BONE, s.r.o., Bytčická 16, 010 01 Žilina, IČO: 48 027 944, DIČ: 20 241 85 405
tel.: 0904 317 233

STATICKÝ VÝPOČET
SO 01 PREMOSTENIE VODNÉHO TOKU KORŇANKA

Vypracoval: Ing. Ján Mikuš

Žilina 07/2015

Obsah

1. Úvod ... 3
1.1. Popis konštrukcie mosta ... 3
1.2. Spôsob statického výpočtu ... 4
1.3. Použité normy a predpisy ... 4
1.4. Výpočtový model ... 6
2. Stavebné materiály ... 7
2.1. Betón ... 7
2.2. Betonárska výstuž ... 7
2.3. Predpínacia výstuž ... 7
3. Zaťaženie ... 8
3.1. Zaťaženie – vlastná tiaž G_0 ... 8
3.2. Zaťaženie – mostný zvršok G_1 ... 8
3.3. Premenné zaťaženie od dopravy Q – LM1 ... 8
3.4. Premenné zaťaženie od dopravy Q – LM2 ... 9
3.5. Premenné zaťaženie od dopravy Q – LM4 ... 10
3.6. Únavová zaťažovacia schéma 3 – FLM3 ... 10
3.7. Trenie v ložiskách ... 10
3.8. Rozjazdové a brzdné sily ... 10
3.9. Zaťaženie vetrom ... 11
3.10. Zaťaženie opôr zemným tlakom ... 11
3.11. Montážne zaťaženie počas výstavby ... 12
4. Kombinácie zaťažení ... 12
4.1. Návrhové kombinácie zaťažení MSU ... 12
4.2. Kombinácie zaťažení pre MSP ... 13
5. Nosná konštrukcia ... 14
5.1. Vnútorné sily – pozdĺžny smer ... 14
5.2. Medzný stav únosnosti MSU – priečny smer ... 16
5.2.1. Medzný stav únosnosti MSU – priečny smer – doska ... 16

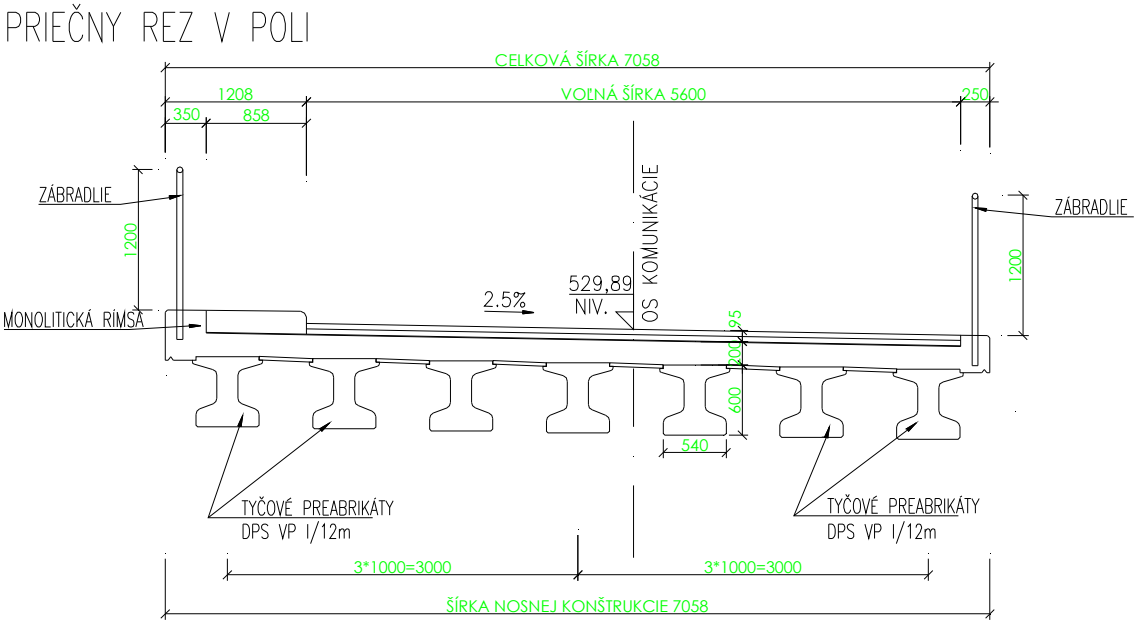
6. Príslušenstvo 17
6.1. Návrh ložísk 17
6.1.1. Návrh ložísk – únosnosť (prevádzkové zaťaženia) 17
6.1.2. Návrh mostných záverov - pohyby 18
7. Spodná stavba 19
7.1.1. Prehľad reakcií v pilótach 19
7.1.2. Návrh pilót 23
7.1.3. Návrh betonárskej výstuže opory 29
8. Záver 37

1. Úvod

Predmetom statického výpočtu je návrh a posúdenie nosnej konštrukcie premostenia potoka. Most prevádza komunikáciu ponad potok Korňanka. Zakladanie a spodná stavba je prispôsobená základovým pomerom v mieste stavby.

1.1. Popis konštrukcie mosta

Nosná konštrukcia je navrhnutá ako staticky určitá jednopoľová trámová konštrukcia s rozpätím 10,9m. Priečny rez mosta je tvorený siedmymi tyčovými prefabrikátmi výšky 0,6m, v osových vzdialenostiach 1,0m, tieto sú uložené na elastomérové ložiská a zmonolitnené dobetonávkou priečnikov spolu so spriahajúcou doskou do jedného celku. Nosníky sú navrhnuté z triedy betónu C45/55, betonárskej výstuž B500B a predpínacej výstuže LS15,7-1860MPa. Spriahajúca doska a priečniky sú z betónu C30/37 a betonárskej výstuže B500B.



Obr. 1.1 Priečny rez mosta

Pevné ložiská sa nachádzajú na opore 1. Každý nosník je uložený na elastomérovom ložisku v rámci jednej osi uloženia.

Nosná konštrukcia bude budovaná po etapách, začne sa uložením nosníkov na dočasne stabilizované ložiská pomocou žeriavu. Nasledovať bude doarmovanie priečnikov, pokládka cetris dosiek – stratené debnenie, a uloženie výstuže spriahajúcej dosky. Betonáž spriahajúcej dosky bude realizovaná od opory 2.

Spodná stavba je tvorená šikmými oporami s rovnobežným krídlami. Opory sú založené hĺbkovo.

1.2. Spôsob statického výpočtu

Statický výpočet bol vypracovaný na základe platných Európskych noriem a národných príloh. Výpočet vnútorných síl vychádza z teórie lineárnej pružnosti.

Pre získanie síl od vonkajších zaťažení na jednotlivé nosníky bol zvolený roštový model, ktorý zohľadňuje spolupôsobenie nosníkov v priečnom smere pomocou spriahajúcej dosky a priečnikov. Výpočet bol realizovaný pomocou programu Strap 2010, výsledky boli spracované pomocou tabuľkového procesora. Návrh výstuže v priečnom smere nosnej konštrukcie bol realizovaný na základe vnútorných síl z dosko-stenových priestorových modelov. Na návrh výstuže bol použitý tabuľkový procesor.

Výpočet reakcií na spodnú stavbu bol realizovaný na rovnakom výpočtovom modely – priestorový prútový model vytvorený v programe Strap 2010.

Spodná stavba bola analyzovaná pomocou doskovo-stenových priestorových modelov (opory) resp. pomocou tabuľkových procesorov (podpery) taktiež bol využitý program Mathcad a Fin (návrh a posúdenie betonárskej výstuže).

Zakladanie bolo navrhnuté a posúdené pomocou programov Geo 5, tabuľkového procesora a programu Mathcad.

Zoznam použitých výpočtových programov:

- Strap 2010 (vnútorné sily na NK, reakcie, opory, seizmický výpočet...)
- MS Office (spracovanie číselných výstupov)
- MathCAD (čiastkové návrhy a posúdenia)
- AutoCAD (grafické prílohy, schémy, výpočet prierezových charakteristík a pod.)
- Geo5 (zakladanie)
- Fin (návrh výstuže do prierezov, posudky prierezov)

1.3. Použité normy a predpisy

STN EN 1990 Zásady navrhovania konštrukcií
STN EN 1991-1-1 Objemová tiaž, vlastná tiaž a úžitkové zaťaženia budov
STN EN 1991-1-4 Zaťaženie vetrom
STN EN 1991-1-5 Zaťaženie účinkami teploty
STN EN 1991-1-6 Zaťaženia počas výstavby
STN EN 1991-1-7 Mimoriadne zaťaženia
STN EN 1991-2 Zaťaženie mostov 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

STN EN 1993-1-1 Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 1-1: Všeobecné pravidlá a pravidlá pre budovy

STN EN 1993-2 Navrhovanie oceľových konštrukcií. Časť 2: Oceľové mosty

STN EN 1997-1 Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 1: Všeobecné pravidlá

STN EN 1997-2 Navrhovanie geotechnických konštrukcií. Časť 2: Prieskum a skúšanie horninového prostredia

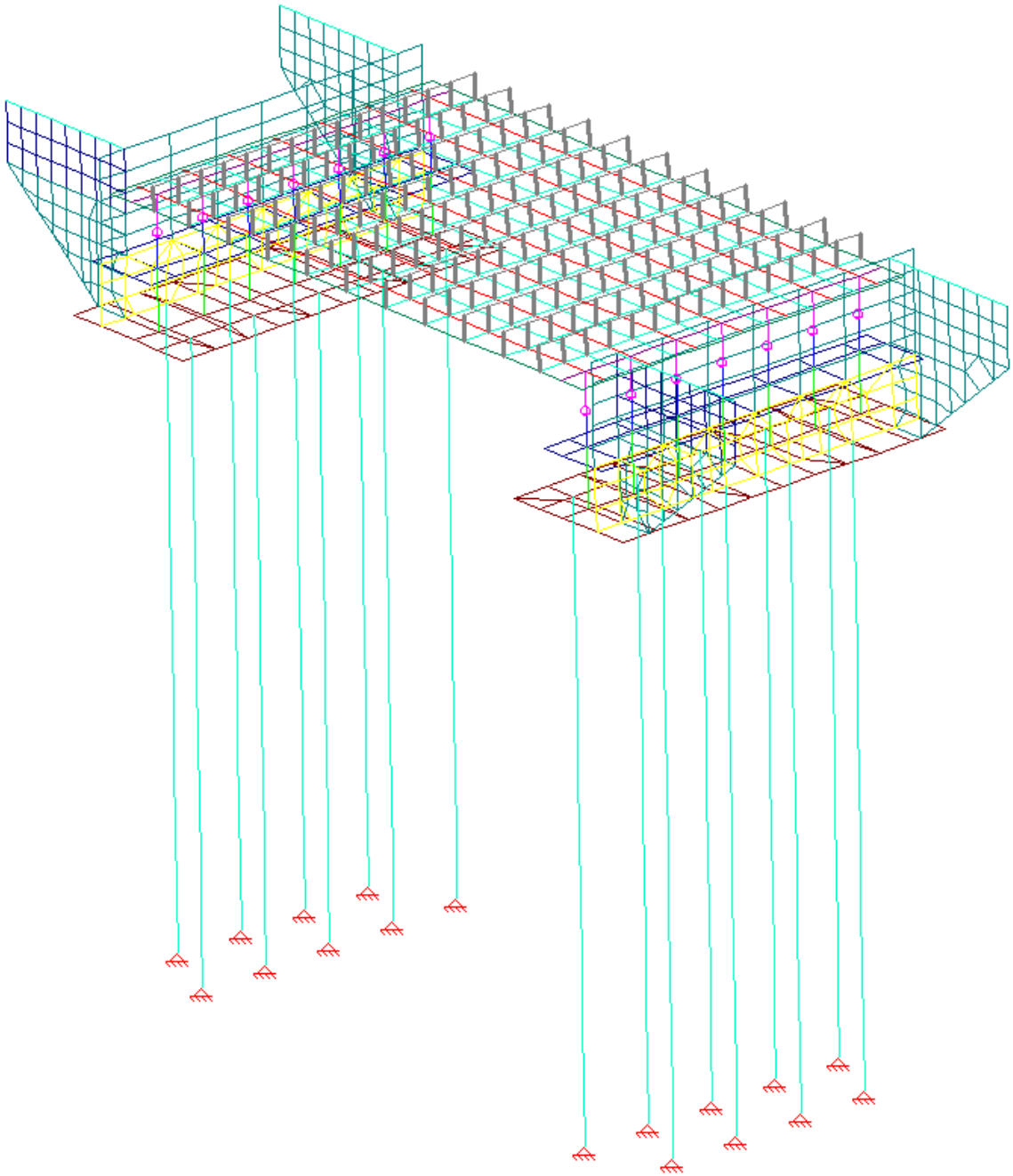
STN EN 1998-1 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 1: Všeobecné pravidlá, seizmické zaťaženia

STN EN 1998-2 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 2: Mosty

STN 73 1001 Klasifikácie zemín a skalných hornín

1.4. Výpočtový model

Výpočet vnútorných síl použitých pre posúdenia bol uskutočnený pomocou roštového modelu, ktorý zohľadňuje spolupôsobenie nosníkov v priečnom smere pomocou spriahajúcej dosky a priečnikov. Ložiská boli namodelované pomocou väzieb spojených s oporou, tieto boli uvoľňované v závislosti od usmernenia ložísk.



