

OBJEDNÁVATEĽ



NÁRODNÁ DIAĽNIČNÁ SPOLOČNOSŤ

DOKUMENTÁCIA NA REALIZÁCIU STAVBY 202-00

ZÁKAZKA		DIAĽNIČNÝ PRIVÁDZAČ LIETAVSKÁ LÚČKA - ŽILINA I. ETAPA km 0,0 - 3,8			
ČASŤ STAVBY		202-00 MOST NAD ÚDOLÍM V KM 3,100		MILETIČOVA 21, P.O. BOX 34 820 05 BRATISLAVA 25 TEL. : 02/5057 4703, FAX. : 02/5057 4798	
PRÍLOHA		STATICKÝ VÝPOČET		STUPEŇ DRS	ČÍSLO ZÁKAZKY 1347/1230
OBJEDNÁVATEĽ		NÁRODNÁ DIAĽNIČNÁ SPOLOČNOSŤ, a.s.		OKRES ŽILINA	
HLAVNÝ INŽ. PROJ. Ing. Ondrej KUPČO	TECH. KONTROLA Ing. Dušan Ďuriš, PhD.	SÚRADNICOVÝ SYSTÉM JTSK		KATASTRÁLNE ÚZEMIE: LIETAVSKÁ LÚČKA	
ZODP. PROJ. Ing. Andrej Prítula, PhD.	VYPRACOVAL KOLEKTÍV	VÝŠKOVÝ SYSTÉM Bpv		ČÍSLO PRÍLOHY 11	SÚPRAVA
DÁTUM 05.2015	FORMÁT A4	MIERKA -			

Statický výpočet nosnej konštrukcie mosta
Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina
202-00 Most nad údolím v km 3,100
Nosná konštrukcia

Vypracoval: prof. Ing. Jaroslav Halvonik, PhD.
 Ing. Andrej Prítula, PhD.

Bratislava 05/2015

Obsah

1. Úvod.....	4
1.1. Popis konštrukcie mosta	4
1.2. Postup výstavby mosta	5
1.3. Spôsob statického výpočtu	7
1.4. Použité normy a predpisy	7
1.5. Výpočtový model	9
2. Stavebné materiály.....	11
2.1. Betón	11
2.2. Betonárska výstuž	11
2.3. Predpínacia výstuž	11
3. Zaťaženie	12
3.1. Zaťaženie – vlastná tiaž G_0	12
3.2. Zaťaženie – mostný zvršok G_1	12
3.3. Premenné zaťaženie od dopravy $Q - LM1$	12
3.4. Premenné zaťaženie od dopravy $Q - LM2$	13
3.5. Premenné zaťaženie od dopravy $Q - LM3$	14
3.6. Premenné zaťaženie od dopravy $Q - LM4$	14
3.7. Únavová zaťažovacia schéma 3 – FLM3	15
3.8. Nerovnomerný pokles podpier	15
3.9. Teplotné účinky.....	15
3.10. Trenie v ložiskách	15
3.11. Rozjazdové a brzdné sily.....	16
3.12. Odstredivé sily.....	16
3.13. Náraz vozidla do záchytného zariadenia	16
3.14. Zaťaženie vetrom	16
3.15. Montážne zaťaženie počas výstavby.....	16
3.16. Seizmické zaťaženie	16
4. Kombinácie zaťažení.....	17

4.1.	Návrhové kombinácie zaťaženie MSU	17
4.2.	Kombinácie zaťaženie pre MSP	18
5.	Nosná konštrukcia	19
5.1.	Medzný stav použiteľnosti MSP – pozdĺžny smer	19
5.1.1.	Posúdenie normálových napätí – fázy výstavby	19
5.1.2.	Posúdenie normálových napätí – etapa č.1	20
5.1.3.	Posúdenie normálových napätí – etapa č.2	22
5.1.4.	Posúdenie normálových napätí – etapa č.3	23
5.1.5.	Posúdenie normálových napätí – etapa č.4	25
5.1.6.	Posúdenie normálových napätí – etapa č.5	26
5.1.7.	Posúdenie normálových napätí – etapa č.6	28
5.1.8.	Posúdenie normálových napätí – etapa č.7	29
5.1.9.	Posúdenie normálových napätí – etapa č.8	31
5.1.10.	Posúdenie normálových napätí – prevádzka	32
5.1.11.	Posúdenie normálových napätí – prvá prevádzková fáza	32
5.1.12.	Posúdenie normálových napätí – posledná prevádzková fáza	34
5.2.	Medzný stav únosnosti MSU – pozdĺžny smer	36
5.2.1.	Návrh a posúdenie šmykovej + krútiacej výstuže v trámoch	36
5.2.2.	Posúdenie MSU – pozdĺžny smer – ohyb	39
5.2.3.	Posúdenie MSU – pozdĺžny smer – únavová odolnosť betónu	46
5.2.4.	Posúdenie MSU – pozdĺžny smer – únavová odolnosť šmykovej výstuže	47
5.3.	Medzný stav únosnosti MSU – priečny smer	49
5.3.1.	Medzný stav únosnosti MSU – priečny smer – doska	49
5.3.2.	Medzný stav únosnosti MSU – priečny smer – priečnik	54
5.4.	Medzný stav únosnosti MSU – podkotevná výstuž	57
6.	Príslušenstvo	59
6.1.	Návrh odvodnenia	59
6.2.	Návrh ložísk	61
6.2.1.	Návrh ložísk – únosnosť (prevádzkové zaťaženia)	61

6.2.2. Návrh ložísk – dilatačné pohyby	67
6.3. Návrh mostných záverov	70
7. Záver	71

1. Úvod

Predmetom statického výpočtu je návrh a posúdenie konštrukcie spodnej stavby a nosnej konštrukcie obj. 202-00. Projektovaný úsek mosta bude po dobudovaní tvoriť časť diaľničného privádzača Lietavská Lúčka - Žilina. Riešenie mostnej konštrukcie vyplýva z podkladov predchádzajúceho stupňa PD. Most prevádza komunikáciu ponad údolie. Priestor pod mostom je neupravený. Zakladanie a spodná stavba je prispôsobená základovým pomerom v mieste stavby. Odvodnenie mosta je navrhnuté odvodňovačmi, ktoré sú zvodmi vyústené na terén pod mostom.

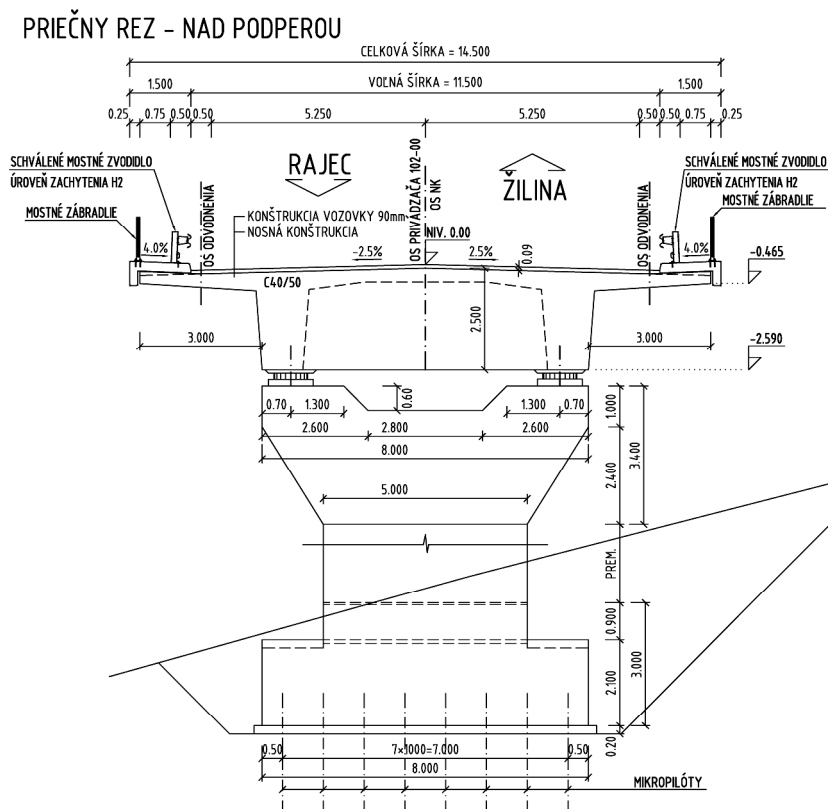
1.1. Popis konštrukcie mosta

Nosná konštrukcia je navrhnutá ako vyl'ahčená monolitická konštrukcia z predpätého betónu v priečnom smere tvorená dvoma trámami, tieto sú spojené doskou. Nosná konštrukcia je navrhnutá z betónu triedy C40/50, vystužená betonárskou výstužou B500B a predpínacou výstužou. Ide o 8 pol'ový spojitý systém – jeden dilatačný celok. Rozpätia jednotlivých polí sú 32m+6x40m+32m. Pevné ložisko sa nachádza na podpere č.5, v osi uloženia podpery č.5 sa teda nachádza aj teplotná os. Nosná konštrukcia je uložená vždy na dvojici ložísk v rámci jednej osi uloženia.

V priečnom smere je nosná konštrukcia tvorená doskou a dvojicou trávov. Hrúbka dosky medzi trámami je premennej hrúbky 300-450mm smerom k nosníku. Konzoly nosnej konštrukcie sú hrúbky 200-450mm. Výška prierezu v jeho osi je 2,5m; šírka trávov je premenná, v spodnej časti 1, 0m po 1,30m v hornej časti trávu. Osová vzdialenosť trávov je 7,0m.

Nosná konštrukcia bude betónovaná po etapách na podpernej skruži (pozri prílohu č. 2.2. Postup výstavby). I. etapa začína na opore 1 a končí 8,0m za podperou 2. Po zhotovení debnenia budovanej etapy sa naviaže betonárska výstuž etapy, osadia sa káblové kanáliky, kotvy a spojky, doplní sa podkotevná výstuž. Po betonáži prvej etapy a dosiahnutí min 80% z 28-dňovej pevnosti sa pristúpi k predpínaniu danej etapy, následne k injektáži a odvzdušneniu káblových kanálikov. Bude nasledovať odstránenie podpernej skruže. Takýmto postupom sa budú betónovať aj nasledovné etapy.

Spodná stavba je tvorená oporami s rovnobežným krídlami, a medziľahlými podperami. Tieto pozostávajú zo základov (založené na mikropilótach dĺžky 12m), na každom zo základov medziľahlých podpier stojí stenový pilier s dvojicou ložísk.



Obr. 1.1 Priechý rez mosta

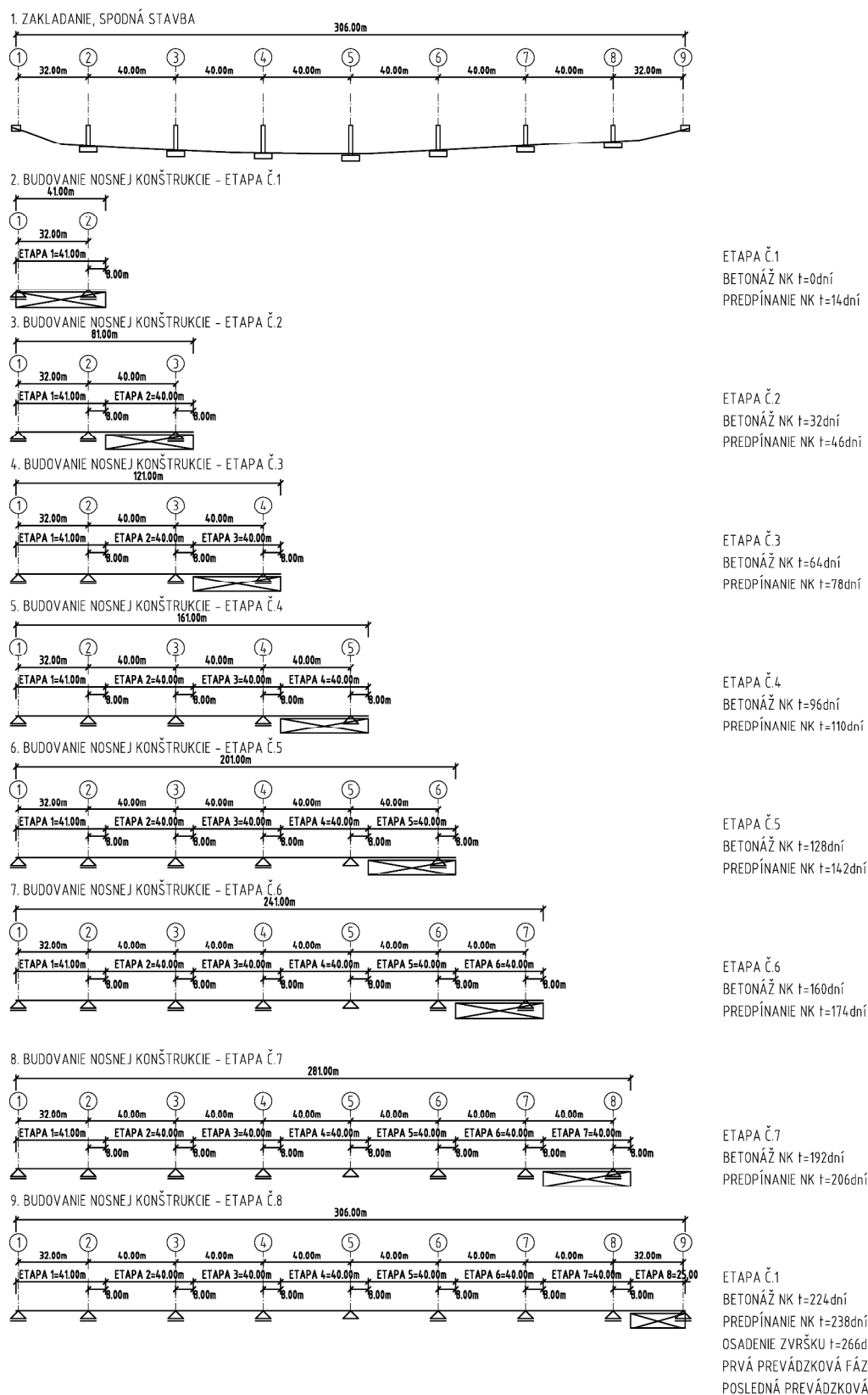
Opory tvoria železobetónové úložné prahy so záverným múrikom a kolmými krídlami. Pri opore 9 sa nachádza predĺžené ľavé krídlo – oporný múr. Opory č.1 a 9 sú tvorené úložným prahom šírky 14,0m, výšky 2,5m – opora 1; 2,92 až 2,5m – opora 9, so záverným múrikom premennej výšky, hrúbky 0,70 m. Opory s úložným prahom a závernými múrikmi sú navrhnuté z betónu triedy C30/37, vystužené betonárskou výstužou triedy B500B. Navrhnuté sú kolmé železobetónové krídla, Krídla majú premennú šírku – v hornej časti sú prispôsobené šírke rímsoy v spodnej časti sú krídla uložené na základových doskách. Krídla sú vybetónované spolu s oporami z toho istého materiálu. Polohy pracovných škár sú naznačené vo výkresoch tvaru.

