{-3} & c_u &= 60 \text{ kPa /tuhá konzistencia/} \\ \varphi_{ef} &= 28^\circ & E_{def} &= 4 \sim 12 \text{ MPa} \\ c_{ef} &= 8,0 \text{ kPa} & \nu &= 0,35 \\ \varphi_u &= 0 \\ R_{dt} &= 200 \text{ kPa} \end{aligned}$$

Výpočet únosnosti základovej pôdy podľa STN 73 1001

$$R_d = c_d \cdot N_c \cdot s_c \cdot d_c \cdot i_c + \gamma_1 \cdot d \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d + \gamma_2 \cdot \frac{b}{2} \cdot N_d \cdot s_d \cdot d_d \cdot i_d$$

Súčiniteľ únosnosti

$$\begin{aligned} \varphi_u &= 0^\circ \rightarrow N_c = 5,14 \\ N_d &= 1,0 \\ N_b &= 0 \end{aligned}$$

Súčinitele tvaru základu

$$s_c = 1 + 0,2 \frac{b}{l} = 1,0$$

$$s_d = 1 + \frac{b}{l} \sin \varphi_d = 1,0$$

Súčinitele hĺbky založenia $d = 1,50 \text{ m}$

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b}} = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{1,5}{0,9}} = 1,13$$

$$d_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{d}{b} \sin 2\varphi_d} = 1,0$$

Súdržnosť:

$$c_d = \frac{c_u}{\gamma_{mc}} = \frac{60}{2} = 30 \text{ kPa}$$

$$R_d = 30 \cdot 5,14 \cdot 1,0 \cdot 1,13 \cdot 1,0 \cdot 1,0 + 19,0 \cdot 1,5 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 202,75 \text{ kPa}$$

2.4.3 Posúdenie napätia v základovej škáre:

$$N_{d,max} = 316,86 + 51,03 = 367,89 \text{ kN}$$

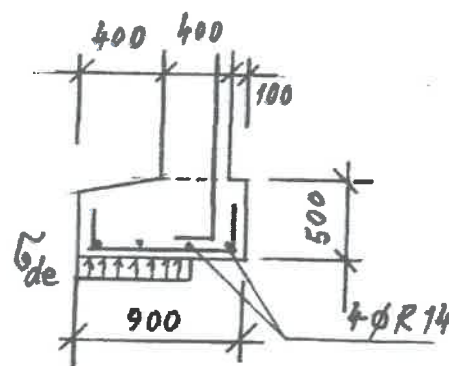
$$M_{d,max} = 21 \cdot 3,5 = 73,5 \text{ kNm}$$

Excentricita:

$$e_d = \frac{M_{d,max}}{N_{d,max}} = \frac{73,5}{367,89} = 0,20 \text{ m}$$

$$\sigma_{de} = \frac{N_{dz}}{L_z \cdot (B_z - 2e_z)} = \frac{367,89}{3,7 (0,9 - 2 \cdot 0,2)} = 198,86 \text{ kPa} < R_d = 202,75 \text{ kPa}$$

$$< R_{dt} = 200,0 \text{ kPa}$$



Napätie v základovej škáre vyhovuje.

Vyhovuje základový pás šírky 0,90 m, dĺžky 3,7 m

Pri výkope základového pásu je potrebné prizvať statika, aby overil zeminu v základovej škáre, či je vhodná na zakladanie resp. správne zatriedená.

Trenčín, 06.2015

Vypracoval: Ing. Ján MALAST