Obr. 1.4 Výpočtový model – Strap

2. Stavebné materiály

2.1. Betón

Trieda betónu nosnej konštrukcie:

C30/37, f_{ck}=30MPa; f_{cd}=17,0MPa; f_{ctm}=2,9MPa; E_{cm}=33GPa

C45/55, f_{ck}=45MPa; f_{cd}=25,5MPa; f_{ctm}=3,8MPa; E_{cm}=36GPa

Pre časovo závislý výpočet boli uvažované nasledovné charakteristiky: RH=70%; rýchlo tuhnúci cement, časové údaje sú uvedené v schéme postupu výstavby. Dotvarovanie a zmrašťovanie betónu bolo uvážené v zmysle STN EN 1992-1-1.

Trieda betónu opory, základov:

C30/37, f_{ck}=30MPa; f_{cd}=17,0MPa; f_{ctm}=2,9MPa; E_{cm}=33GPa

2.2. Betonárska výstuž

Betonárska výstuž - bola použitá výstuž B500B, s charakteristickou medzou klzu f_{yk}=500MPa; f_{yd}=426MPa (ULS).

2.3. Predpínacia výstuž

Nosníky budú predopnuté predpínacími jednotkami z lán ϕLs15,7mm/1860MPa s prierezovou plochou lana 1,5cm^2. Laná budú predpínané na hodnotu napätia 1450MPa. Charakteristiky predpínacej výstuže:

- Charakteristická pevnosť lana f_{pk} = 1860 MPa
- Dohodnutá medza klzu pri 0,1 % trvalej deformácií: $f_{p0.1,k}$ = 1640 MPa
- Návrhová hodnota pevnosti výstuže $f_{pd} = f_{p0.1,k} / \gamma_S$ = 1640/1,15 = 1426 MPa
- Modul pružnosti predpínacej výstuže E_p = 195 GPa
- Maximálne napätie pri predpínaní $\sigma_{p,max} = \min(0{,}8.f_{pk}; 0{,}9.f_{p0.1,k})$ = 1476 MPa
- Uvažovaná hodnota $\sigma_{p,max}$ = 1450 MPa
- Maximálne napätie po vnesení predpätia $\sigma_{pm0} = \min(0{,}75.f_{pk}; 0{,}85.f_{p0.1,k})$ = 1394 MPa
- Horná hodnota predpínacieho napätia $\sigma_{pk,sup} = r_{sup}\,\sigma_{pm0}$
- Dolná hodnota predpínacieho napätia $\sigma_{pk,inf} = r_{pk,inf}\,\sigma_{pm}(t)$, kde $\sigma_{pm}(t)$ je stredná hodnota predpínacieho napätia v čase t po prebehnutí strát predpätia.
- Súčiniteľ trenia v zakrivenej časti kábla μ=0,18, neprojektované uhlové premiestnenie predpínacej výstuže na jednotkovú dĺžku k=0,01 rad/m.
- Poklz v kotve bol uvažovaný hodnotou 5mm.
- Súčinitele pre predpätie $r_{p,sup}$=1,1 resp. $r_{p,inf}$=0,9 pre dodatočne predpäté káble a $r_{p,sup}$=1,05 resp. $r_{p,inf}$=0,95 pre vopred predpäté laná.

3. Zaťaženie

Zaťaženie konštrukcie bolo uvážené v zmysle platných noriem STN EN.

3.1. Zaťaženie – vlastná tiaž G_0

Vlastná tiaž betónových konštrukcií je uvažovaná s objemovou tiažou betónu: 25,0 kN/m^3.

- Tiaž – priečny rez v poli A_{c1} = 15 . 0,2342m^2 + 3,02m^2, $g_{0k,1}$ = 6,53.25,0 = 163,3 kN/m
- Tiaž – priečnik A_{c2} = 0,93m^2, $g_{0k,1}$ 0,93.25,0 = 23,25 kN/m

3.2. Zaťaženie – mostný zvršok G_1

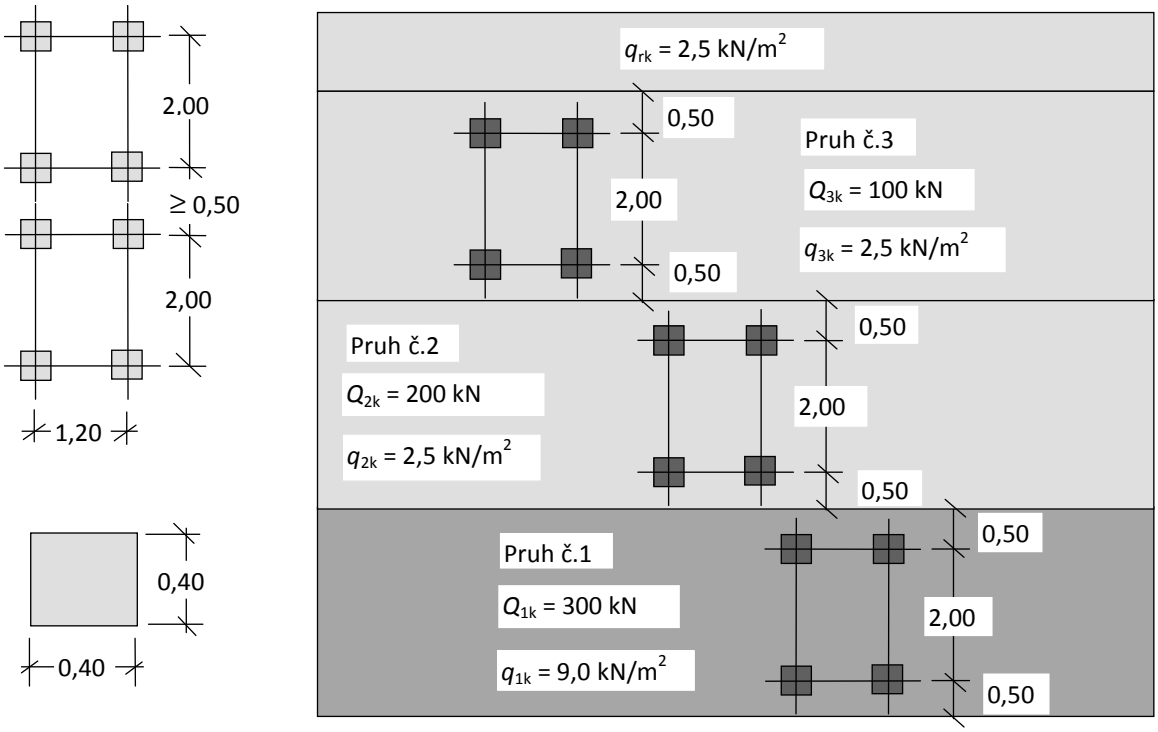
- Tiaž vozovky $g_{11k,sup}$ = 0,09.1,4.24,0 = 3,024 kN/m^2
- Tiaž vozovky $g_{11k,infp}$ = 0,09.0,8.24,0 = 1,728 kN/m^2
- Tiaž ľavej rímsy g_{12k} = 6,25 kN/m
- Tiaž pravej rímsy g_{13k} = 0,6 kN/m
- Tiaž zábradlia g_{15k} =1,0 kN/m

3.3. Premenné zaťaženie od dopravy Q – LM1

Hlavný zvislý zaťažovací systém mostov predstavuje zaťažovacia schéma 1 (LM1), ktorá sa používa pre celkové aj lokálne posúdenia (obr.3.1).

Táto schéma sa skladá z dvoch častí. Prvú časť tvorí dvojnápravové sústredené zaťaženie (TS), kde každá náprava ma tiaž $\alpha_Q.Q_k$. Nápravu tvoria dve identické kolesá s roznášajúcou plochou 0,40 m x 0,40 m. Druhá časť zaťaženia pozostáva z rovnomerného plošného zaťaženia UDL s intenzitou $\alpha_Q.q_k$ kde Q_k, a q_k sú charakteristické hodnoty zaťaženia v ktorých sú zahrnuté aj dynamickej účinky, pozri tab.3.1.

Pohyblivé zaťaženie umiestňujeme do myslených pásov max. šírky 3 m, pričom v rámci pásu sa môže pohybovať len jeden TS a jedno UDL.



Obr.3.1 Usporiadanie zaťaženia zaťažovacia schéma LM1

Intenzita zaťažení TS a UDL sa mení v závislosti od číselného označenia „i“ mysleného pásu a má veľkosť $\alpha_{Qi}\ Q_{ik}$, resp. $\alpha_{qi}\ q_{ik}$. Hodnoty Q_{ik} a q_{ik} sú uvedené v tab.3.1.

Hodnota redukčných súčiniteľov α_{Qi} a α_{qi} bola uvažovaná v zmysle Národnej prílohy SR STN EN 1991-2/NA, α_{Q1} = 0,9 a α_{Q2} = 0,6 a α_{Q3} = 0,6 a α_{q1} = 0,6 a α_{qi} = 1,0 pre i ≥ 2.

Umiestnenie	TS [kN]		UDL [kN/m^2]	
	Q_{ik}	$\alpha_{Qi}\ Q_{ik}$	q_{ik}	$\alpha_{qi}\ q_{ik}$
Zaťažovací pás č.1	300	**270**	9,0	**5,4**
Zaťažovací pás č.2	200	**120**	2,5	**2,5**
Zaťažovací pás č.3	100	**60**	2,5	**2,5**
Ostatne pásy	0	0	2,5	**2,5**
Zostatková plocha	0	0	2,5	**2,5**

Tab.3.1 – Základné hodnoty zaťažení

3.4. Premenné zaťaženie od dopravy *Q* – LM2

Zaťaženie sa používa na lokálne posúdenia. Model tvorí jednonápravové zaťaženie $\alpha_{Q1}\ Q_{ak}$, s tiažou Q_{ak} = 400 kN, ktoré zahŕňa aj dynamické účinky.

3.5. Premenné zaťaženie od dopravy *Q* – LM4

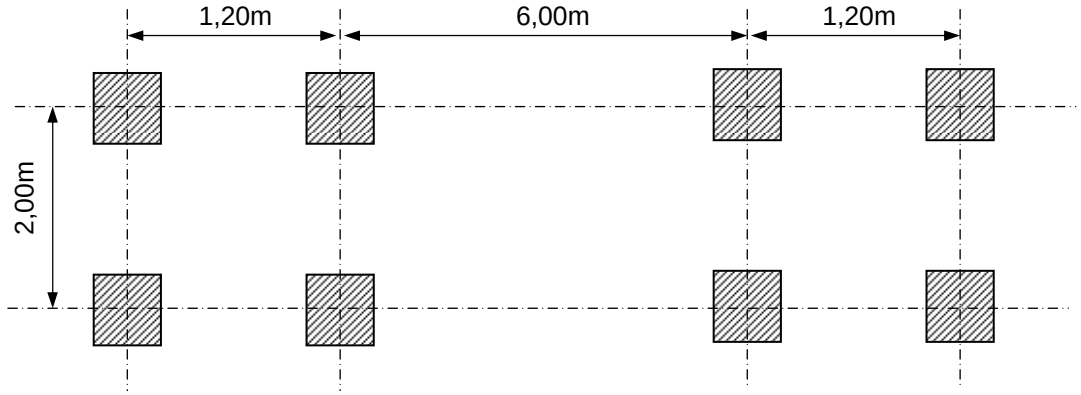
Účinky pohybu davu ľudí na vozovke a na chodníkoch sa modelujú zaťažovacou schémou 4 (LM4). Na vozovke sa uvažuje toto zaťaženie ako rovnomerné spojité s intenzitou q_{fk} = 5 kN/m^2 pri rozpätí zaťažovaného poľa L_{sj} ≤ 10 m. Pri väčšom rozpätí môžeme uvažovať redukovanú hodnotu v tvare:

$$2{,}5\ \mathrm{kN/m^2} \quad \leq \quad q_{fk} = 2{,}0 + \frac{120}{L_{sj} + 30} \quad \leq \quad 5{,}0\ \mathrm{kN/m^2}$$

Pokiaľ zaťaženie predpokladáme len na chodníkoch cestných mostov, pre všetky rozpätia môžeme uvažovať jednu hodnotu q_{fk} = 5kN/m^2, alebo v kombinácií s pohyblivým zaťažením redukovanú hodnotu q_{fk} = 3,0kN/m^2.

3.6. Únavová zaťažovacia schéma 3 – FLM3

Schému tvoria dva dvojnápravové sústredené zaťaženia s tiažou každej nápravy 120 kN. Nápravy pozostávajú z dvoch identických kolies s kontaktnou plochou 0,4 m x 0,4 m (obr.3.3). Pri výpočte vnútorných síl bola kontaktná plocha zväčšená z dôvodu roznosu zaťaženia na 0,58 m x 0,58 m.