Medziľahlé podpery sú tvorené stenovými piliermi votknutými do základovej pätky. Steny sú obdĺžnikového prierezu. Tvary podpier sú definované v grafickej prílohe (vid' príl. 5.3-5.5). Podpery sú navrhnuté zo železobetónu C30/37 vystuženého betonárskou výstužou B500B.

1.2. Postup výstavby mosta

Po vybudovaní spodnej stavby bude nosná konštrukcia budovaná postupne po poliach na pevnej skruži. Takýto postup výstavby bol uvažovaný aj v časovej analýze použitej pre návrh

a posúdenie predpínacej výstuže. Postup výstavby je aj s uvažovanými časovými údajmi znázornený v nasledovnom obrázku:



Obr. 1.2 Schéma postupu výstavby

1.3. Spôsob statického výpočtu

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

Návrh predpínacej výstuže do nosnej konštrukcie bol uskutočnený pomocou priestorového prútového modelu pozostávajúceho z dvoch trémov, tieto boli spojené priečnymi väzbami (tuhosti dosky), na koncoch trémov koncovými priečnikmi. Výpočtový model zohľadňuje časové faktory, statické faktory vyplývajúce zo zmeny statickej schémy počas postupu výstavby a pod. Výpočet bol realizovaný pomocou programu Strap 2010, modul Postten, 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 program Mathcad.

Výpočet reakcií na spodnú stavbu bol realizovaný na rovnakom výpočtovom modeli – 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)

1.4. 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

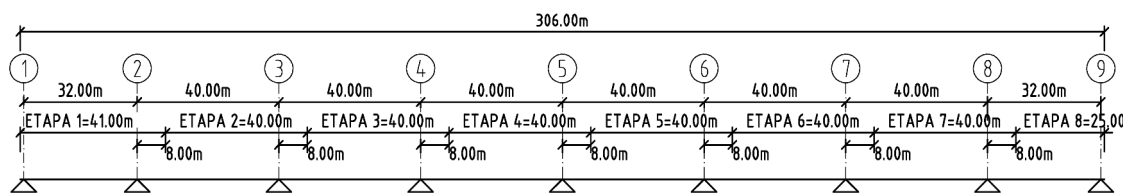
STN EN 1998-2 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť. Časť 2: Mosty

STN 73 1001 Klasifikácie zemín a skalných hornín

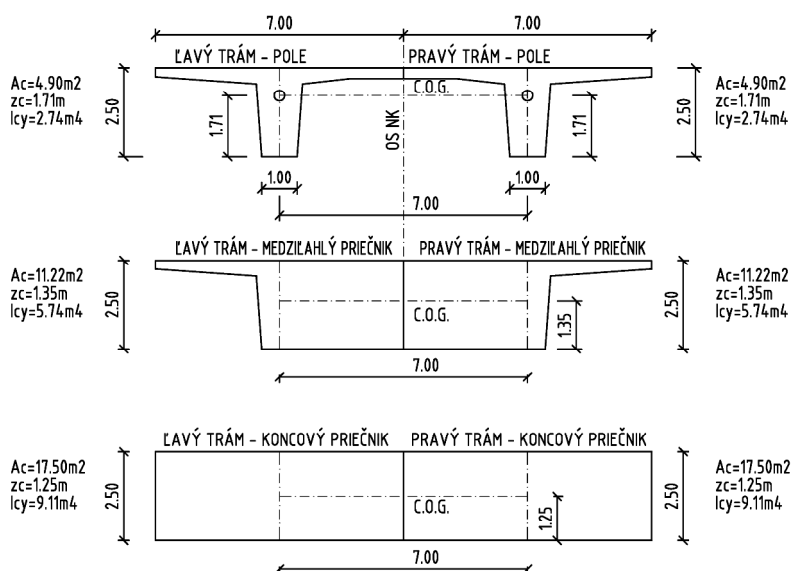
1.5. Výpočtový model

Návrh predpínacej výstuže do nosnej konštrukcie bol uskutočnený pomocou priestorového prútového modelu pozostávajúceho z dvoch trávov, tieto boli spojené priečnymi väzbami (tuhosti dosky), na koncoch trávov koncovými priečnikmi. Ložiská sú namodelované pomocou podpier, ich usmernenie je totožné s druhmi osadených ložísk. Statická schéma, pozdĺžne delenie na etapy a prierezové charakteristiky sú zrejmé z nasledovných obrázkov:

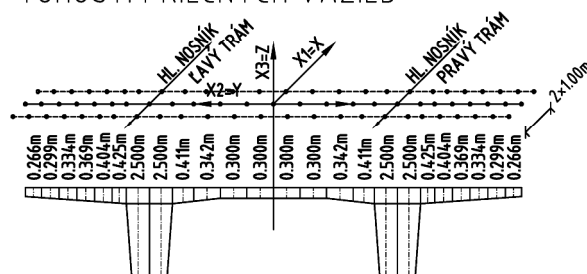
POZDĽŽNY SMER - STATICKÁ SCHÉMA



PRIEČNY SMER - HLAVNÉ TRÁMY



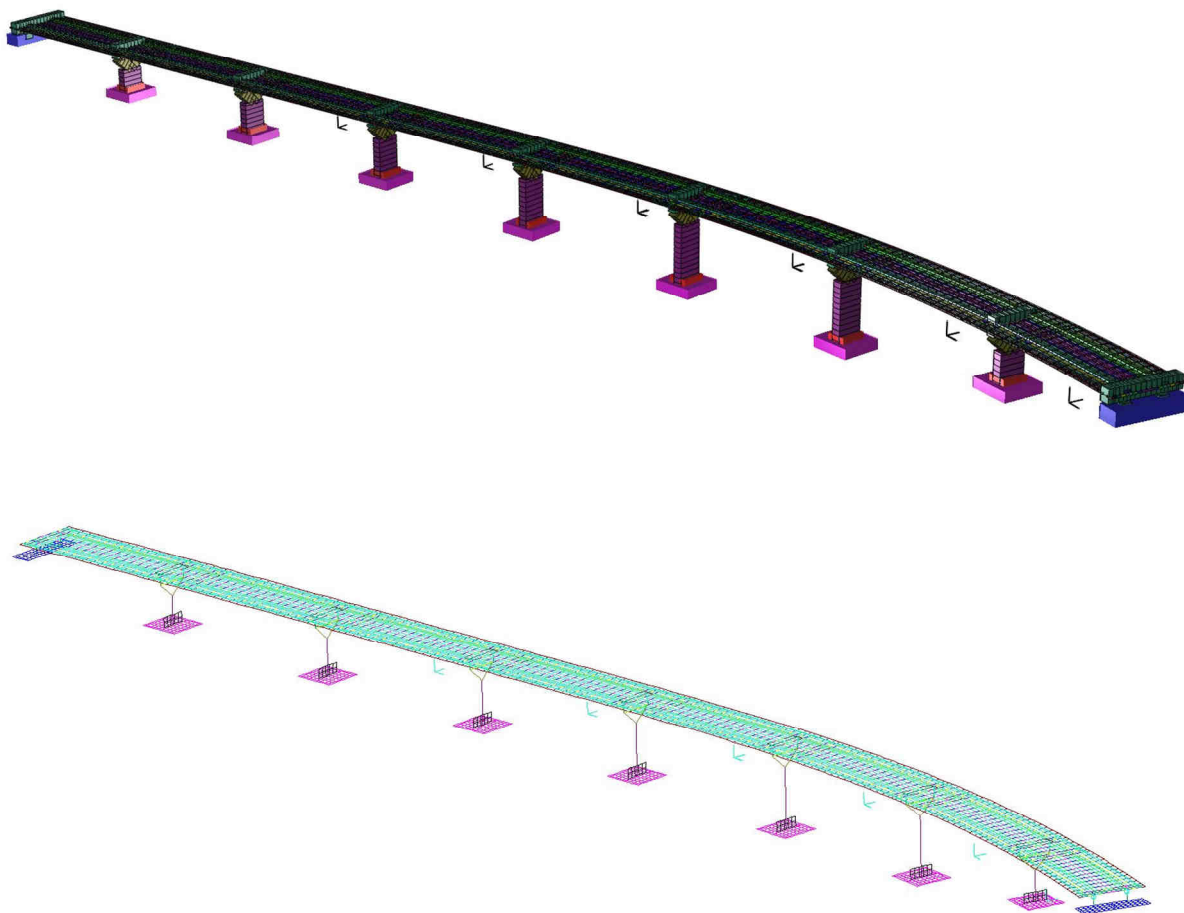
PRIEČNY SMER - TUHOSŤ PRIEČNYCH VÄZIEB



Obr. 1.3 Výpočtový model

Pre seizmický výpočet boli do daného modelu doplnené piliere, základové dosky, krajné opory a mikropilóty. Okrajové podmienky boli zadane pomocou pružín, ktorých tuhosť bola zvolená na základe geologických pomerov. Ložiská a ich usmernenie boli namodelované

pomocou možnosti uvoľnenia nosníčkov (releases) reprezentujúcich ložiská. Render celkového výpočtového modelu a schéma elementov je zrejmá z nasledovných obrázkov:



Obr. 1.4 Výpočtový model – Strap

2. Stavebné materiály

2.1. Betón

Trieda betónu nosnej konštrukcie:

C40/50, $f_{ck}=40\text{MPa}$; $f_{cd}=22,7\text{MPa}$; $f_{ctm}=3,5\text{MPa}$; $E_{cm}=35\text{GPa}$

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

Trieda betónu pilierov:

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

Trieda betónu základov:

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

2.2. Betonárska výstuž

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

2.3. Predpínacia výstuž

Nosná konštrukcia bude predopnutá predpínacími jednotkami z lán $\phi\text{Ls}15,7\text{mm}/1860\text{MPa}$ s prierezovou plochou lana $1,5\text{cm}^2$. Laná budú predpínané na hodnotu napätia 1450MPa . Charakteristiky predpínacej výstuže:

- Charakteristická pevnosť lana $f_{pk} = 1860 \text{ MPa}$
- Dohodnutá medza klzu pri 0,1 % trvalej deformácii: $f_{p0.1,k} = 1640 \text{ MPa}$
- Návrhová hodnota pevnosti výstuže $f_{pd} = f_{p0.1,k} / \gamma_s = 1640/1,15 = 1426 \text{ MPa}$
- Modul pružnosti predpínacej výstuže $E_p = 195 \text{ GPa}$
- Maximálne napätie pri predpínaní $\sigma_{p,max} = \min(0,8 \cdot f_{pk}; 0,9 \cdot f_{p0.1,k}) = 1476 \text{ MPa}$
- Uvažovaná hodnota $\sigma_{p,max} = 1450 \text{ MPa}$
- Maximálne napätie po vnesení predpätia $\sigma_{pm0} = \min(0,75 \cdot f_{pk}; 0,85 \cdot f_{p0.1,k}) = 1394 \text{ MPa}$
- 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 $\mu=0,18$, neprojektované uhlové premiestnenie predpínacej výstuže na jednotkovú dĺžku $k=0,01 \text{ rad/m}$.
- Poklz v kotve bol uvažovaný hodnotou 5mm .

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: $25,0 \text{ kN/m}^3$.