Obr.3.3 Únavová zaťažovacia schéma

3.7. Trenie v ložiskách

Predpokladaná hodnota trenia v ložiskách je 4% zo zvislej sily. Sily od trenia boli určené pre reakcie od všetkých stálych zaťažení plus príslušné zaťaženia od dopravy v častej hodnote.

3.8. Rozjazdové a brzdné sily

Dĺžka nosnej konštrukcie 12,0m.

Q_{lk}=0,6 . α_{Q1} . 2 . Q_{1k} + 0,1 . α_{q1} . q_{1k} . w_1 . L =

= 0,6 . 0,9 . 2 . 300 + 0,1 . 0,6 . 9 . 3 . 12,0 = **343kN**

3.9. Zaťaženie vetrom

Zaťaženie vetrom bolo uvážené na základe hodnoty základnej rýchlosti vetra v_{b0}=26m.s^{-1}.

Rozmery:

Vyska nosnej konstrukcie: $d_{nk} := 0.6m + 0.43m$

Vyska - doprava: $d_{voz} := 2.0m$

Sirka mosta $b := 7.1m$

$d_{tot} := d_{nk} + d_{voz} = 3.03\,m$

$\frac{b}{d_{tot}} = 2.343$

Zatazenie vetrom:

Hustota vzduchu: $\rho := 1.25kg \cdot m^{-3}$

Zakladna rychlost vetra: $v_{b0} := 26.0m \cdot s^{-1}$

Zakladna rychlost vetra-most s dopravou: $v_{b0.d} := 23.0m \cdot s^{-1}$

Sucinitel zatazenia vetrom:

Kategoria terenu III, z=4m $c_e := 1.3$

$$c_{fx0} := \begin{cases} \frac{1.4}{(5-0.5)} \cdot \left(5 - \frac{b}{d_{tot}}\right) + 1 & \text{if } \frac{1.4}{(5-0.5)} \cdot \left(5 - \frac{b}{d_{tot}}\right) + 1 > 1.0 \\ 1.0 & \text{otherwise} \end{cases} = 1.827$$

$C := c_e \cdot c_{fx0} = 2.375$

Zatazenie vetrom - most bez dopravy: $f_{wk} := 0.5 \cdot \rho \cdot v_{b0}^{2} \cdot C \cdot \left(d_{nk} + 0.6m\right) = 1.635 \cdot kN \cdot m^{-1}$

Zatazenie vetrom - most s dopravou: $f_{wk.d} := 0.5 \cdot \rho \cdot v_{b0.d}^{2} \cdot C \cdot \left(d_{tot}\right) = 2.379 \cdot kN \cdot m^{-1}$

$0.6 \cdot f_{wk.d} = 1.427 \cdot kN \cdot m^{-1}$

3.10. Zaťaženie opôr zemným tlakom

Za oporami bol uvažovaný zemný tlak nasledovne:

Uvazovany zasypovy material:

$\gamma_{k.soil} := 20kN \cdot m^{-3}$

$\varphi_k := 33deg$

$\gamma_{\varphi} := 1.25$

$\varphi_d := \operatorname{atan}\left(\frac{\tan\left(\varphi_k\right)}{\gamma_{\varphi}}\right) = 27.453 \cdot deg$

Sucinitele zemnych tlakov:

$K_0 := 1 - \sin(\square_d) = 0.539$

$K_a := \left(\tan\left(45deg - \frac{\square_d}{2}\right)\right)^2 = 0.369$ $\qquad K_{a.zv} := 0.5 \cdot K_a + 0.5 \cdot K_0 = 0.454$

$K_p := \left(\tan\left(45deg + \frac{\square_d}{2}\right)\right)^2 = 2.711$

Pritazenie od dopravy za oporou:

$L_{prech.d} := 3.0m$ $\qquad B_{prech.d} := 5.6m$

$q_{k.udl} := \frac{5.4kN \cdot m^{-2} \cdot 3m + 2.5kN \cdot m^{-2} \cdot (5.6m - 3m)}{5.6m} = 4.054 \cdot kN \cdot m^{-2}$

$q_{k.TS} := \frac{540kN + 120kN}{L_{prech.d} \cdot B_{prech.d}} = 39.286 \cdot kN \cdot m^{-2}$

$h_{eq} := \frac{(q_{k.udl} + q_{k.TS}) \cdot 1.35}{\gamma_{k.soil}} = 2.925m$

3.11. Montážne zaťaženie počas výstavby

Charakteristická hodnota uvažovaného montážneho zaťaženia $q_{k,con}$=1,0kN.m^{-2}.

4. Kombinácie zaťažení

Kombinácie zaťažení boli definované v zmysle normy [1], príloha A2.

4.1. Návrhové kombinácie zaťažení MSU

Pre medzné stavy únosnosti (MSU) týkajúce sa mechanickej odolnosti z hľadiska jednorazového porušenia sú definované nasledovné parciálne súčinitele spoľahlivosti γ pre cestné mosty.

Stále zaťaženia G: γ_G = 1,35

Zaťaženia od dopravy Q: γ_Q = 1,35

Nerovnomerný pokles SET: $\gamma_{G,set}$ = 1,2

Teplotné zaťaženie sa dovoľuje pri MSU neuvažovať

Návrhová hodnota účinku zaťaženia:

$E_d = \gamma_G(E_{g0k} + E_{g1,k}) + 1{,}20.E_{g,sett} + \gamma_P.E_p(t) + \gamma_Q(E_{TS,k} + E_{udl,k} + E_{ch,k})$

$E_d = \gamma_G(E_{g0k} + E_{g1,k}) + 1{,}20.E_{g,sett} + \gamma_P.E_p(t) + \gamma_Q(E_{LM3,k} + E_{ch,k})$

kde: E_{g0k} je účinok vlastnej tiaže (napr. ohybový moment, šmyková sila)

$E_{g1,k}$ - účinok tiaže zvršku

$E_{g,sett}$ - účinok nerovnomerného sadnutia podpier

E_p – účinok predpätia (γ_P=1,0(1,2))

$E_{TS,k}$ - účinok pohyblivého dvojnápravového zaťaženia

$E_{udl,k}$ - účinok pohyblivého rovnomerného zaťaženia

$E_{LM3,k}$ - účinok pohyblivého zaťaženia – LM3

4.2. Kombinácie zaťažení pre MSP

Pre medzné stavy používateľnosti (SLS) definujeme nasledovné kombinácie zaťažení:

Štádium predpínania:

Charakteristická kombinácia:

$E_k = E_{g0,k} + E_{Pk} + E_{q.con} + E_{T,k}$

Častá kombinácia:

$E_{frq} = E_{g0,k} + E_{Pk} + E_{q.con} + \psi_{0t} \,.\, E_{T,k}$

Štádium užívania:

Charakteristická kombinácia:

$E_k = E_{g0,k} + E_{g1,k} + E_{g,sett} + E_{Pk} + E_{TS,k} + E_{UDL,k} + \psi_{0t} \,.\, E_{T,k}$

Častá kombinácia:

$E_{frq} = E_{g0k} + E_{g1,k} + E_{g,sett} + E_{Pk} + 0{,}75.E_{TS,k} + 0{,}40.E_{UDL,k} + \psi_{1t} \,.\, E_{T,k}$

Kvázi - stála kombinácia:

$E_{gp} = E_{g0N,k} + E_{g1,k} + E_{g,sett} + E_{Pk} + \psi_{2t} \,.\, E_{T,k}$

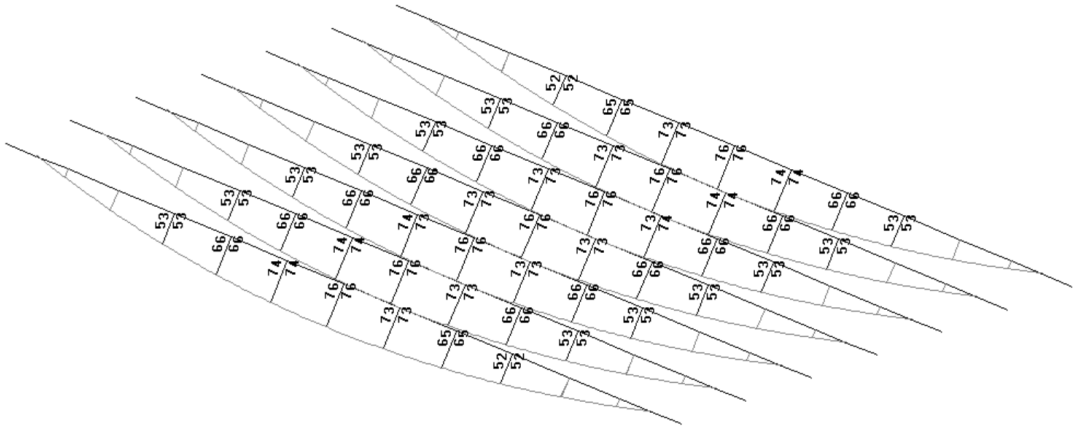
kde: E_{Pk} - charakteristická hodnota účinku predpätia zohľadňujúca súčinitele $r_{pk,sup}$=1,1 resp. $r_{pk,inf}$=0,9 (dodatočne predpäté káble).

5. Nosná konštrukcia

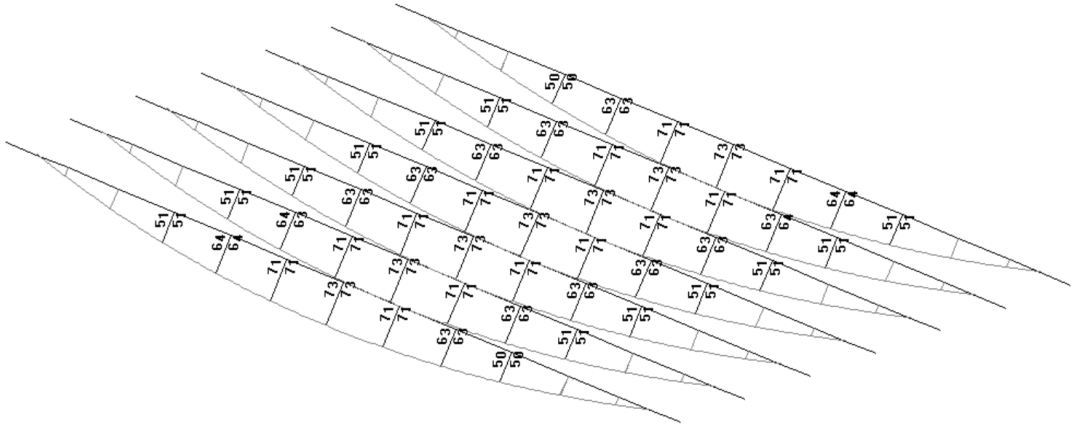
5.1. Vnútorné sily – pozdĺžny smer

Vnútorné sily vyvolané zaťaženiami (charakteristické hodnoty prislúchajúce každému nosníku) sú znázornené v nasledovných grafoch:

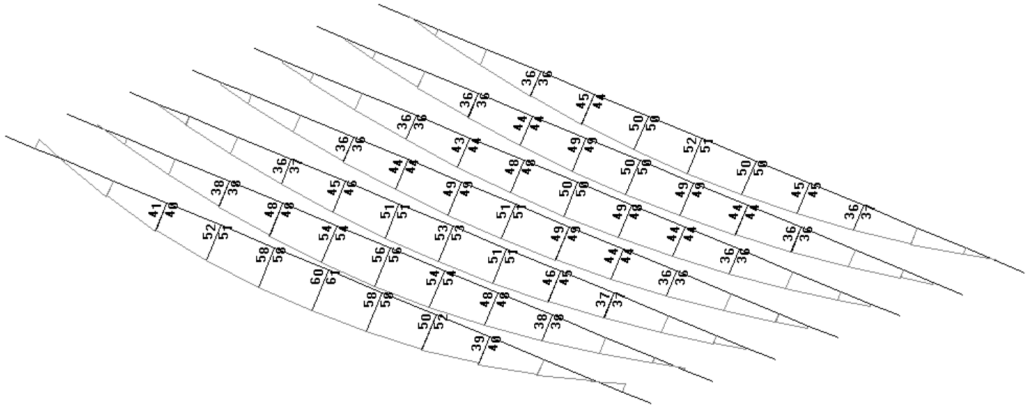
- Vlastná tiaž nosníkov G0k – ohybový moment M2 [kNm]



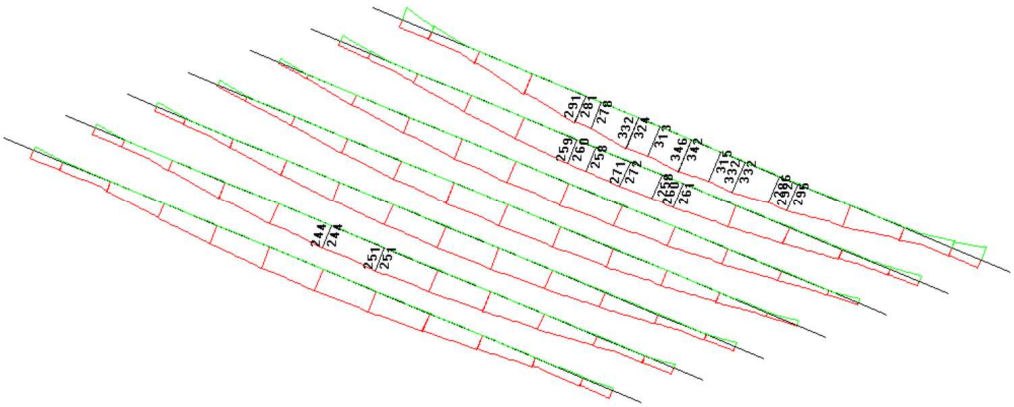
- Vlastná tiaž spriahajúcej dosky G0k – ohybový moment M2 [kNm]