- Tiaž – priečny rez v poli $A_{c1} = 9,80 \text{ m}^2$, $g_{0k,1} = 9,80 \cdot 25,0 = 245,0 \text{ kN/m}$
- Tiaž – medziľahlý priečnik $A_{c2} = 22,44 \text{ m}^2$, $g_{0k,1} = 22,44 \cdot 25,0 = 561,0 \text{ kN/m}$
- Tiaž – koncový priečnik $A_{c3} = 35,00 \text{ m}^2$, $g_{0k,2} = 35,00 \cdot 25,0 = 875,0 \text{ kN/m}$

3.2. Zaťaženie – mostný zvršok G_1

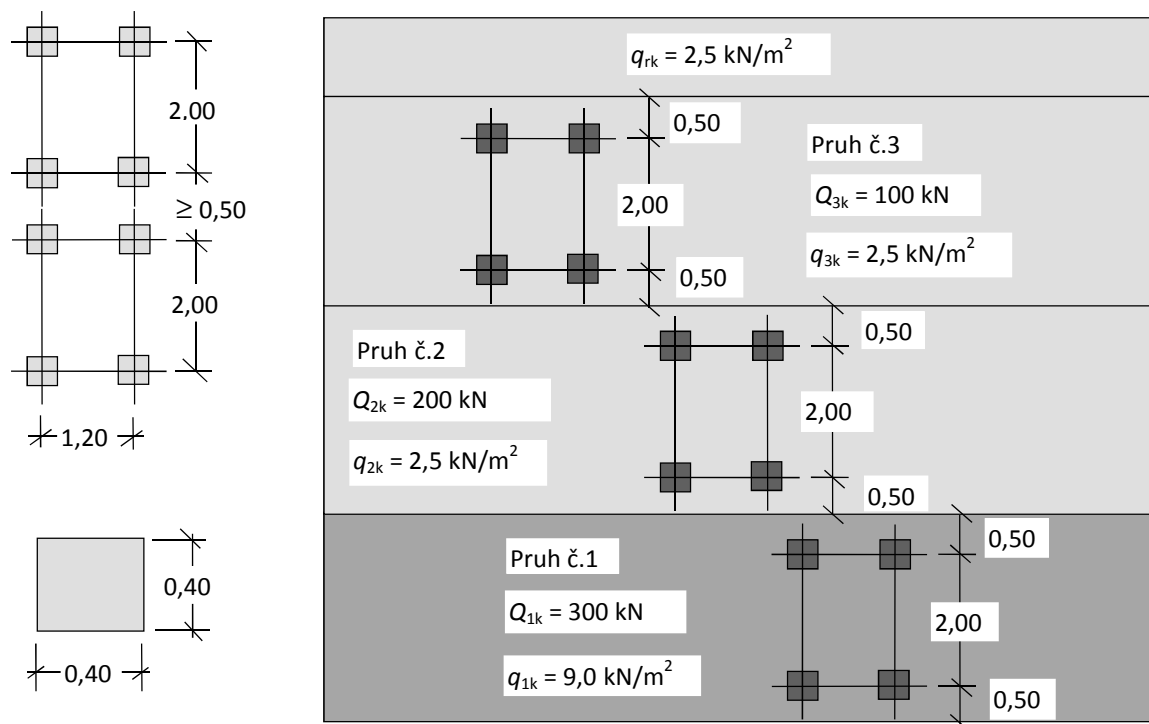
- Tiaž vozovky $g_{11k,\text{sup}} = 0,09 \cdot 1,4 \cdot 24,0 = 3,024 \text{ kN/m}^2$
- Tiaž vozovky $g_{11k,\text{inf}} = 0,09 \cdot 0,8 \cdot 24,0 = 1,728 \text{ kN/m}^2$
- Tiaž ľavej rímsy $g_{12k} = 10,3 \text{ kN/m}$
- Tiaž pravej rímsy $g_{13k} = 10,3 \text{ kN/m}$
- Tiaž zvodidla $g_{14k} = 1,0 \text{ kN/m}$
- Tiaž zábradlia $g_{15k} = 0,5 \text{ kN/m}$

3.3. Premenné zaťaženie od dopravy $Q - \text{LM1}$

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 má tiaž $\alpha_Q \cdot Q_k$. Nápravu tvoria dve identické kolesá s roznášajúcou plochou $0,40 \text{ m} \times 0,40 \text{ m}$. Druhá časť zaťaženia pozostáva z rovnomerného plošného zaťaženia UDL s intenzitou $\alpha_Q \cdot q_k$ 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 zaťaženia 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, $\alpha_{Qi} = 1,0$ a $\alpha_{q1} = 1,0$ a $\alpha_{qi} = 1,0$ pre $i \geq 2$.

Umiestnenie	TS [kN]		UDL [kN/m ²]	
	Q_{ik}	$\alpha_{Qi} Q_{ik}$	q_{ik}	$\alpha_{qi} q_{ik}$
Zaťažovací pás č.1	300	300	9,0	9,0
Zaťažovací pás č.2	200	200	2,5	2,5
Zaťažovací pás č.3	100	100	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 zaťaženia

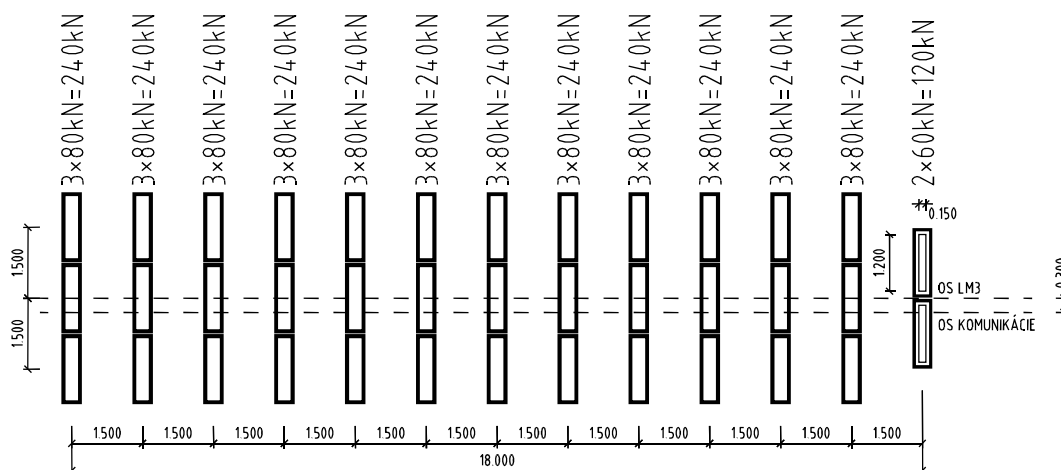
3.4. Premenné zaťaženie od dopravy Q – LM2

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 – LM3

LM3 je zoskupením nápravových zaťažení, ktoré modelujú zvláštne vozidlá, ktoré sa môžu pohybovať na povolených trasách cestných komunikácií vyhradených pre ťažký náklad.

Schéma LM3 je znázornená na obr.3.2:



Obr.3.2 Usporiadanie zaťaženia zaťažovacia schéma LM3

3.6. Premenné zaťaženie od dopravy Q – LM4

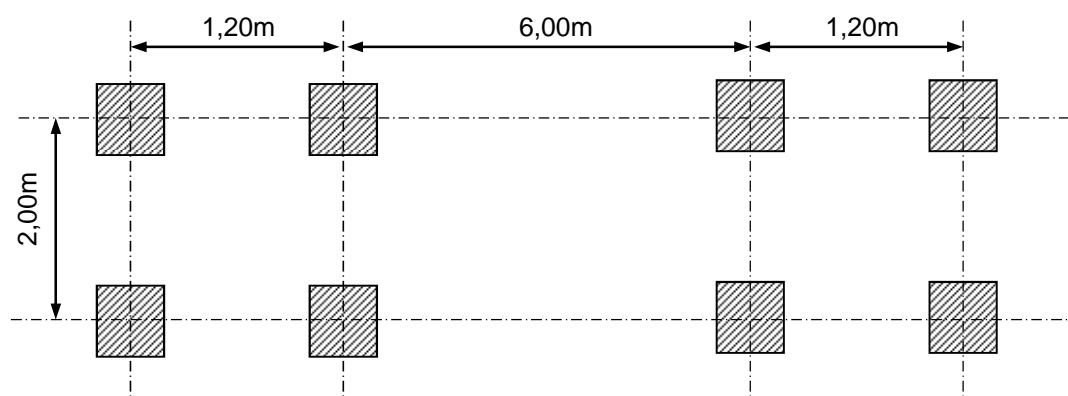
Účinky pohybu davu ľudí na vozovke a na chodníkoch sa modelujú zaťažovacou schémou 4 (LM4). Na vozovke sa uvažuje toto zaťaženie ako rovnomerné spojité s intenzitou $q_{fk} = 5 \text{ kN/m}^2$ pri rozpätí zaťažovaného poľa $L_{sj} \leq 10 \text{ m}$. Pri väčšom rozpätí môžeme uvažovať redukovanú hodnotu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

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

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

3.7. 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

3.8. Nerovnomerný pokles podpier

Pri návrhu bol uvažovaný hodnotou 10mm.

3.9. Teplotné účinky

Pri návrhu bol uvažovaný lineárny teplotný spád v zmysle normy [3] a to pre teplejší horný povrch +10,5°C a teplejší spodný povrch -8°C.

Pre štádiá bez mostného zvršku (počas výstavby) bolo uvažované pre teplejší horný povrch +12,0°C a teplejší spodný povrch -8,8°C.

Rovnomerná zložka teploty uvažovaná pre návrh mostných záverov a rozsahu ložísk:

$$T_{e,max}=43^{\circ}; T_{e,min}=-29^{\circ}; \alpha_T=10 \cdot 10^{-6}^{\circ}\text{C}^{-1}.$$

3.10. 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.

3.11. Rozjazdové a brzdné sily

Dĺžka nosnej konštrukcie 306m.

$$Q_{1k} = 0,6 \cdot \alpha_{Q1} \cdot 2 \cdot Q_{1k} + 0,1 \cdot \alpha_{q1} \cdot q_{1k} \cdot w_1 \cdot L =$$
$$= 0,6 \cdot 1,0 \cdot 2 \cdot 300 + 0,1 \cdot 1,0 \cdot 9 \cdot 3 \cdot 306 = 1186,2 \text{ kN} > \mathbf{900 \text{ kN}}$$

3.12. Odstredivé sily

Pre polomer zakrivenia $R=325\text{m}$, $Q_{tk} = 40 \cdot Q_v / r = 40 \cdot 1200 / 325 = \mathbf{148 \text{ kN}}$

3.13. Náraz vozidla do záchytného zariadenia

Ide o mimoriadne zaťaženie, sila spôsobená nárazom bola uvažovaná na základe typu zvodidla (H2) hodnotou 200kN, vo výške 0,1m pod spodnou hranou zvodnice, teda 620mm nad úrovňou vozovky. Sila bola uvažovaná na dĺžke 0,5m – v pozdĺžnom smere.

3.14. Zaťaženie vetrom

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

Súčiniteľ smerovosti a sezónnosti $c_{dir} \cdot c_{season}=1,0$

Základná rýchlosť vetra $v_b = v_{b0} \cdot c_{dir} \cdot c_{season} = 24 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 26\text{m.s}^{-1}$

Tlak vetra – NK smer priečne na os mosta $f_{wk,x2}=0,5 \cdot \rho \cdot v_b^2 \cdot C \cdot d_{tot} = 7,96\text{kN.m}^{-1}$

Tlak vetra – NK smer pozdĺžne s osou mosta $f_{wk,x1}=0,25 \cdot f_{wk,x2} = 1,99\text{kN.m}^{-1}$

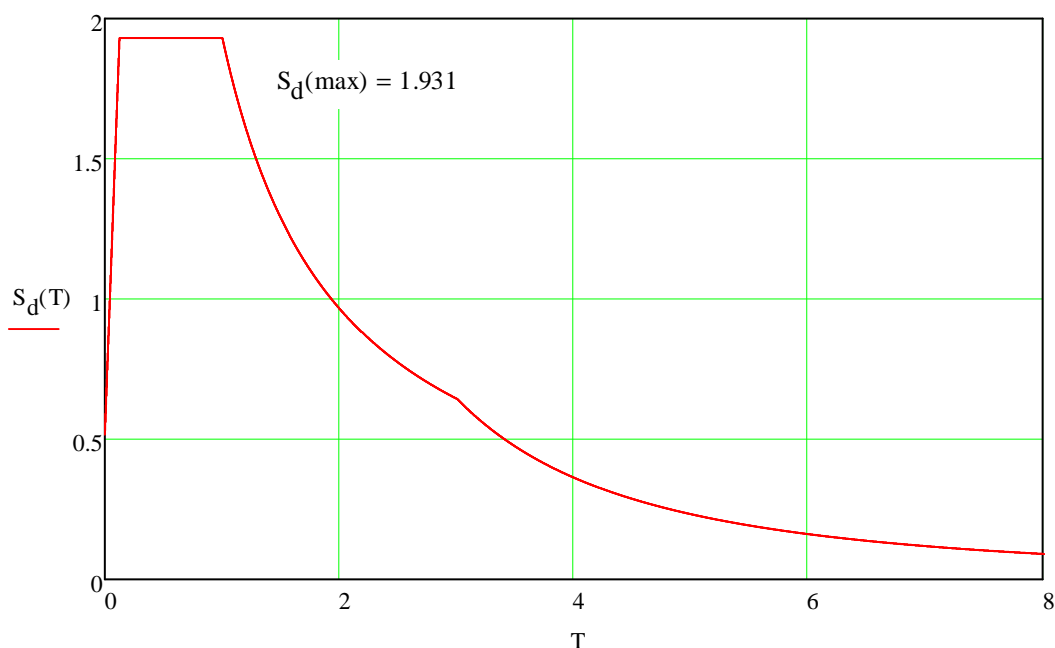
3.15. Montážne zaťaženie počas výstavby

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

3.16. Seizmické zaťaženie

- Súčiniteľ významnosti $\gamma=1,0$
- Referenčná hodnota zrýchlenia pre kategóriu podlažia A $a_{gr}=0,63\text{m.s}^{-2}$.
- Použité spektrum odozvy na základe národnej prílohy EN1998-1, kategória podlažia C, S=1,25 (NB5.1)

$$S_d(T) := \begin{cases} a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right] & \text{if } 0 \leq T \leq T_B \\ a_g \cdot S \cdot \left(\frac{2.5}{q} \right) & \text{if } T_B \leq T \leq T_C \\ a_g \cdot S \cdot \left(\frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \right) & \text{if } T_C \leq T \leq T_D \\ a_g \cdot S \cdot \left(\frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right) & \text{if } T_D \leq T \end{cases}$$



Obr.3.4 Použité spektrum odozvy

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: $\gamma_G = 1,35$

Zaťaženia od dopravy Q: $\gamma_Q = 1,35$

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

Teplotné zaťaženie sa dovoľuje pri MSU neuvažovať

Návrhová hodnota účinku zaťaženia:

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

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

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 ($\gamma_P=1,0(1,2)$)

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

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

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

4.2. Kombinácie zaťaženií pre MSP

Pre medzné stavy použiteľnosti (SLS) definujeme nasledovné kombinácie zaťaženií:

Štádium predpínania:

Charakteristická kombinácia:

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

Častá kombinácia:

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

Štádium užívania:

Charakteristická kombinácia:

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

Častá kombinácia:

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

Kvázi - stála kombinácia:

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

kde: E_{Pk} - charakteristická hodnota účinku predpätia zohľadňujúca súčinitele

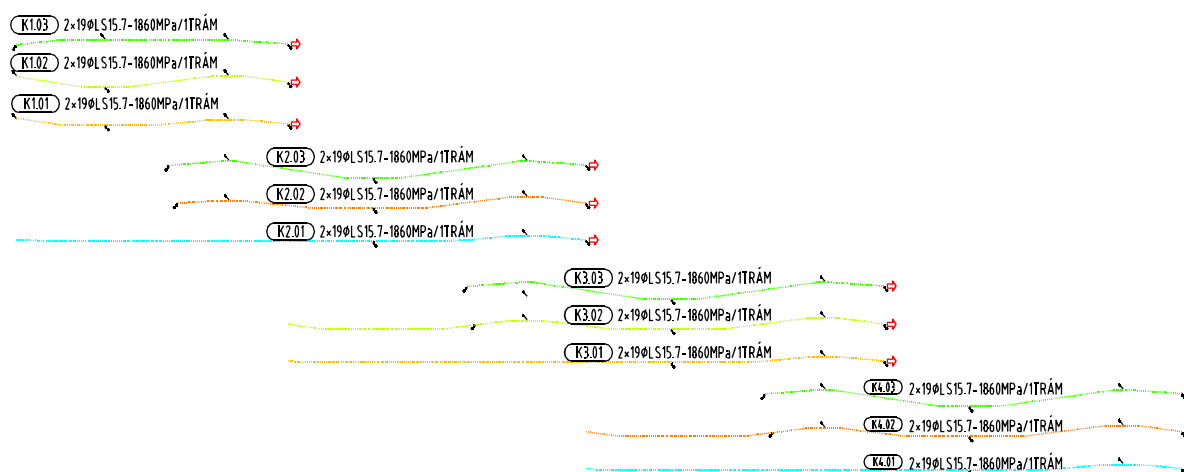
$r_{pk,sup}=1,1$ resp. $r_{pk,inf}=0,9$ (dodatočne predpäté káble).

5. Nosná konštrukcia

5.1. Medzný stav použiteľnosti MSP – pozdĺžny smer

Výpočet vnútorných síl bol spracovaný v programe Strap 2010, nosná konštrukcia bola modelovaná pomocou dvoch pozdĺžnych prútov (reprezentujúcich trámy) a priečnych väzieb s tuhosťou dosky. Vo výpočte bol zohľadnený postup výstavby, krátkodobé aj dlhodobé straty predpätia. Čiastkové vnútorné sily, slúžiace ako vstup pre výpočet a posúdenie napätí vo vláknach tráv, sú vyobrazené v prílohe č.1 – Vnútorné sily – pozdĺžny smer, normálové napätia.

Uvažovaný postup výstavby s časovými údajmi sú znázornené na obr. 1.2. Schéma predpínacej výstuže:



Obr.5.1 Schéma predpínacej výstuže – etapa 1 až 4

Predpínacia výstuž je tvorená 19 lanovými predpínacími jednotkami, vždy sú to dvojice káblov v jednom tráme s rovnakou geometriou. Vo výsledkoch sú znázornené napätia / sily na ľavom tráme vzhľadom na fakt, že je namáhaný viac. Je tomu tak vďaka zakriveniu mosta na jeho konci – ľavý trám má väčšie rozpätia.

5.1.1. Posúdenie normálových napätí – fázy výstavby

Návrhovými kritériami počas výstavby nosnej konštrukcie sú:

Charakteristická kombinácia - max. tlakové napätia by nemali prekročiť hodnotu

$$0,6 \cdot f_{ck}(t_0) = 19,7 \text{ MPa}$$

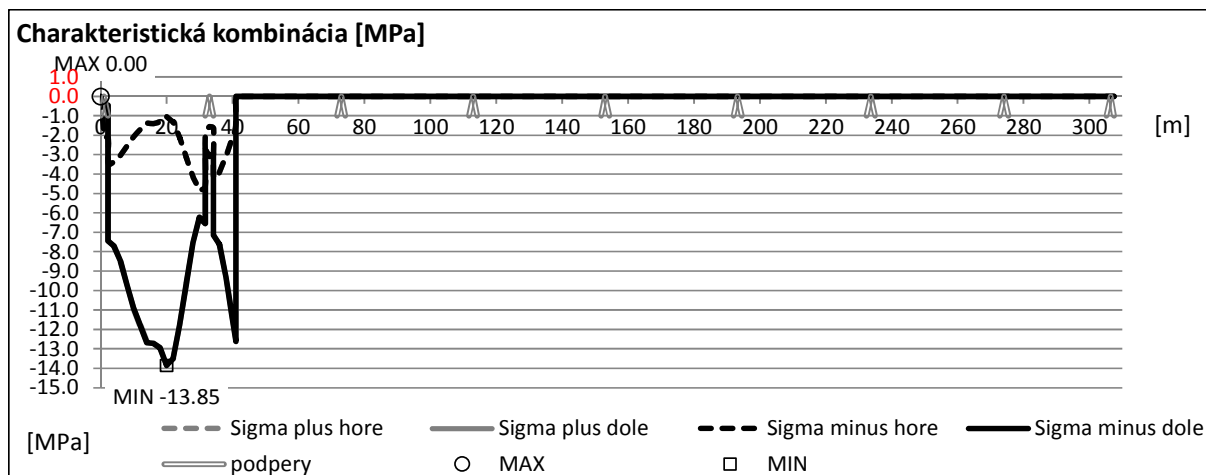
Charakteristická kombinácia - max. ťahové napätia by nemali prekročiť hodnotu

$$f_{ctm}(t_0) = 3,0 \text{ MPa}$$

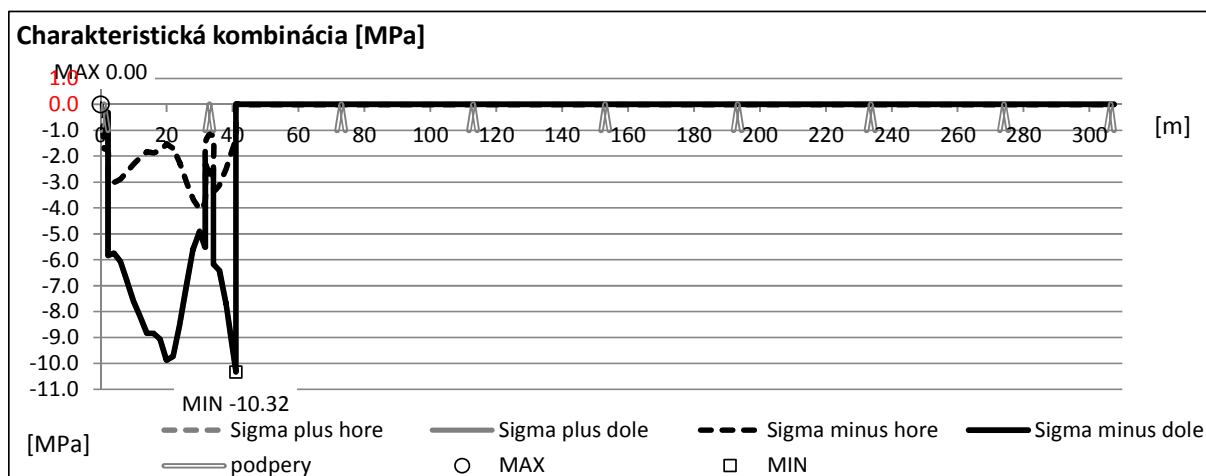
Častá kombinácia - **max. šírka trhliny 0,2mm** (počas výstavby sa predpokladá prostredie XC1, bez prítomnosti chloridov)

5.1.2. Posúdenie normálových napätí – etapa č.1

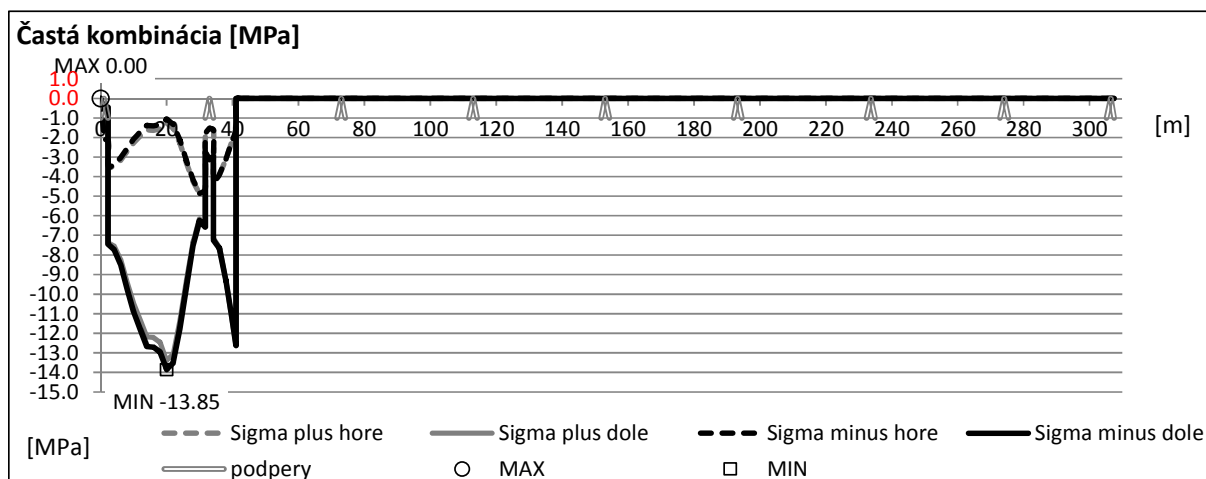
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



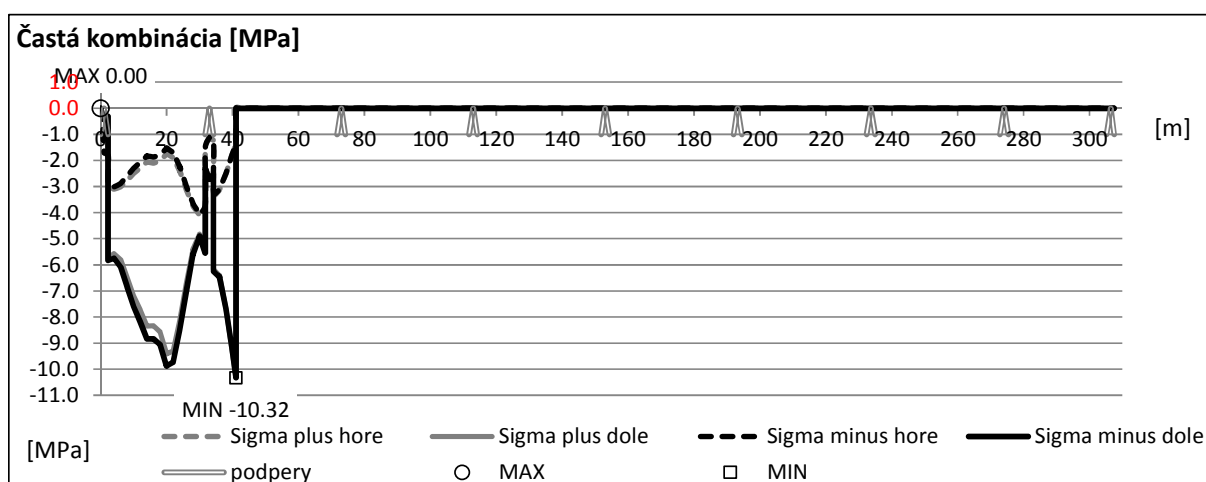
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



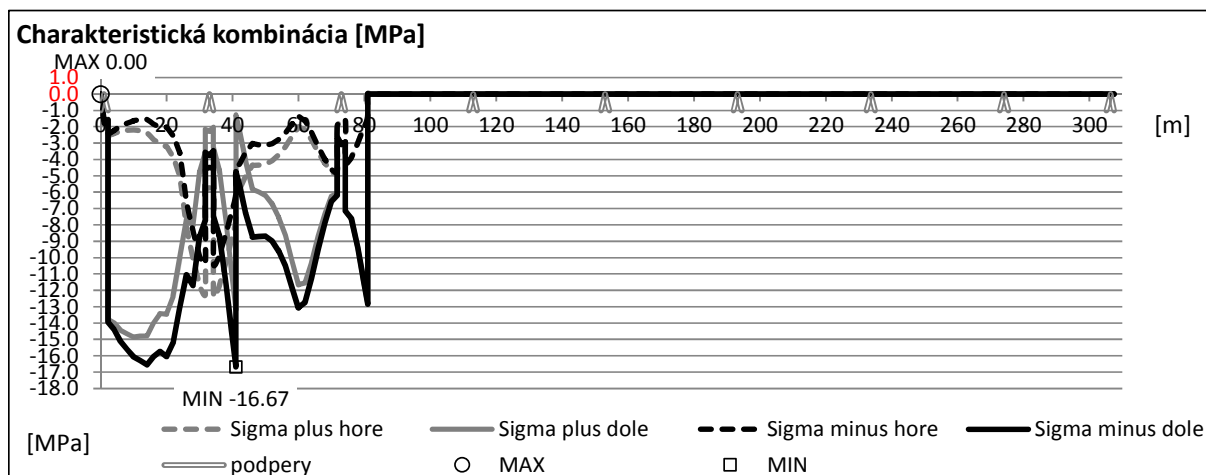
- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



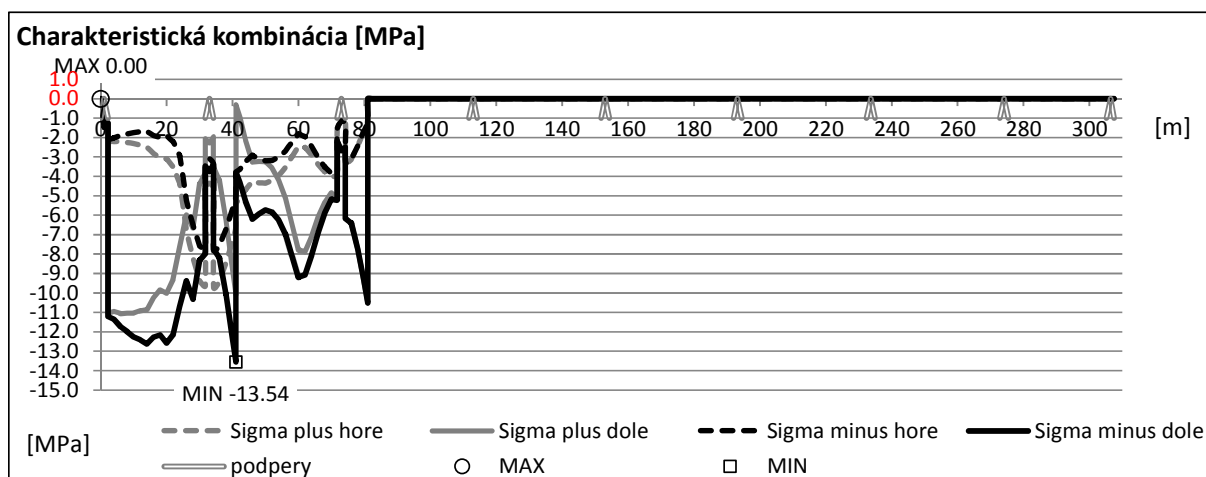
Pri častej kombinácii nebola prekročená ťahová pevnosť – podmienka max. prípustnej šírky trhliny splnená.