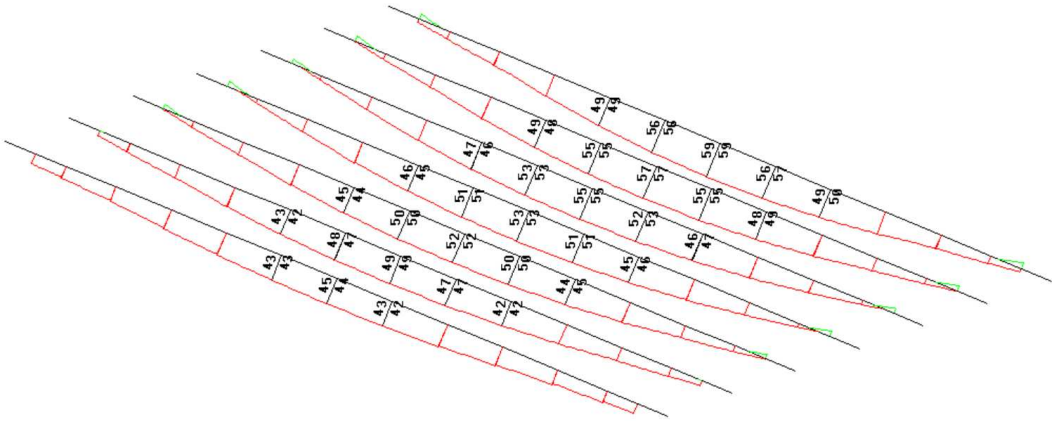
- Vlastná tiaž mostného zvršku G1k – ohybový moment M2 [kNm]



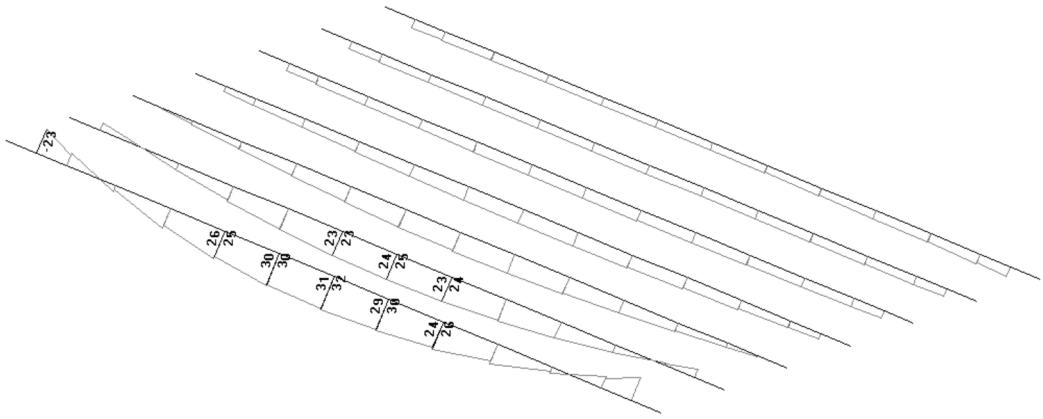
- Obálka TS – ohybový moment M2 [kNm]



- Obálka UDL – ohybový moment M2 [kNm]



- Chodci – ohybový moment M2 [kNm]



Porovnanie katalógových dimenzačných veličín pre najviac namáhaný nosník:

$M_{Ek,DPS\text{-}katalog} = M_{Eg0,k} + M_{Eg1,k} + M_{E,TS,k} + M_{EUDL,k}$ =(89+74)+58+520=741kNm

$M_{Ek,most} = M_{Eg0,k} + M_{Eg1,k} + M_{E,TS,k} + M_{EUDL,k}$ =(76+73)+52+342+59=602kNm

$M_{Ek,DPS\text{-}katalog} > M_{Ek,most}$ **vyhovuje – je možné použiť katalógové nosníky**

$M_{Efrq,DPS\text{-}katalog} = M_{Eg0k} + M_{Eg1,k} + 0{,}75.M_{ETS,k} + 0{,}40.M_{EUDL,k}$=(89+74)+58+353=574kNm

$M_{Efrq,most} = M_{Eg0k} + M_{Eg1,k} + 0{,}75.M_{ETS,k} + 0{,}40.M_{EUDL,k}$=(76+73)+52+0,75.342+0,4.59=481kNm

$M_{Efrq,DPS\text{-}katalog} > M_{Efrq,most}$ **vyhovuje – je možné použiť katalógové nosníky**

5.2. Medzný stav únosnosti MSU – priečny smer

5.2.1. Medzný stav únosnosti MSU – priečny smer – doska

Vzhľadom na zachovanie osových rozostupov nosníkov podľa katalógového podkladu nosníkov a šikmosť mosta v intenciách katalógu je možné použiť katalógový podklad pre vykreslenie betonárskej výstuže spriahajúcej dosky a priečnikov – bez návrhu betonárskej výstuže.

6. Príslušenstvo

6.1. Návrh ložísk

6.1.1. Návrh ložísk – únosnosť (prevádzkové zaťaženia)

Prehľad maximálnych reakcií a pohybov:

LOŽISKA	CHARAKTERISTICKÉ KOMBINÁCIE [MN]				NÁVRHOVÉ KOMBINÁCIE [MN]			
	±Fx	±Fy	Fz,max	Fz,min	±Fx	±Fy	Fz,max	Fz,min
É ELASTOMÉROVÉ OZDĹŽNE PEVNÉ	50.0	0.0	390.0	45.0	67.5	0.0	526.5	60.8
É ELASTOMÉROVÉ OZDĹŽNE PEVNÉ	50.0	0.0	390.0	45.0	67.5	0.0	526.5	60.8
OMÉROVÉ LOŽISKO	50.0	6.0	390.0	45.0	67.5	8.1	526.5	60.8
OMÉROVÉ LOŽISKO	50.0	6.0	390.0	45.0	67.5	8.1	526.5	60.8
OMÉROVÉ LOŽISKO	50.0	6.0	390.0	45.0	67.5	8.1	526.5	60.8
É ELASTOMÉROVÉ OZDĹŽNE PEVNÉ	50.0	0.0	390.0	45.0	67.5	0.0	526.5	60.8
É ELASTOMÉROVÉ OZDĹŽNE PEVNÉ	50.0	0.0	390.0	45.0	67.5	0.0	526.5	60.8
ELASTOMÉROVÉ ŽISKO	0.0	0.0	390.0	45.0	0.0	0.0	526.5	60.8
ELASTOMÉROVÉ ŽISKO	0.0	0.0	390.0	45.0	0.0	0.0	526.5	60.8
É ELASTOMÉROVÉ PRIEČNE PEVNÉ	0.0	6.0	390.0	45.0	0.0	8.1	526.5	60.8
É ELASTOMÉROVÉ PRIEČNE PEVNÉ	0.0	6.0	390.0	45.0	0.0	8.1	526.5	60.8
É ELASTOMÉROVÉ PRIEČNE PEVNÉ	0.0	6.0	390.0	45.0	0.0	8.1	526.5	60.8
ELASTOMÉROVÉ ŽISKO	0.0	0.0	390.0	45.0	0.0	0.0	526.5	60.8
ELASTOMÉROVÉ ŽISKO	0.0	0.0	390.0	45.0	0.0	0.0	526.5	60.8

6.1.2. Návrh mostných záverov - pohyby

Vzdialenost od teplotnej osi

$L_{pev} := 12m$

Pomerne pretvorenie a skratenie - dotvarovanie

$\Delta\varepsilon_{cr.LOZ} := -\varepsilon_{celk28}\cdot\Delta\square_{nLOZ}\cdot 1.35 = -3.866\times 10^{-4}$

$u_{cr.Loz} := L_{pev}\cdot\Delta\varepsilon_{cr.LOZ} = -4.639\cdot mm$

Pomerne pretvorenie a skratenie - zmrastovanie

$\Delta\varepsilon_{csLOZ} = -2.727\times 10^{-4}$

$u_{cs.Loz} := L_{pev}\cdot 1.6\cdot\Delta\varepsilon_{csLOZ} = -5.236\cdot mm$

Skratenie - teplota

$\Delta T_{Ncon} = 27\cdot deg \qquad T_{rezerva} = 20\cdot deg$

$u_{Tcon.Loz} := -1\cdot\left(\Delta T_{Ncon} + T_{rezerva}\right)\cdot\alpha\cdot L_{pev} \qquad u_{Tcon.Loz} = -5.64\cdot mm$

Predlzenie - teplota

$\Delta T_{Nexp} = 32\cdot deg \qquad T_{rezerva} = 20\cdot deg$

$u_{Texp.Loz} := \left(\Delta T_{Nexp} + T_{rezerva}\right)\cdot\alpha\cdot L_{pev} \qquad u_{Texp.Loz} = 6.24\cdot mm$

Rezerva - brzdne sily

$u_{BR} := 5mm$

Celkovy pohyb

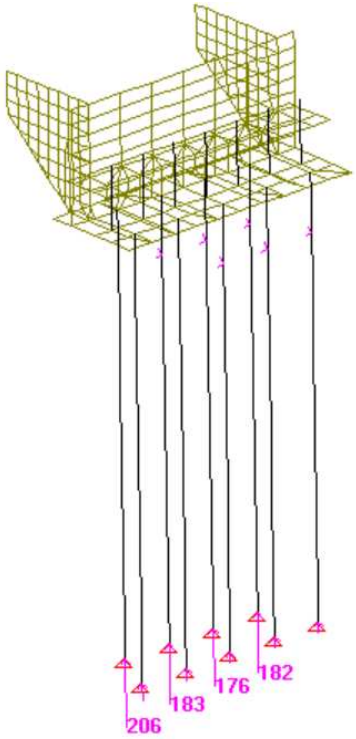
$u_{con.Loz} := u_{cr.Loz} + u_{cs.Loz} + u_{Tcon.Loz} + u_{BR}\cdot(-1.35) = -22.265\cdot mm$

$u_{exp.Loz} := u_{Texp.Loz} + u_{BR}\cdot(1.35) = 12.99\cdot mm$

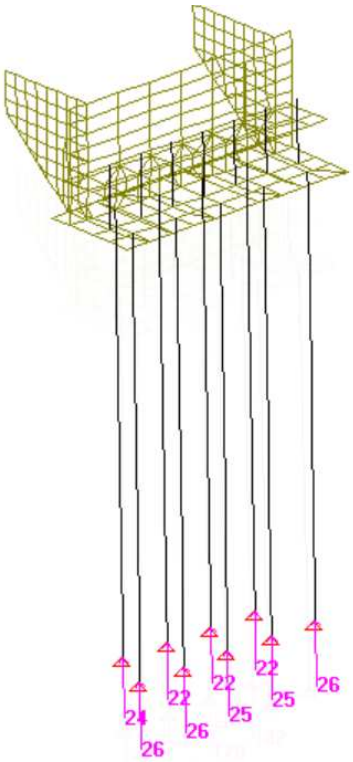
7. Spodná stavba

7.1.1. Prehľad reakcií v pilótach

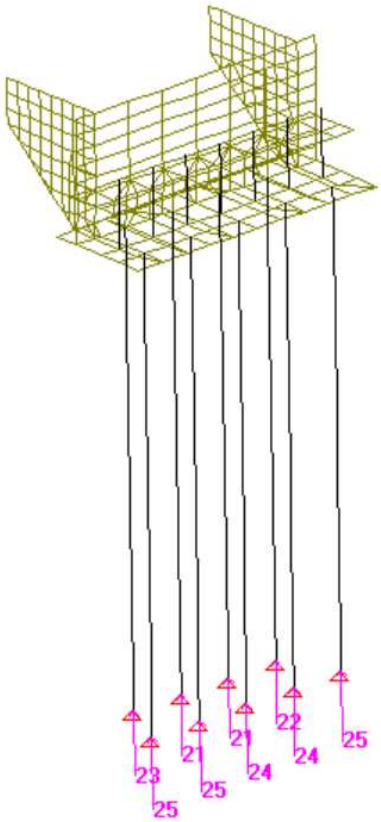
- G0k- vlastná tiaž opory [kN]



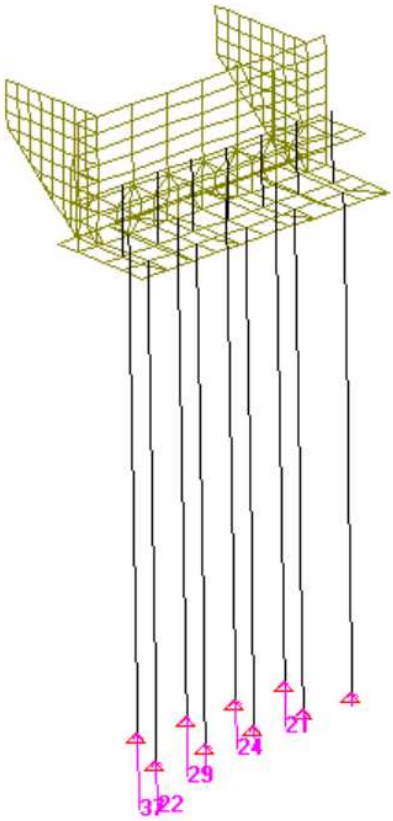
- G0k- vlastná tiaž nosníkov [kN]



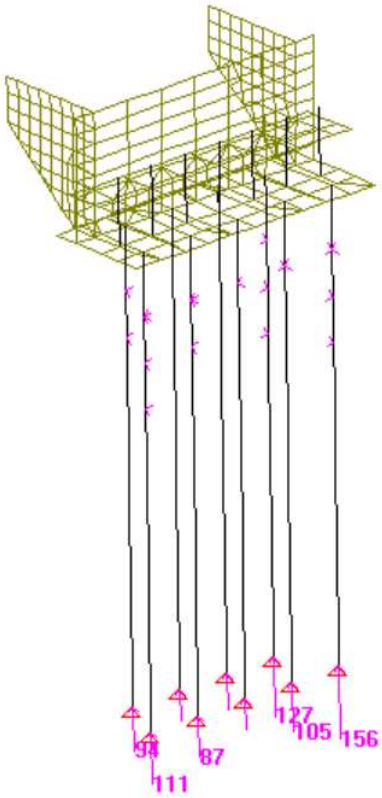
- G0k- vlastná tiaž spriahajúcej dosky + priečnikov [kN]



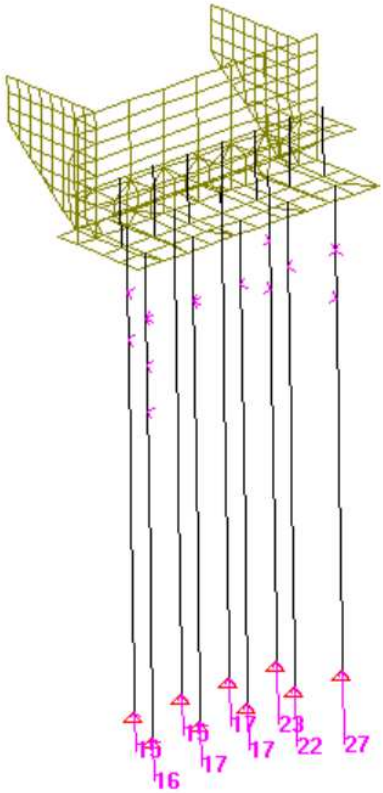
- G1k- tiaž mostného zvršku [kN]



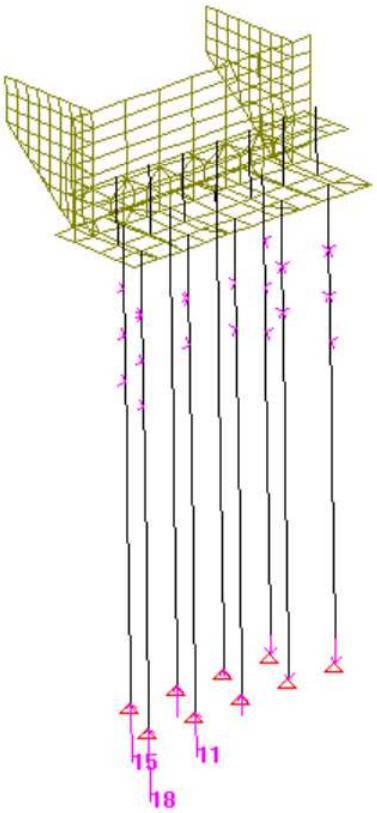
- TSk-dvojnápravové vozidlá [kN]



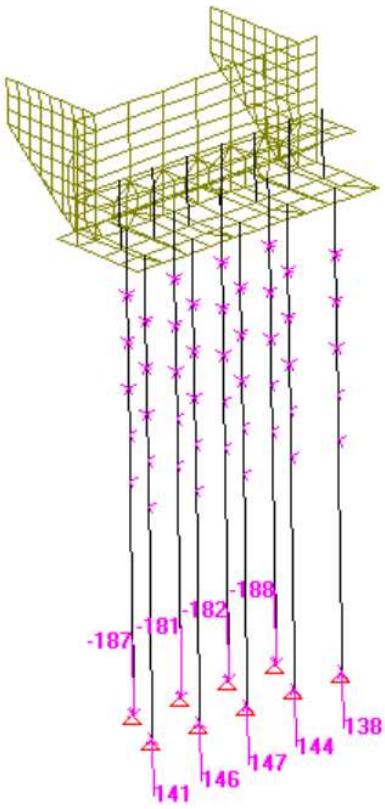
- UDLk-plošné zaťaženie [kN]



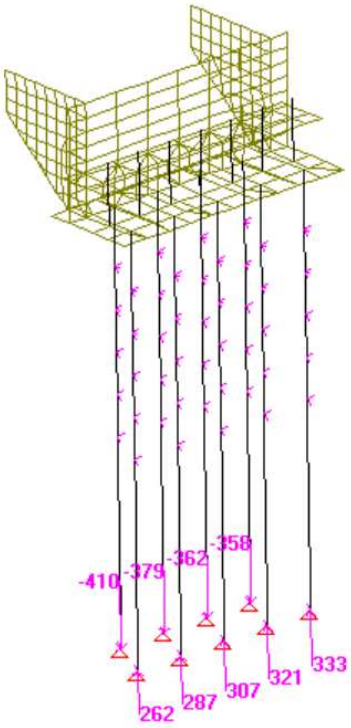
- CHk-zaťaženie od chodcov [kN]



- BRk-brzné a rozjazdové sily [kN]



- Tk- zvýšený zemný tlak za oporou [kN]



- Návrhová kombinácia – vozidlá na moste [kN]

  $N_{Ed,max}$**= 635kN**; $N_{Ed,min}$= 129kN
- Návrhová kombinácia – vozidlá za mostom [kN]

  $N_{Ed,max}$= 480kN; $N_{Ed,min}$**= -70kN**

7.1.2. Návrh pilót

Posouzení piloty

Vstupní data

Projekt

Datum : 7.8.2015

Nastavení

Standardní - EN 1997 - DA2

Materiály a normy

Betonové konstrukce : EN 1992-1-1 (EC2)
Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky :	NAVFAC DM 7.2
Zatěžovací křivka :	lineární (Poulos)
Vodorovná únosnost :	pružný poloprostor
Metodika posouzení :	výpočet podle EN1997
Návrhový přístup :	2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	γ_G =	1,35 [–]	1,00 [–]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
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	[–]

Základní parametry zemin

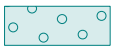
Číslo	Název	Vzorek	γ [kN/m³]	ν [–]
1	Navazka		20,50	0,42
2	Třída G3, středně ulehlá		19,00	0,25
3	Třída S3, středně ulehlá		17,50	0,30
4	Třída G3, středně ulehlá-dol		19,00	0,25
5	Třída G2, středně ulehlá		23,00	0,20

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m³]	γ_s [kN/m³]	n [–]
1	Navazka		4,00	-	22,00	-	-
2	Třída G3, středně ulehlá		-	80,00	22,00	-	-
3	Třída S3, středně ulehlá		-	14,00	22,00	-	-
4	Třída G3, středně ulehlá-dol		-	80,00	22,00	-	-
5	Třída G2, středně ulehlá		-	140,00	24,00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	δ [°]	K [–]	c_u [kPa]	α [–]
1	Navazka		15,00	-	-	-	-
2	Třída G3, středně ulehlá		30,00	-	-	-	-
3	Třída S3, středně ulehlá		29,00	-	-	-	-
4	Třída G3, středně ulehlá-dol		30,00	-	-	-	-
5	Třída G2, středně ulehlá		35,50	-	-	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Navazka		10,00
2	Třída G3, středně ulehlá		10,00
3	Třída S3, středně ulehlá		10,00
4	Třída G3, středně ulehlá-dol		10,00
5	Třída G2, středně ulehlá		10,00

Parametry zemin

Navazka

Objemová tíha : $\gamma = 20{,}50$ kN/m^3
Poissonovo číslo : $\nu = 0{,}42$
Edometrický modul : $E_{oed} = 4{,}00$ MPa
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22{,}00$ kN/m^3
Úhel roznášení : $\beta = 10{,}00$ °
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 15{,}00$ °

Třída G3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 19{,}00$ kN/m^3
Poissonovo číslo : $\nu = 0{,}25$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 80{,}00$ MPa
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22{,}00$ kN/m^3
Úhel roznášení : $\beta = 10{,}00$ °
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 30{,}00$ °

Třída S3, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 17{,}50$ kN/m^3
Poissonovo číslo : $\nu = 0{,}30$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 14{,}00$ MPa
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22{,}00$ kN/m^3
Úhel roznášení : $\beta = 10{,}00$ °
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 29{,}00$ °

Třída G3, středně ulehlá-dol

Objemová tíha : $\gamma = 19{,}00$ kN/m^3
Poissonovo číslo : $\nu = 0{,}25$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 80{,}00$ MPa
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 22{,}00$ kN/m^3
Úhel roznášení : $\beta = 10{,}00$ °
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 30{,}00$ °

Třída G2, středně ulehlá

Objemová tíha : $\gamma = 23{,}00$ kN/m^3
Poissonovo číslo : $\nu = 0{,}20$
Modul přetvárnosti : $E_{def} = 140{,}00$ MPa
Obj.tíha sat.zeminy : $\gamma_{sat} = 24{,}00$ kN/m^3
Úhel roznášení : $\beta = 10{,}00$ °
Úhel vnitřního tření : $\varphi_{ef} = 35{,}50$ °

Geometrie

Profil piloty: kruhová
Rozměry
Průměr d = 0,60 m
Délka l = 10,00 m

Umístění
Vysazení h = 1,00 m
Hloubka upraveného terénu h_z = 2,25 m

Typ technologie: Vrtané piloty
Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha γ = 25,00 kN/m3
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	0,30	Navazka	
2	0,80	Třída G3, středně ulehlá	
3	0,50	Třída S3, středně ulehlá	
4	5,70	Třída G3, středně ulehlá-dol	
5	-	Třída G2, středně ulehlá	

Zatížení

Číslo	Zatížení nové	Zatížení změna	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	ANO		Ed1	Návrhové	635,00	0,00	0,00	55,00	0,00
2	ANO		Ed2	Návrhové	480,00	0,00	0,00	96,00	0,00
3	ANO		Edmin	Návrhové	-70,00	0,00	0,00	96,00	0,00
4	ANO		Ek	Užitné	470,00	0,00	0,00	38,00	0,00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 4,20 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení
Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá
Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení čís. 1

Posouzení svislé únosnosti piloty, metoda NAVFAC DM 7.2 - mezivýsledky

Výpočet únosnosti v patě:
Zemina pod patou piloty je nesoudržná
Součinitel únosnosti N_q = 27,50
Plocha příčného řezu piloty A_p = 2,83E-01 m^2

Únosnost na plášti piloty:

Hloubka [m]	Mocnost [m]	c_{ud} [kPa]	α [–]	k_{dc} [–]	δ [°]	σ_{or} [kPa]	R_{si} [kN]
0,60	0,60	-	-	1,28	22,50	5,70	3,10
1,95	1,35	-	-	1,28	22,50	11,40	13,96
5,05	3,10	-	-	1,28	22,50	11,40	32,05
9,00	3,95	-	-	1,48	26,62	11,40	57,44

Únosnost tažené piloty:

Hloubka [m]	Mocnost [m]	c_{ud} [kPa]	α [–]	k_{dc} [–]	δ [°]	σ_{or} [kPa]	R_{si} [kN]
0,60	0,60	-	-	1,28	22,50	5,70	3,41
1,95	1,35	-	-	1,28	22,50	11,40	15,35
5,05	3,10	-	-	1,28	22,50	11,40	35,26
9,00	3,95	-	-	1,48	26,62	11,40	63,18

Posouzení svislé únosnosti : NAVFAC DM 7.2

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
Součinitel výpočtu kritické hloubky k_{dc} = 1,00

Posouzení tlačené piloty:
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (Ed1)

Únosnost piloty na plášti R_s = 106,55 kN
Únosnost piloty v patě R_b = 915,73 kN

Únosnost piloty R_c = 1022,28 kN
Extrémní svislá síla V_d = 635,00 kN

R_c = 1022,28 kN > 635,00 kN = V_d

Únosnost tlačené piloty VYHOVUJE

Posouzení tažené piloty:
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (Edmin)

Únosnost tažené piloty R_{sdt} = 101,92 kN
Vlastní hmotnost piloty w_p = 57,11 kN
Extrémní tahová síla V_d = 12,89 kN

R_c = 101,92 kN > 12,89 kN = V_d

Únosnost tažené piloty VYHOVUJE

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení čís. 1

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva číslo	E_s [MPa]
1	20,00
2	50,00

Limitní sedání piloty s_{lim} = 25,0 mm

Výpočet zatěžovací křivky piloty - mezivýsledky

Opravný součinitel tuhosti piloty C_k = 0,93
Opravný součinitel Poissonova čísla C_v = 0,78
Opravný součinitel tuhosti zeminy C_b = 1,99
Součinitel přenosu zat. nestl. piloty β_0 = 0,09
Součinitel přenosu zatížení do paty β = 0,12

Příčinkové součinitele sedání :
Základni - závislý na poměru l/d I_0 = 0,10
Součinitel vlivu tuhosti piloty R_k = 1,13
Součinitel vlivu nestlačitelné vrstvy R_h = 1,00
Korekční součinitel Poissonova čísla R_v = 0,88

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření R_{yu} = 133,56 kN
Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} s_y = 0,7 mm
Celková únosnost R_c = 682,04 kN
Maximální sednutí s_{lim} = 25,0 mm

Pro maximální užitné svislé zatížení V = 470,00kN je sednutí piloty 15,6mm.