5.1.3. Posúdenie normálových napätí – etapa č.2

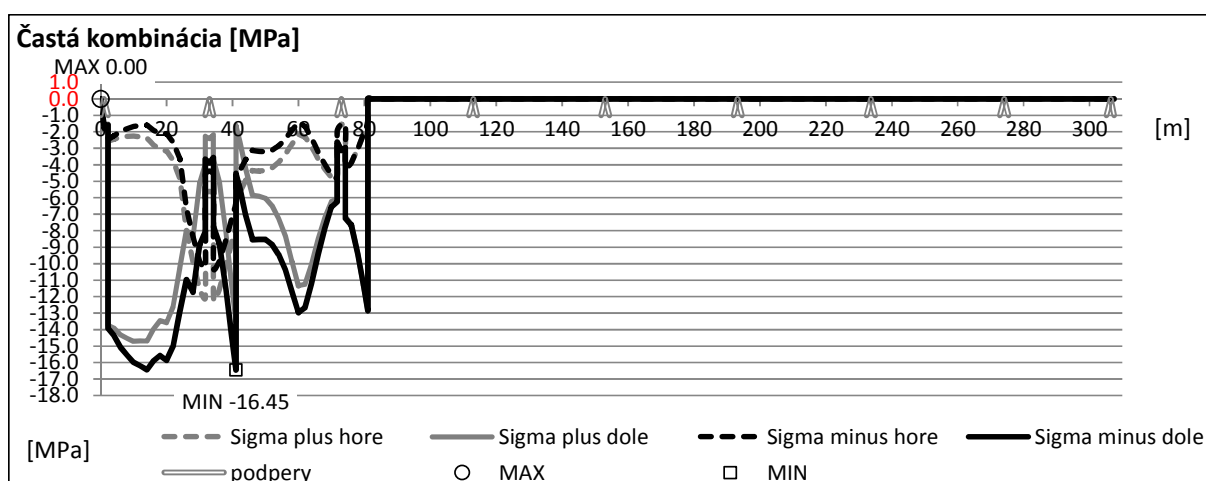
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



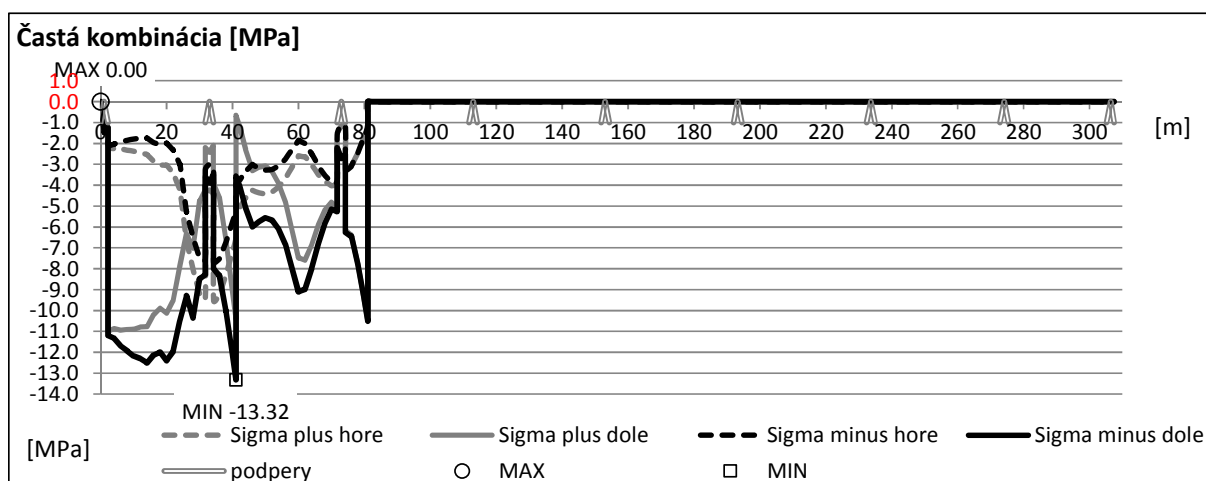
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



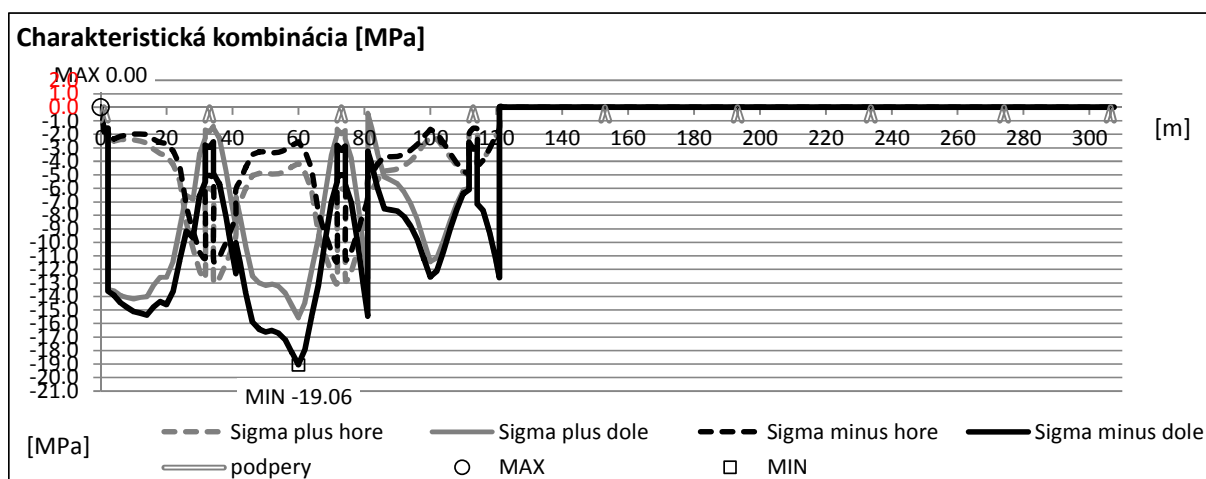
- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



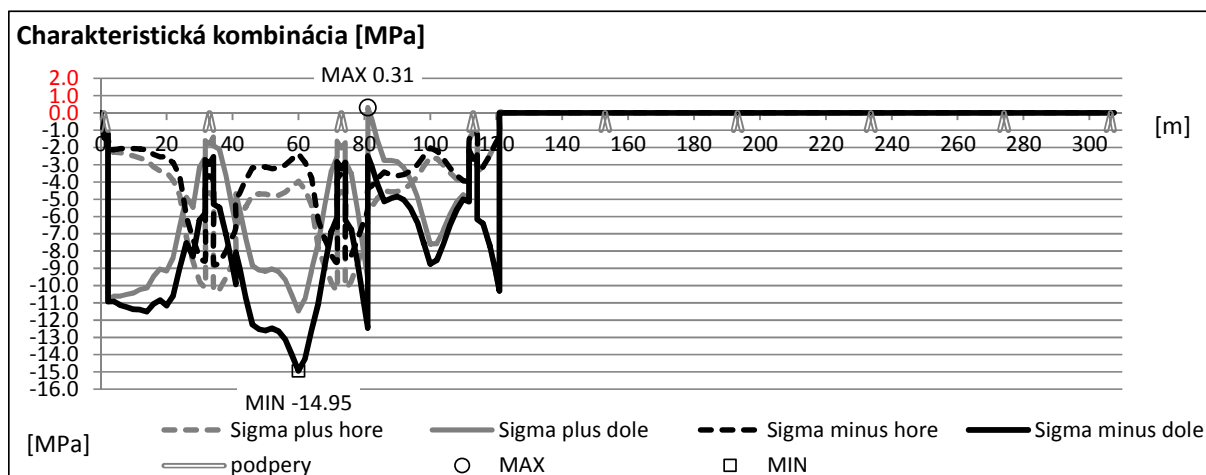
Pri častej kombinácii nebola prekročená ťahová pevnosť – podmienka max. prípustnej šírky trhliny splnená.

5.1.4. Posúdenie normálových napätí – etapa č.3

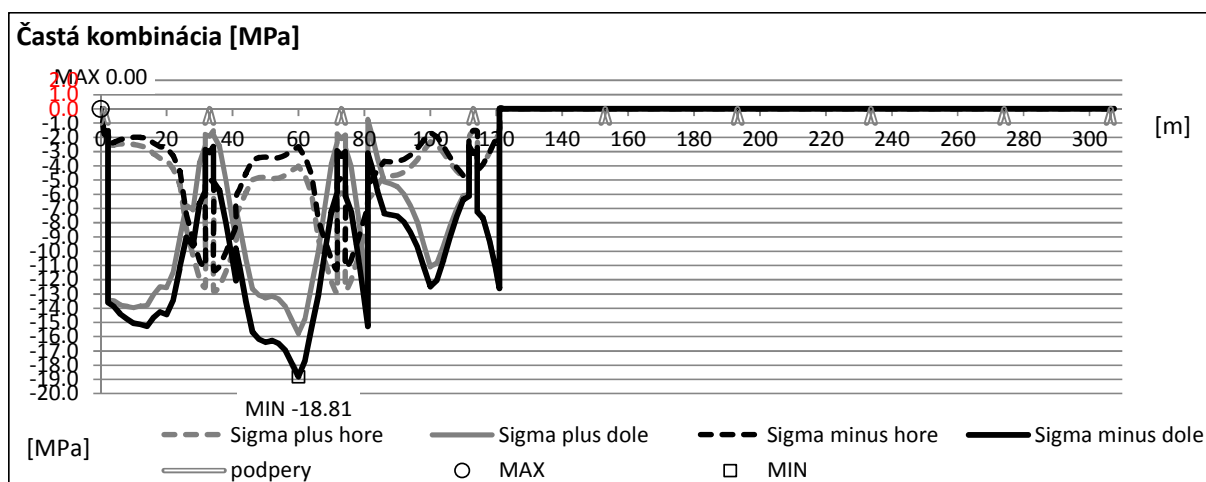
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



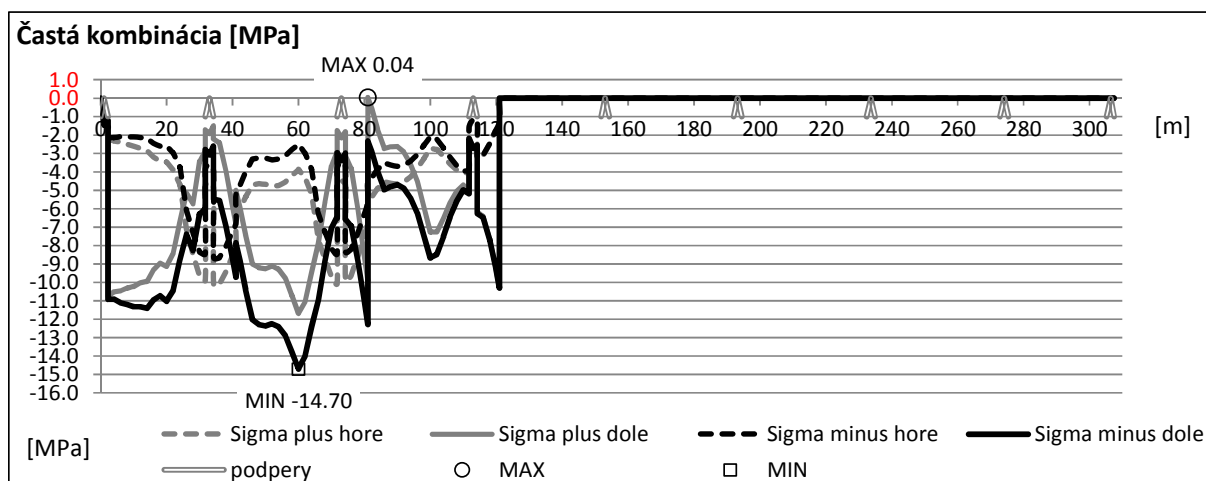
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



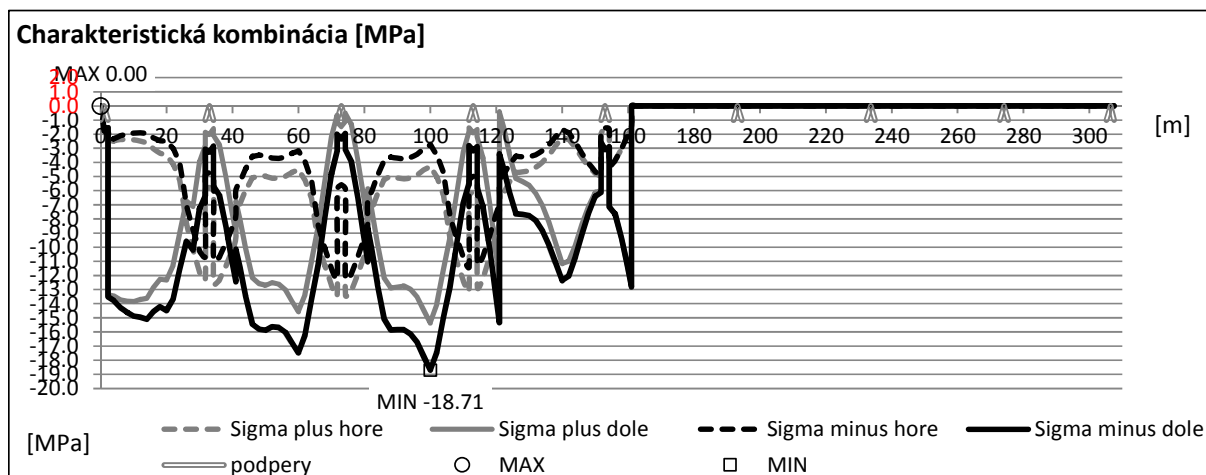
- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