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.

Maximální vnitřní síly a deformace:

Max.deformace piloty = 3,7 mm
Max.posouvající síla = 96,00 kN
Maximální moment = 125,38 kNm

Dimenzace výztuže:

Vyztužení - 10 ks profil 16,0 mm; krytí 80,0 mm
Typ konstrukce (stupně vyztužení) : pilota

Stupeň vyztužení ρ = 0,711 % > 0,500 % = ρ_{min}

Zatížení : N_{Ed} = 70,00 kN (tah) ; M_{Ed} = 125,38 kNm
Únosnost : N_{Rd} = 97,91 kN; M_{Rd} = 175,37 kNm

Navržená výztuž piloty VYHOVUJE

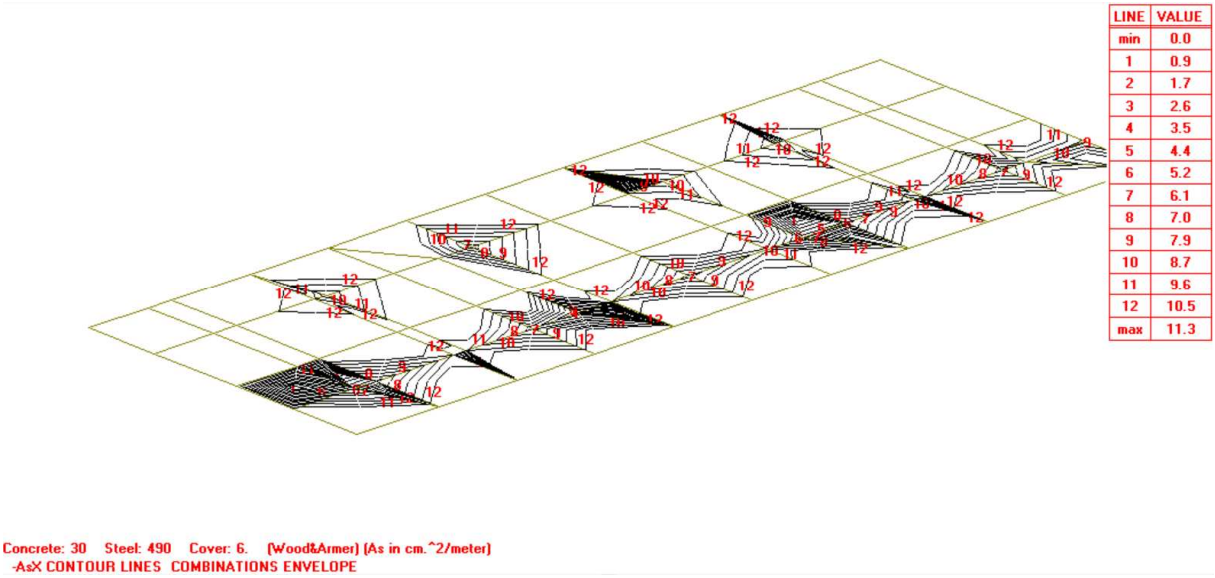
Dimenzace smykové výztuže:

Smyková výztuž - profil 10,0 mm; vzdálenost 200,0 mm

Posouvající síla na mezi únosnosti: V_{Rd} = 104,12 kN > 96,00 kN = V_{Ed}
Průřez VYHOVUJE.
pouze konstrukční smyková výztuž

7.1.3. Návrh betonárskej výstuže opory

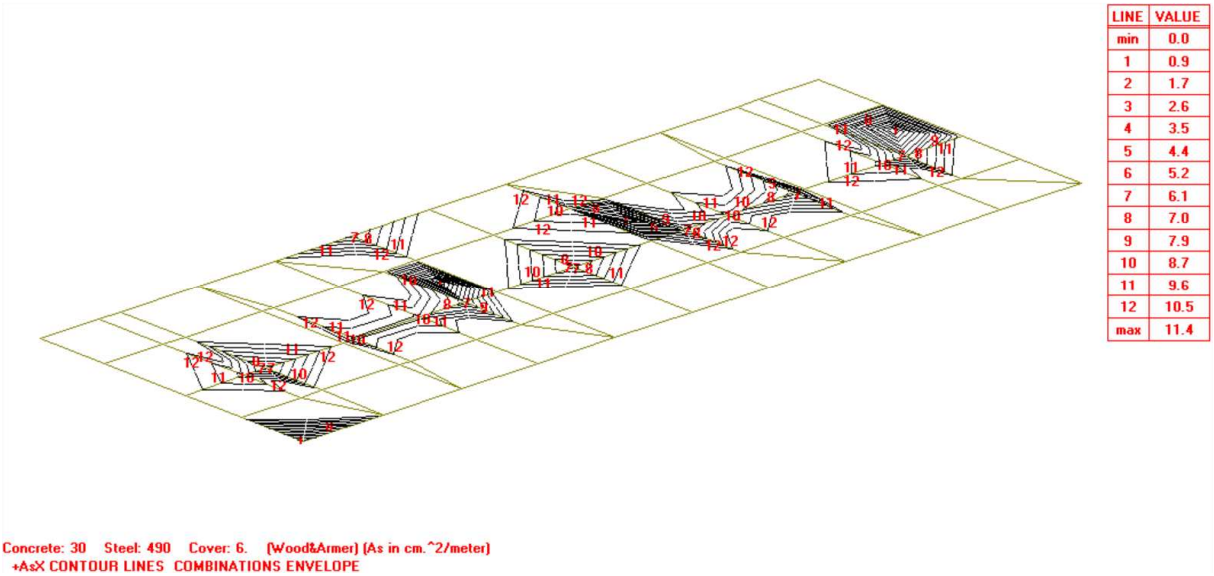
- Nutná plocha betonárskej výstuže – základová doska – pozdĺžny smer – spodná výstuž -A_{sx}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	0.9
2	1.7
3	2.6
4	3.5
5	4.4
6	5.2
7	6.1
8	7.0
9	7.9
10	8.7
11	9.6
12	10.5
max	11.3

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
-AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

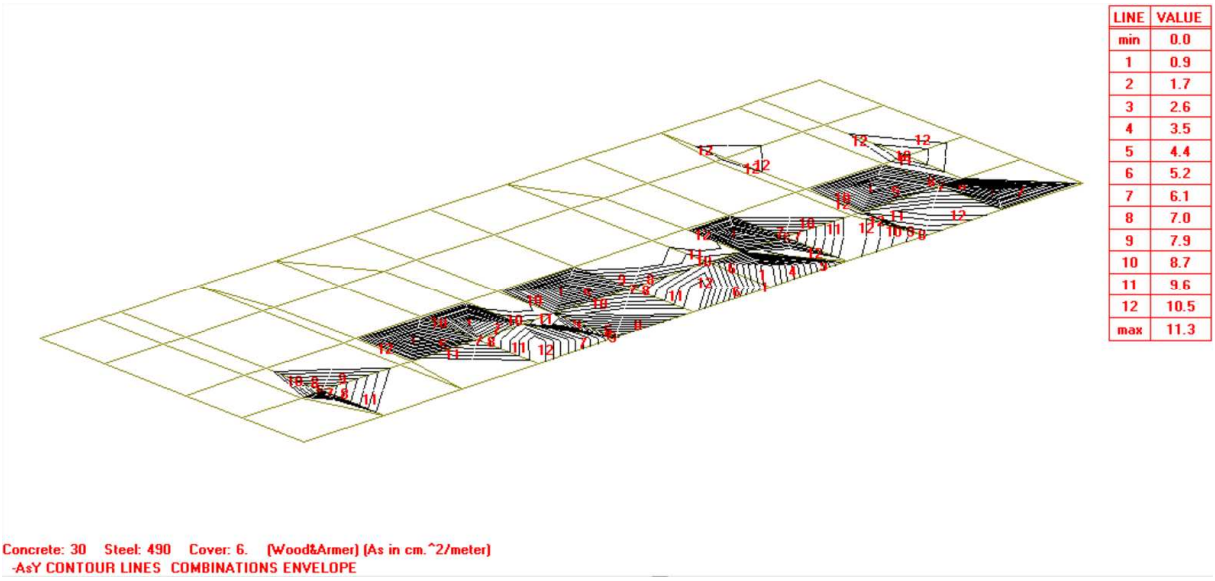
- Nutná plocha betonárskej výstuže – základová doska – pozdĺžny smer – horná výstuž +A_{sx}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	0.9
2	1.7
3	2.6
4	3.5
5	4.4
6	5.2
7	6.1
8	7.0
9	7.9
10	8.7
11	9.6
12	10.5
max	11.4

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

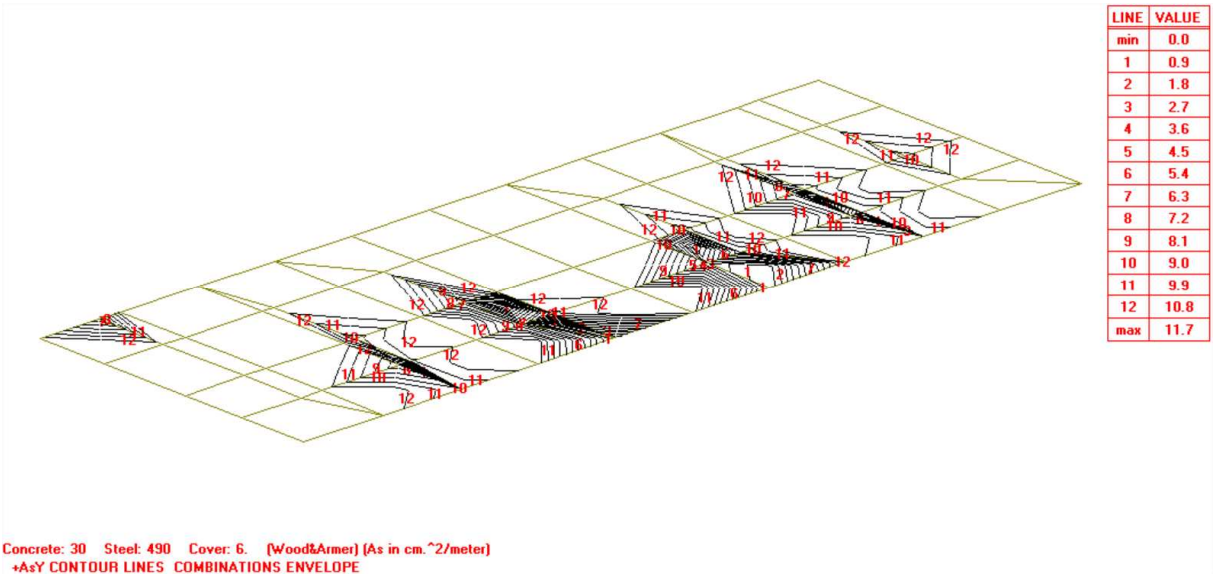
- Nutná plocha betonárskej výstuže – základová doska – priečny smer – spodná výstuž -A_{sy}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	0.9
2	1.7
3	2.6
4	3.5
5	4.4
6	5.2
7	6.1
8	7.0
9	7.9
10	8.7
11	9.6
12	10.5
max	11.3

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
-AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

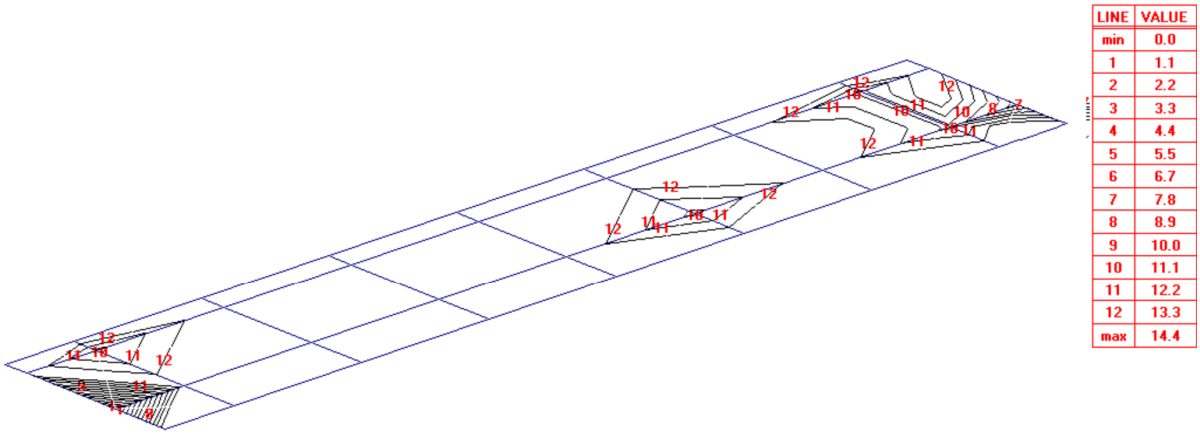
- Nutná plocha betonárskej výstuže – základová doska – priečny smer – horná výstuž +A_{sy}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	0.9
2	1.8
3	2.7
4	3.6
5	4.5
6	5.4
7	6.3
8	7.2
9	8.1
10	9.0
11	9.9
12	10.8
max	11.7

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

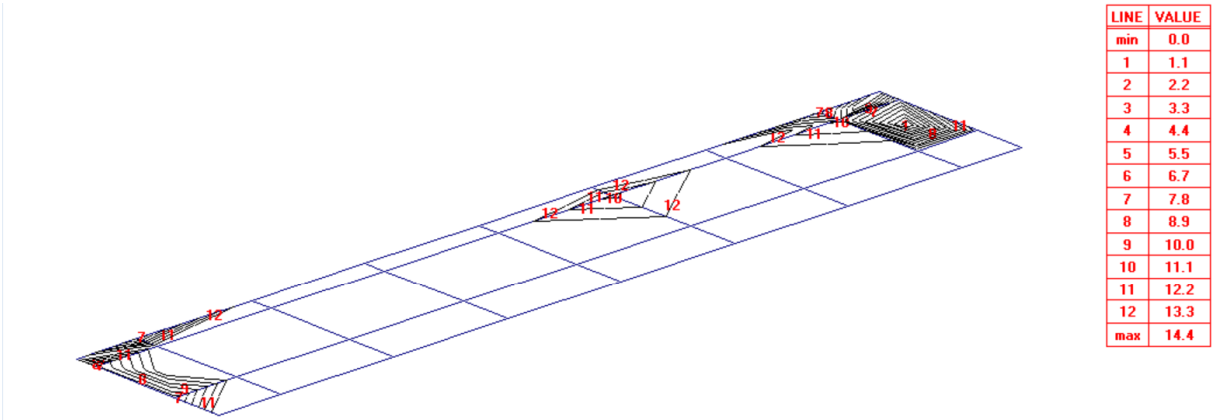
- Nutná plocha betonárskej výstuže – úložný prah – pozdĺžny smer – spodná výstuž -A_{sx}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	1.1
2	2.2
3	3.3
4	4.4
5	5.5
6	6.7
7	7.8
8	8.9
9	10.0
10	11.1
11	12.2
12	13.3
max	14.4

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
-AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

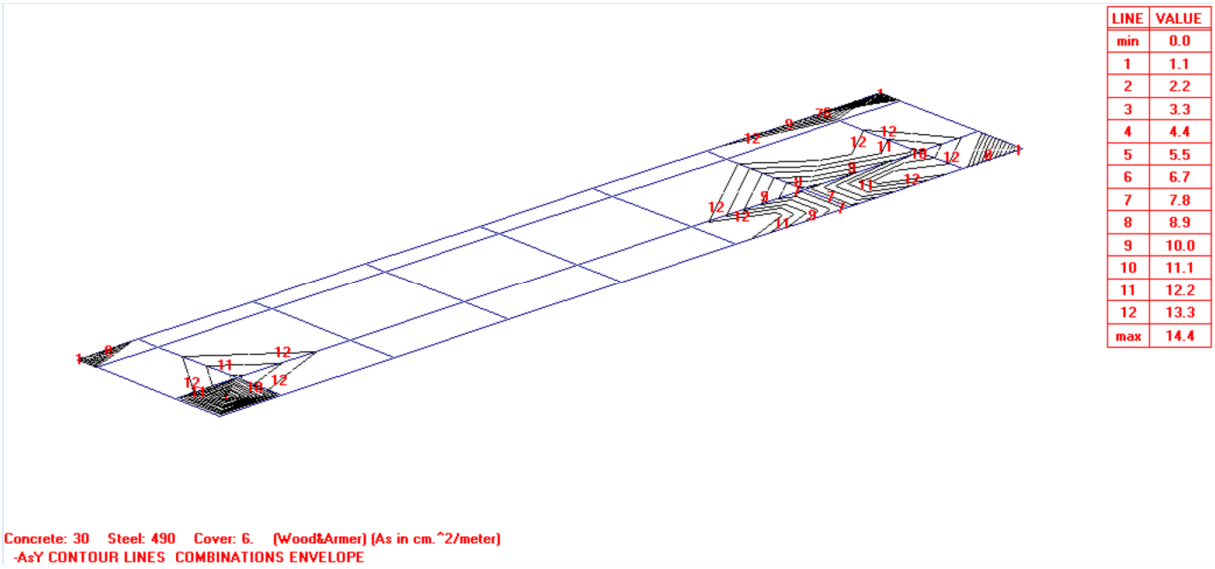
- Nutná plocha betonárskej výstuže – úložný prah – pozdĺžny smer –horná výstuž +A_{sx}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	1.1
2	2.2
3	3.3
4	4.4
5	5.5
6	6.7
7	7.8
8	8.9
9	10.0
10	11.1
11	12.2
12	13.3
max	14.4

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

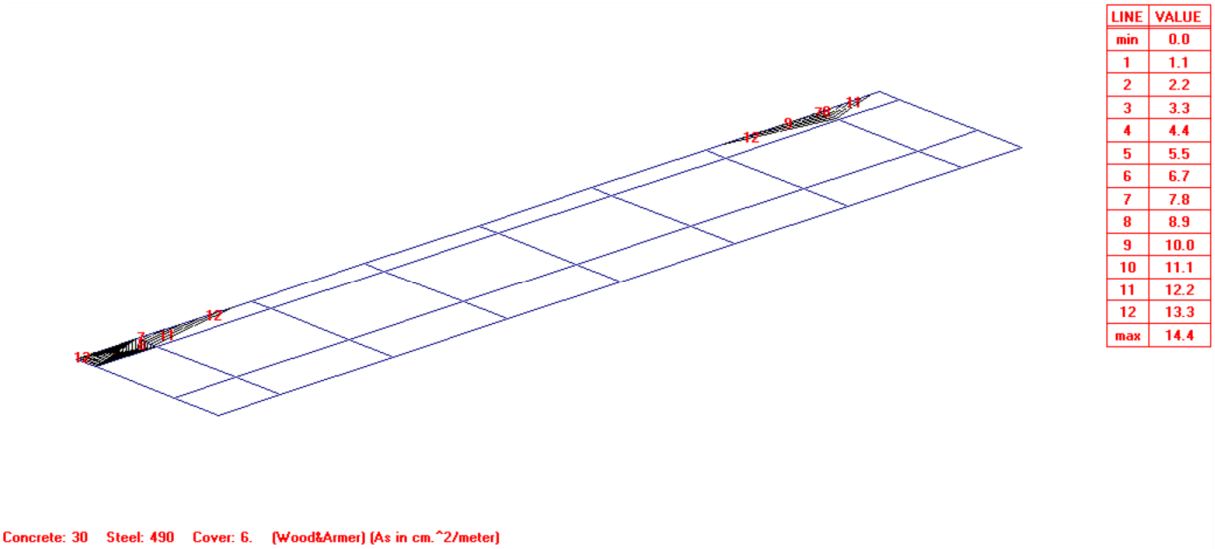
- Nutná plocha betonárskej výstuže – úložný prah – priečny smer – spodná výstuž -A_{sy}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	1.1
2	2.2
3	3.3
4	4.4
5	5.5
6	6.7
7	7.8
8	8.9
9	10.0
10	11.1
11	12.2
12	13.3
max	14.4

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
-AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

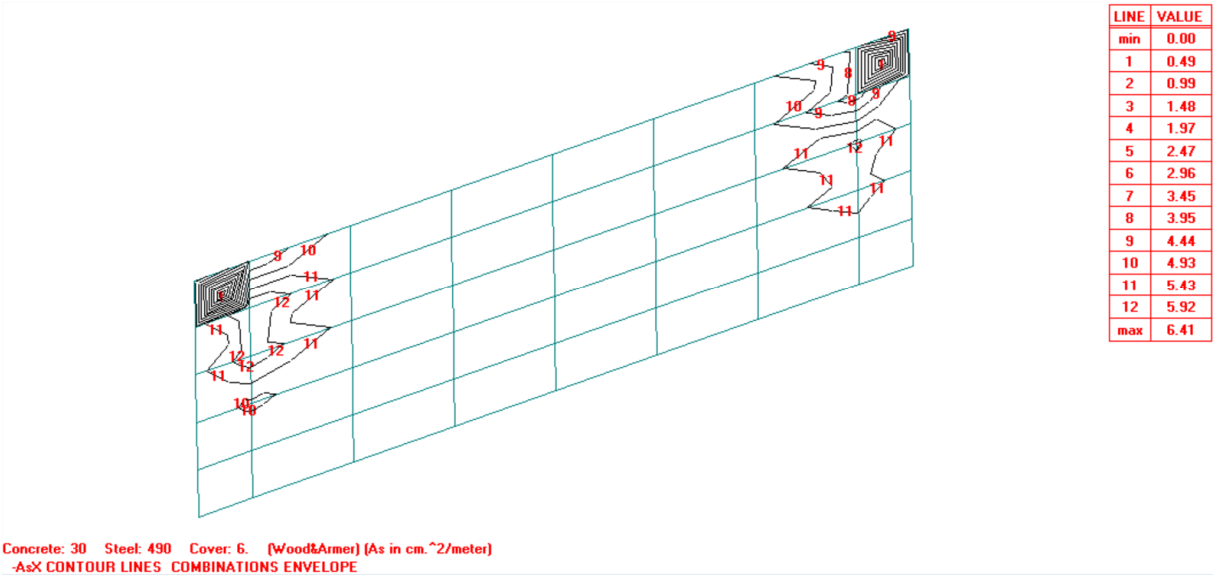
- Nutná plocha betonárskej výstuže – úložný prah – priečny smer – horná výstuž +A_{sy}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	1.1
2	2.2
3	3.3
4	4.4
5	5.5
6	6.7
7	7.8
8	8.9
9	10.0
10	11.1
11	12.2
12	13.3
max	14.4

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

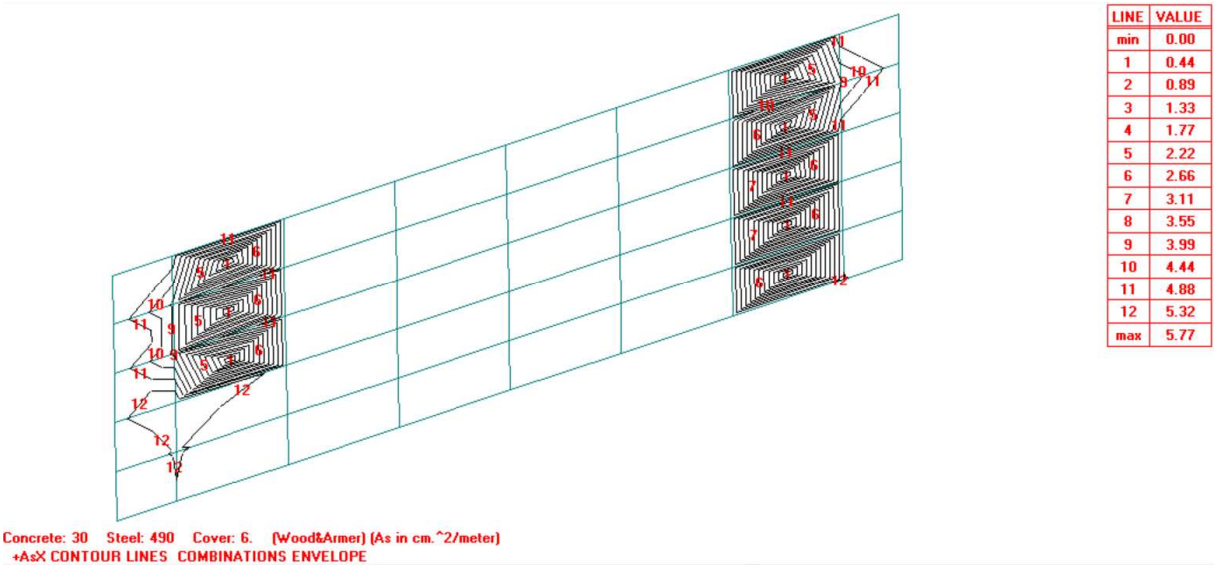
- Nutná plocha betonárskej výstuže – záverný múrik – pozdĺžny smer – spodná výstuž -A_{sx}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.00
1	0.49
2	0.99
3	1.48
4	1.97
5	2.47
6	2.96
7	3.45
8	3.95
9	4.44
10	4.93
11	5.43
12	5.92
max	6.41