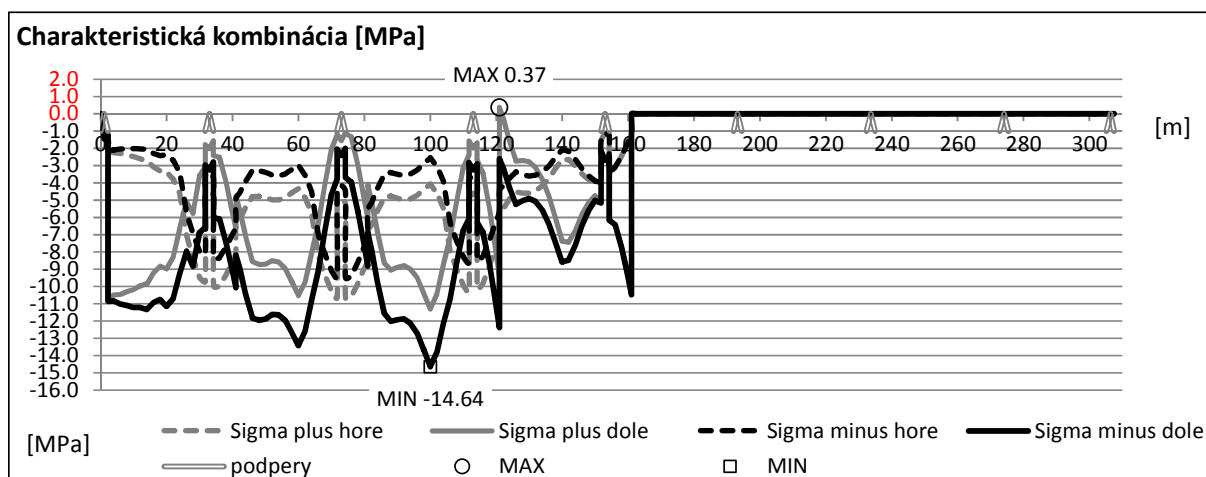
Pri častej kombinácii nebola prekročená ťahová pevnosť – podmienka max. prípustnej šírky trhliny splnená.

5.1.5. Posúdenie normálových napätí – etapa č.4

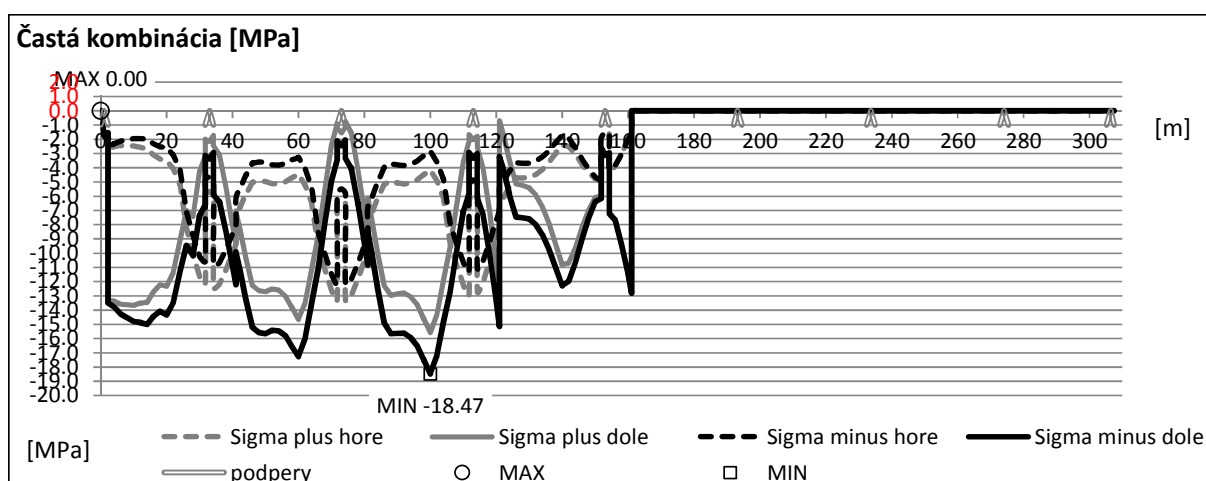
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



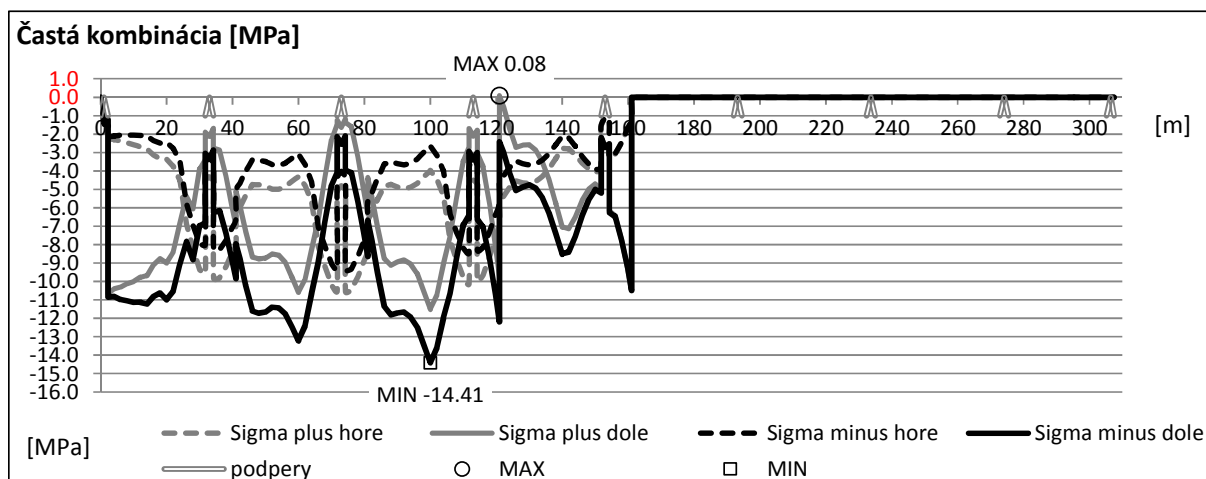
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



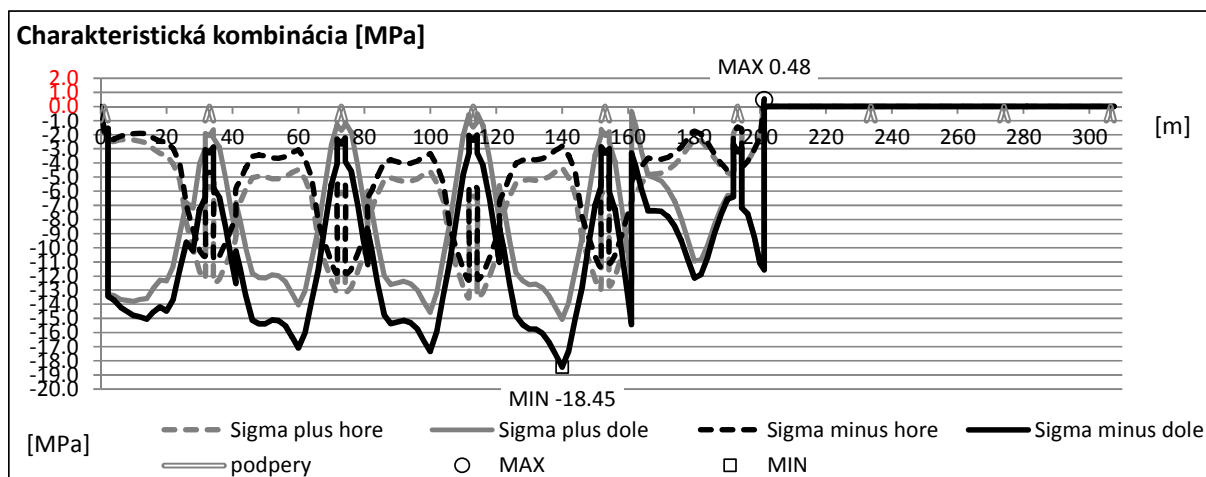
- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



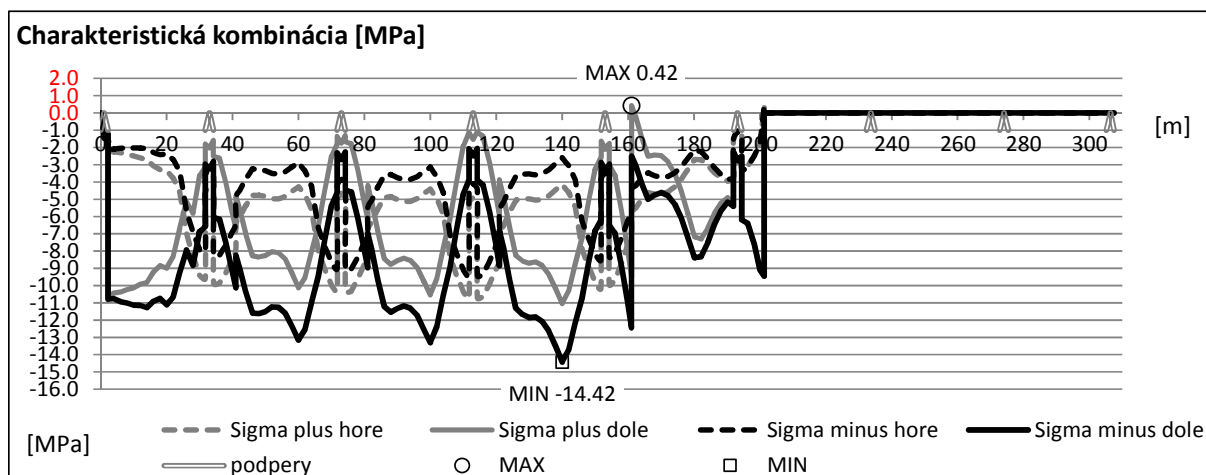
Pri častej kombinácii nebola prekročená ťahová pevnosť – podmienka max. prípustnej šírky trhliny splnená.

5.1.6. Posúdenie normálových napätí – etapa č.5

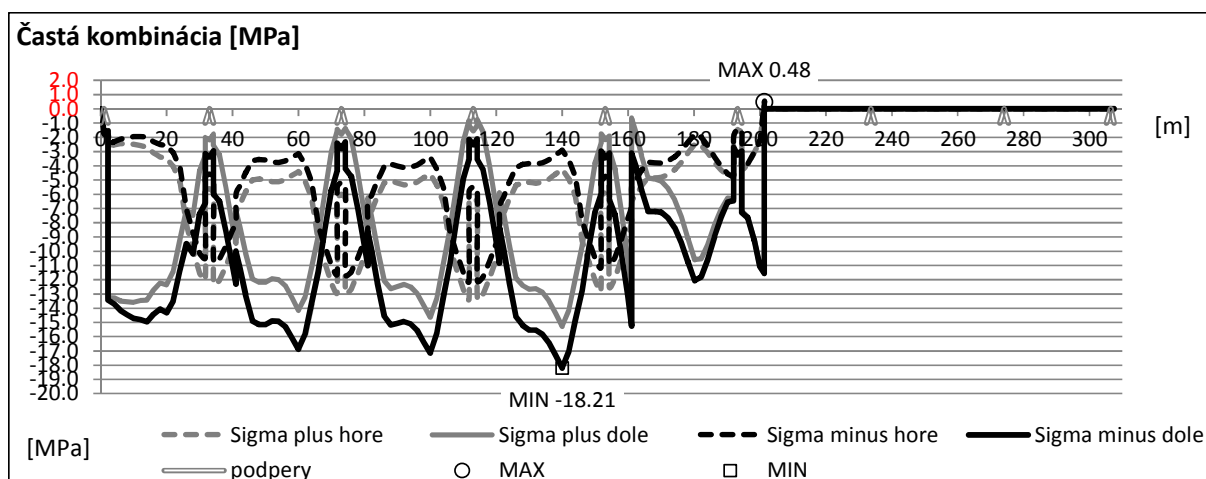
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



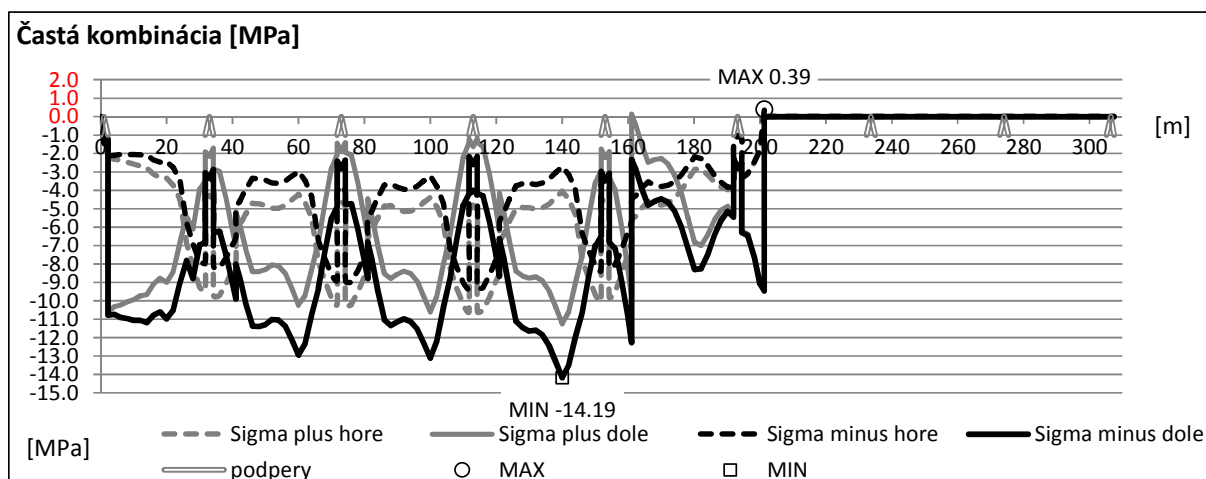
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