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
-AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

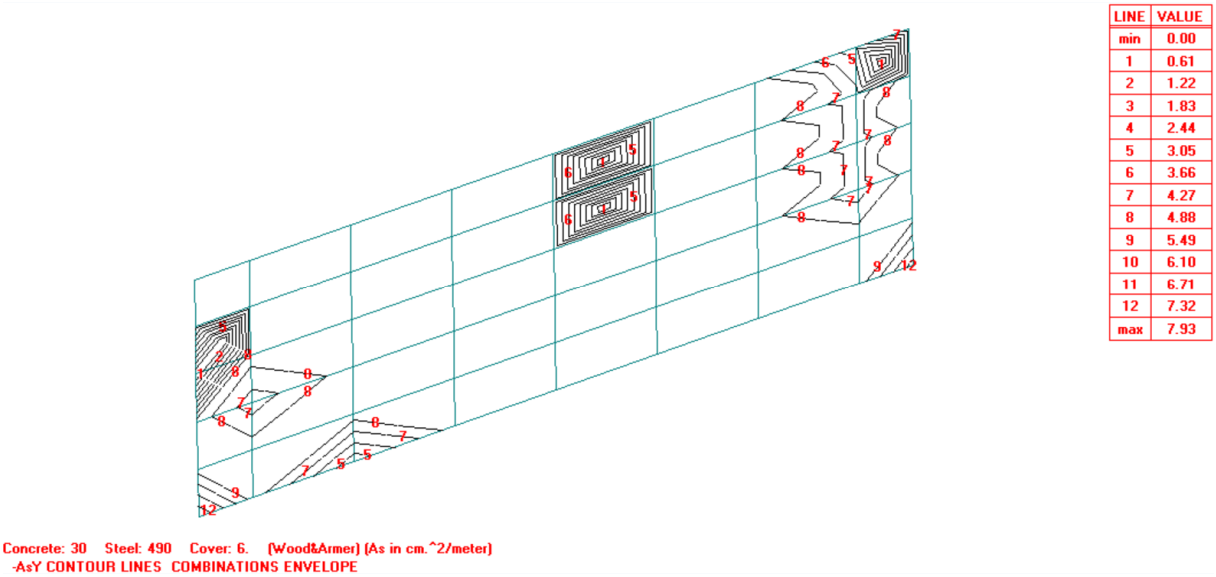
- Nutná plocha betonárskej výstuže – záverný múrik – pozdĺžny smer –horná výstuž +A_{sx}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.00
1	0.44
2	0.89
3	1.33
4	1.77
5	2.22
6	2.66
7	3.11
8	3.55
9	3.99
10	4.44
11	4.88
12	5.32
max	5.77

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

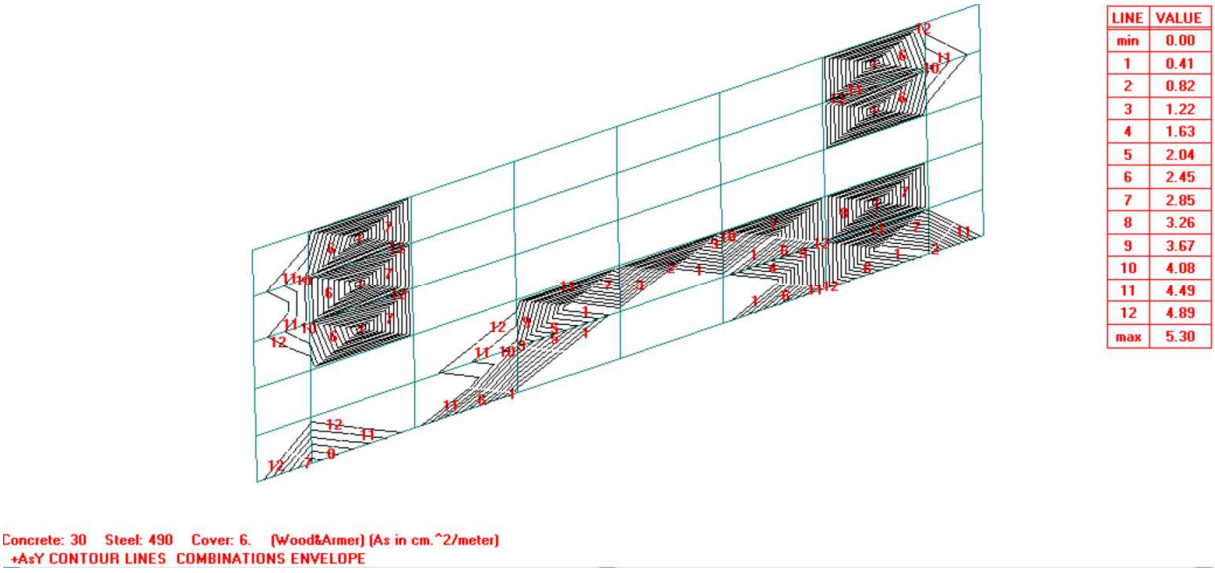
- Nutná plocha betonárskej výstuže – záverný múrik – priečny smer – spodná výstuž -A_{sy}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.00
1	0.61
2	1.22
3	1.83
4	2.44
5	3.05
6	3.66
7	4.27
8	4.88
9	5.49
10	6.10
11	6.71
12	7.32
max	7.93

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
-AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

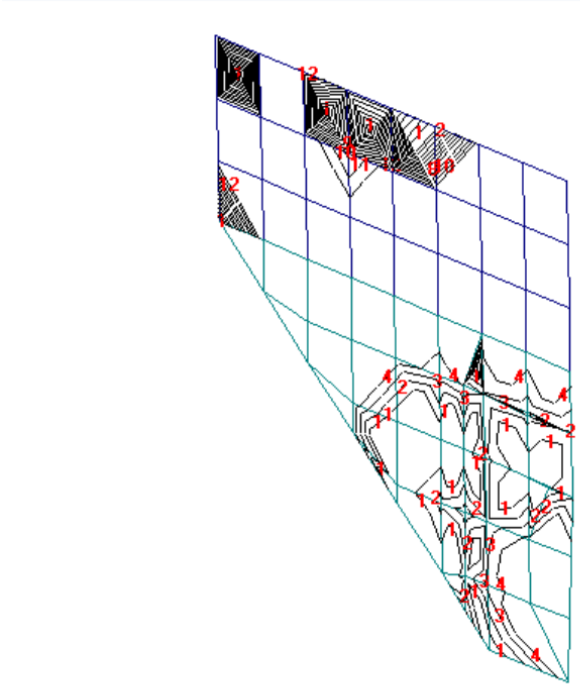
- Nutná plocha betonárskej výstuže – záverný múrik – priečny smer – horná výstuž +A_{sy}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.00
1	0.41
2	0.82
3	1.22
4	1.63
5	2.04
6	2.45
7	2.85
8	3.26
9	3.67
10	4.08
11	4.49
12	4.89
max	5.30

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

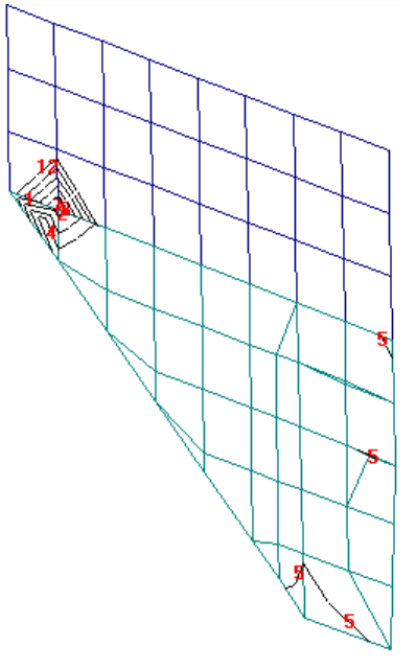
- Nutná plocha betonárskej výstuže – krídlo – pozdĺžny smer – spodná výstuž -A_{sx}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	1.1
2	2.2
3	3.3
4	4.4
5	5.5
6	6.7
7	7.8
8	8.9
9	10.0
10	11.1
11	12.2
12	13.3
max	14.4

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
-AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

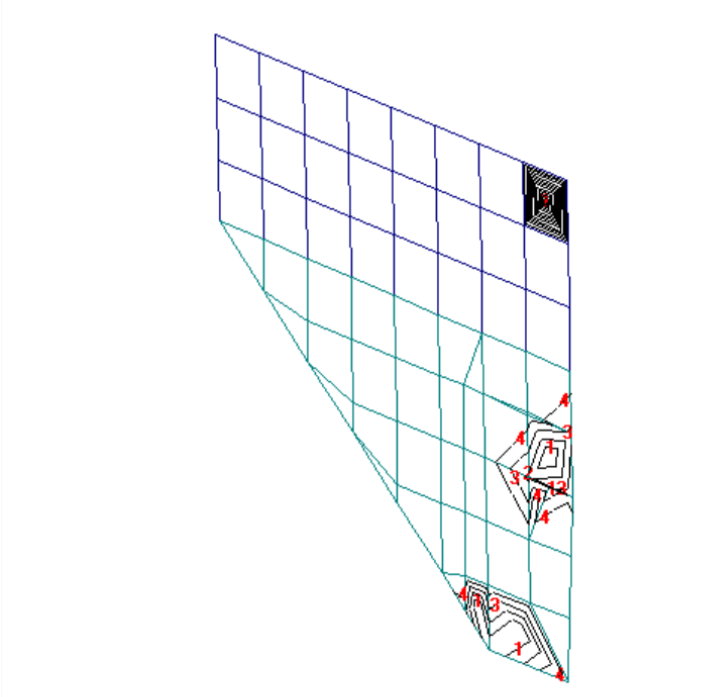
- Nutná plocha betonárskej výstuže – krídlo – pozdĺžny smer –horná výstuž +A_{sx}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	1.1
2	2.2
3	3.3
4	4.4
5	5.5
6	6.7
7	7.8
8	8.9
9	10.0
10	11.1
11	12.2
12	13.3
max	14.4

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

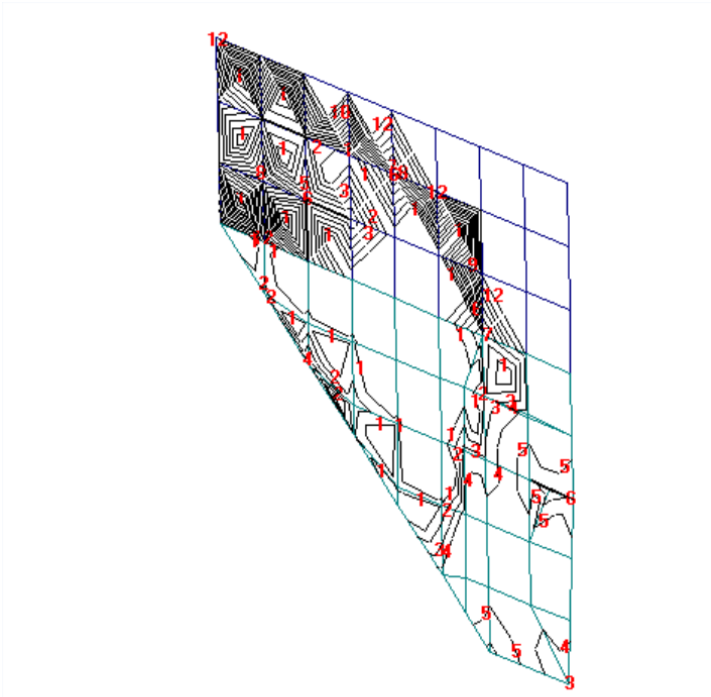
- Nutná plocha betonárskej výstuže – krídlo – priečny smer – spodná výstuž -A_{sy}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	1.1
2	2.2
3	3.3
4	4.4
5	5.5
6	6.7
7	7.8
8	8.9
9	10.0
10	11.1
11	12.2
12	13.3
max	14.4

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
-AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

- Nutná plocha betonárskej výstuže – krídlo – priečny smer – horná výstuž +A_{sy}(cm^2)



LINE	VALUE
min	0.0
1	1.2
2	2.3
3	3.5
4	4.7
5	5.8
6	7.0
7	8.2
8	9.3
9	10.5
10	11.7
11	12.8
12	14.0
max	15.2

Concrete: 30 Steel: 490 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.^2/meter)
+AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

8. Záver

Tento statický výpočet bol vypracovaný za predpokladu istých vstupných údajov (geometria, materiálové vlastnosti a pod.). V prípade zmeny týchto vstupných údajov je potrebné statický výpočet prehodnotiť.

V Bratislave 10.8.2015