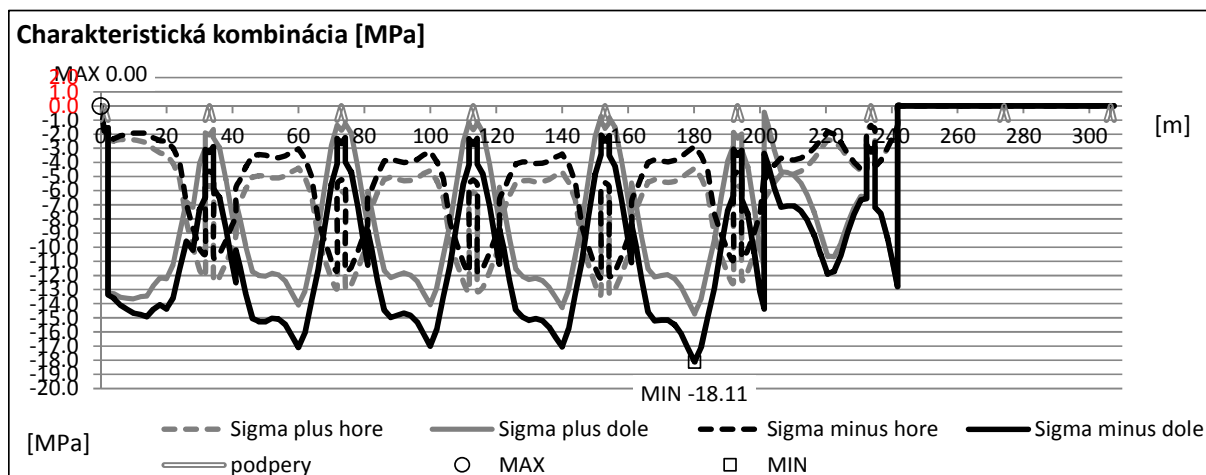
- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



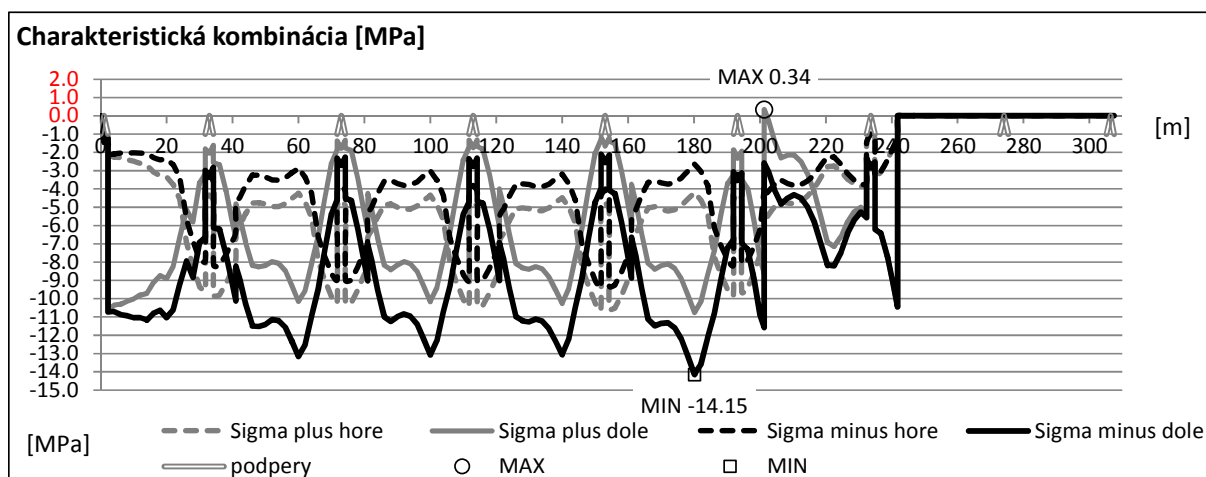
Pri častej kombinácii nebola prekročená ťahová pevnosť – podmienka max. prípustnej šírky trhliny splnená.

5.1.7. Posúdenie normálových napätí – etapa č.6

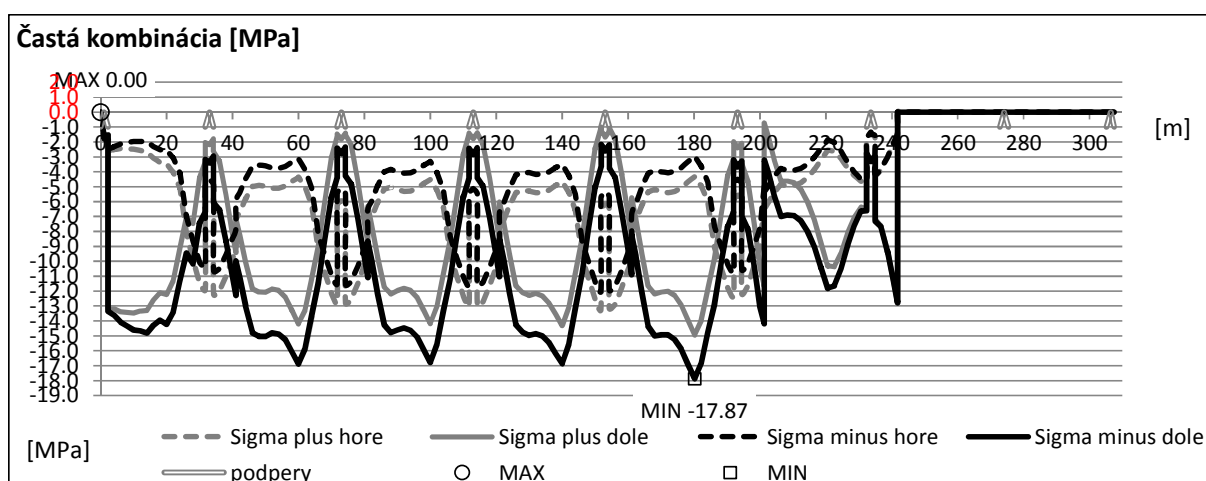
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



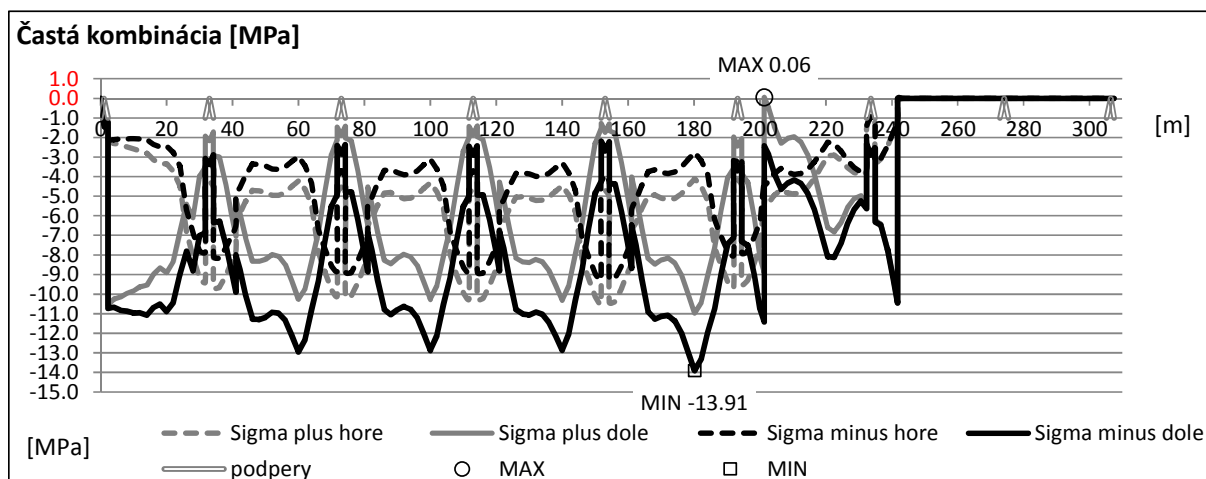
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



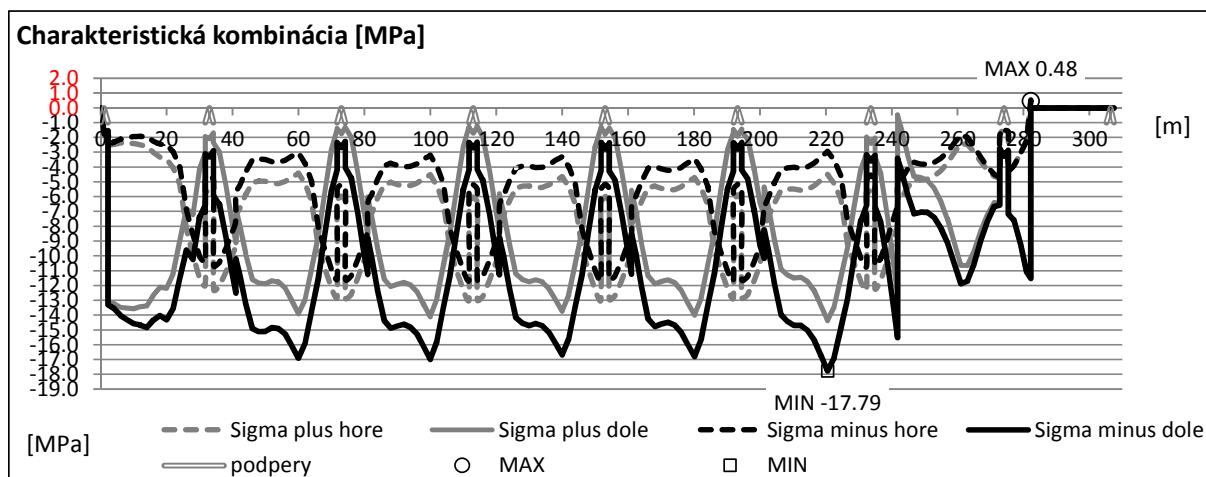
- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



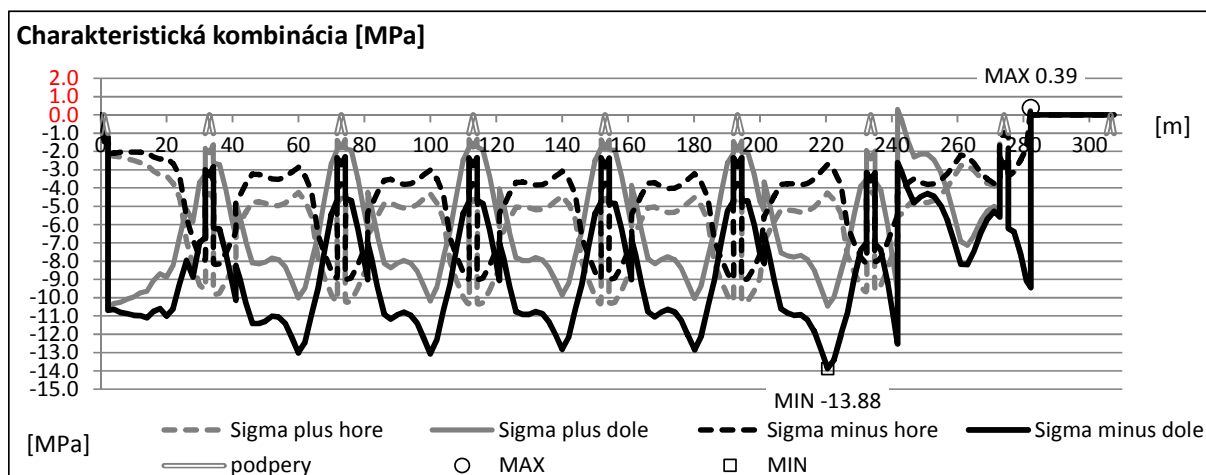
Pri častej kombinácii nebola prekročená ťahová pevnosť – podmienka max. prípustnej šírky trhliny splnená.

5.1.8. Posúdenie normálových napätí – etapa č.7

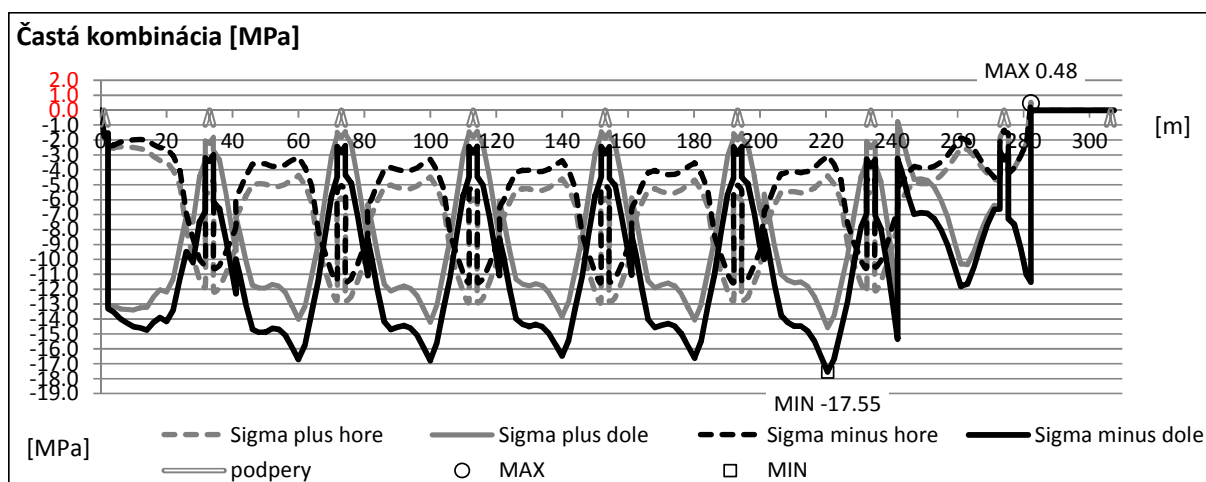
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



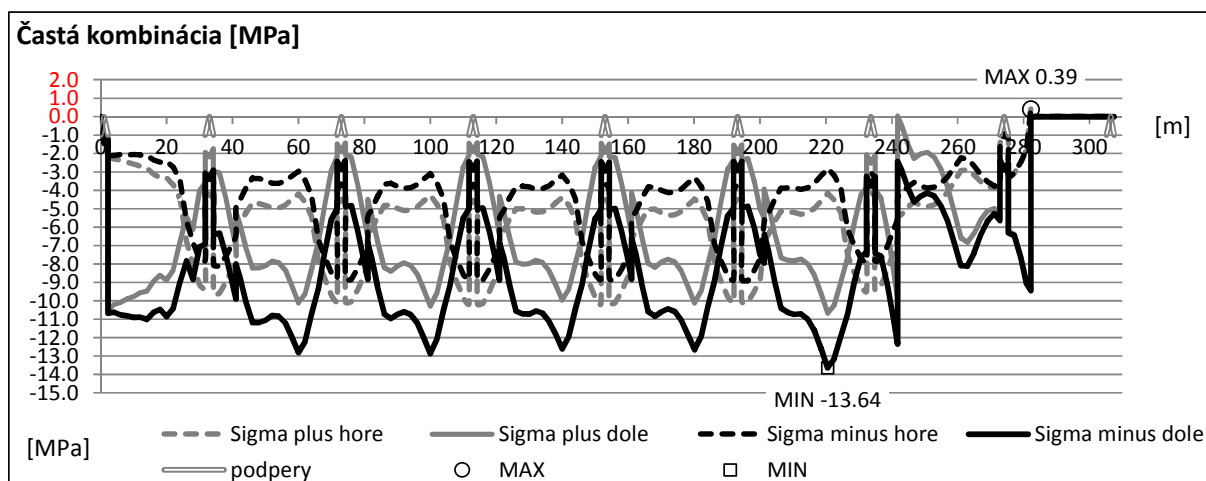
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



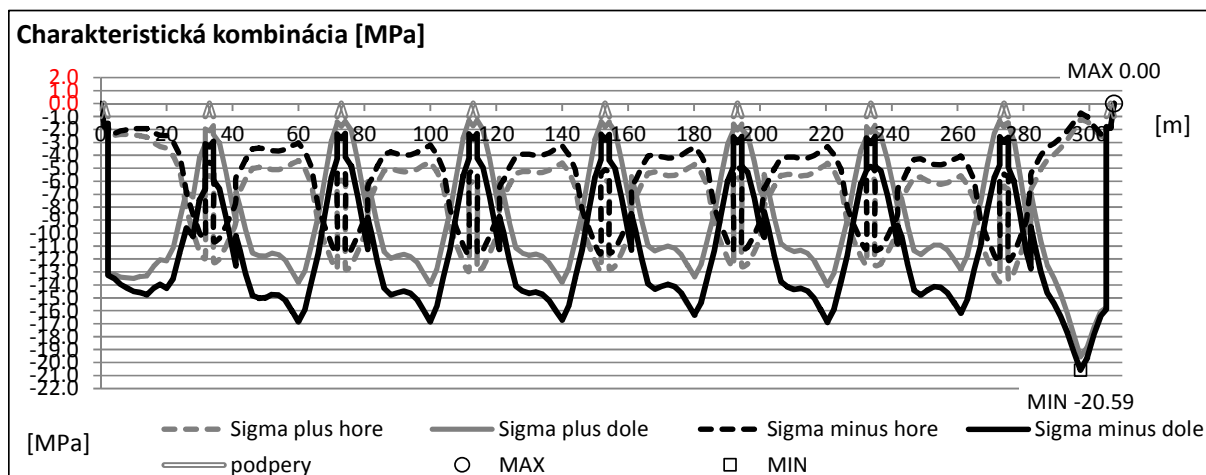
- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



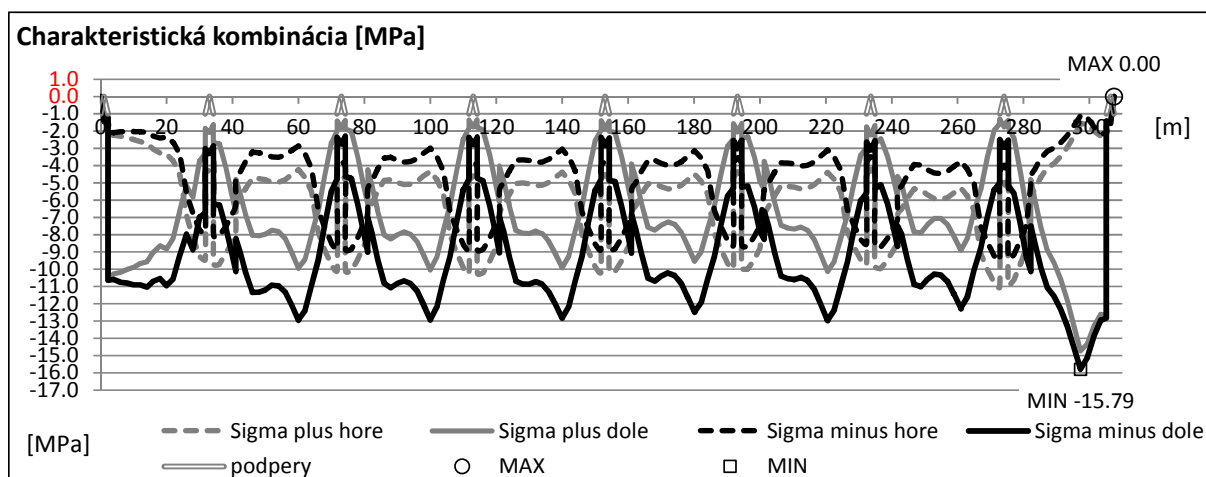
Pri častej kombinácii nebola prekročená ťahová pevnosť – podmienka max. prípustnej šírky trhliny splnená.

5.1.9. Posúdenie normálových napätí – etapa č.8

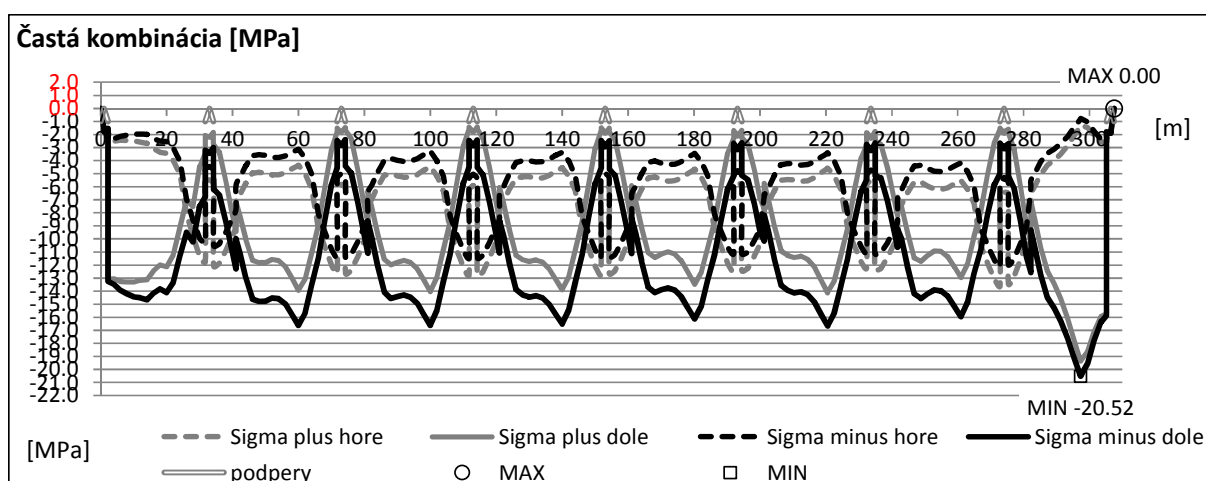
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



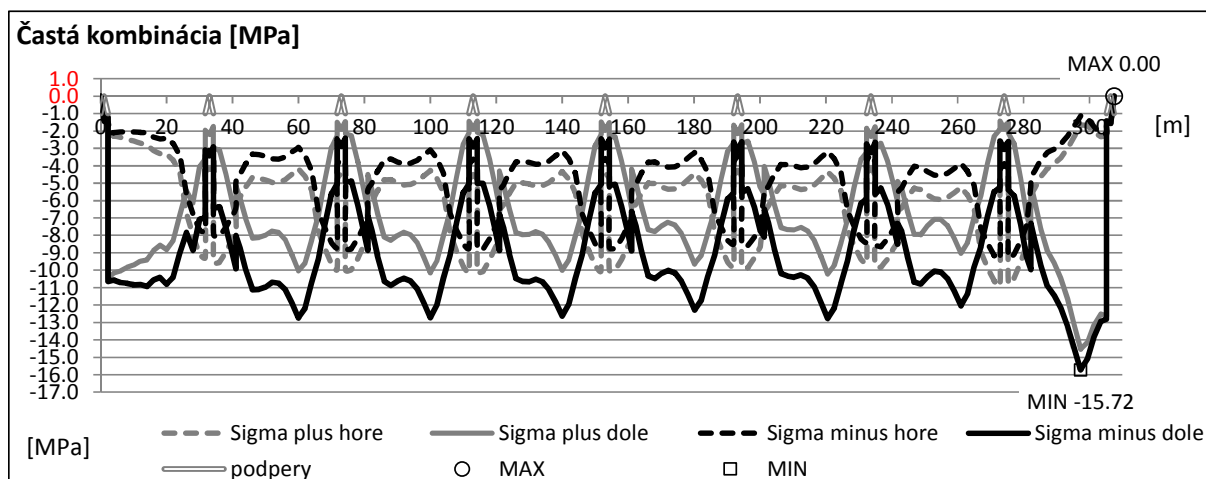
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$



5.1.10. Posúdenie normálových napätí – prevádzka

Návrhovými kritériami počas prevádzky sú:

Charakteristická kombinácia - max. tlakové napätia by nemali prekročiť hodnotu

$$0,6 \cdot f_{ck}(t_0) = 19,7 \text{ MPa}$$

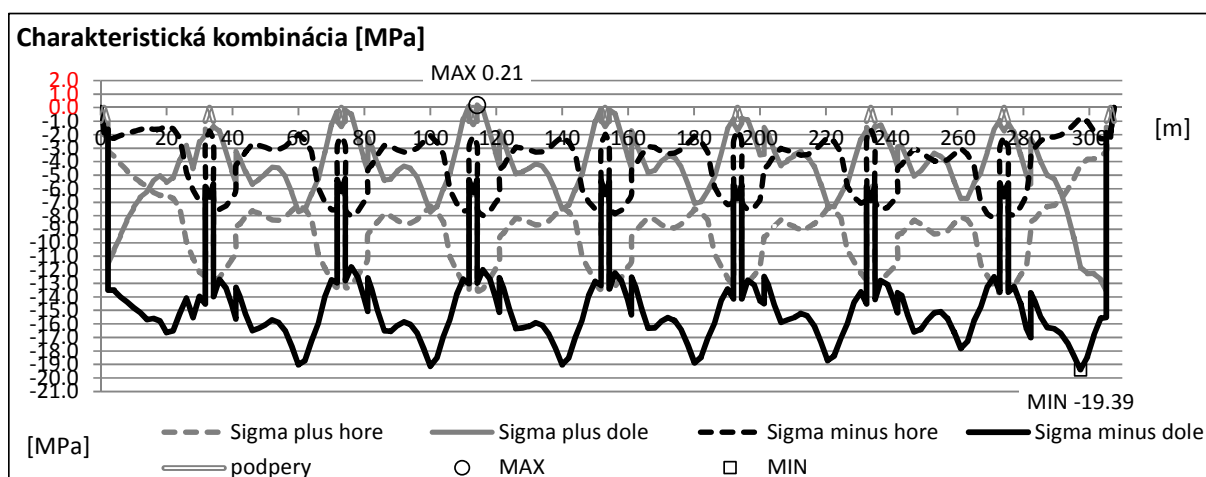
Charakteristická kombinácia - max. ťahové napätia by nemali prekročiť hodnotu

$$f_{ctm}(t_0) = 3,0 \text{ MPa}$$

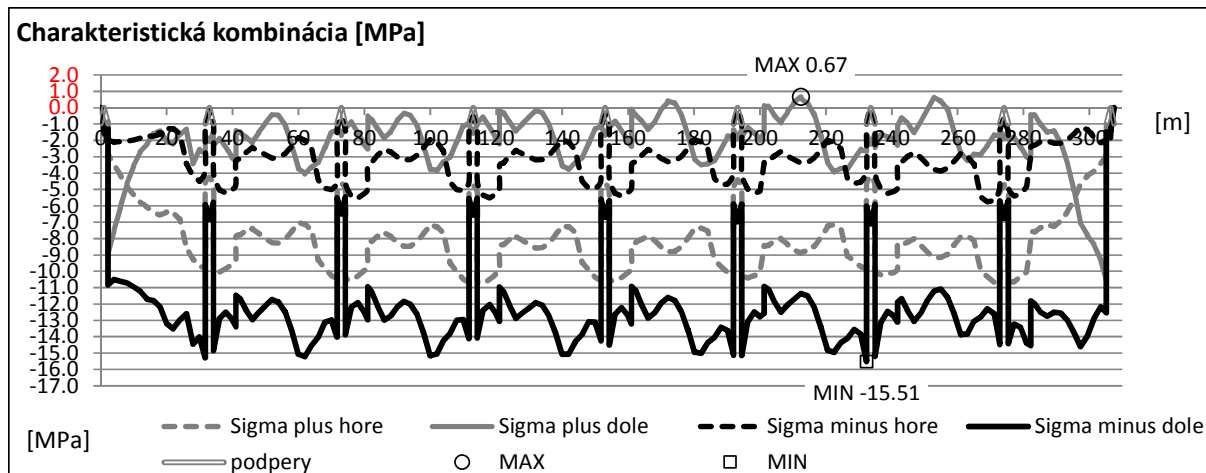
Častá kombinácia - **dekompresia**

5.1.11. Posúdenie normálových napätí – prvá prevádzková fáza

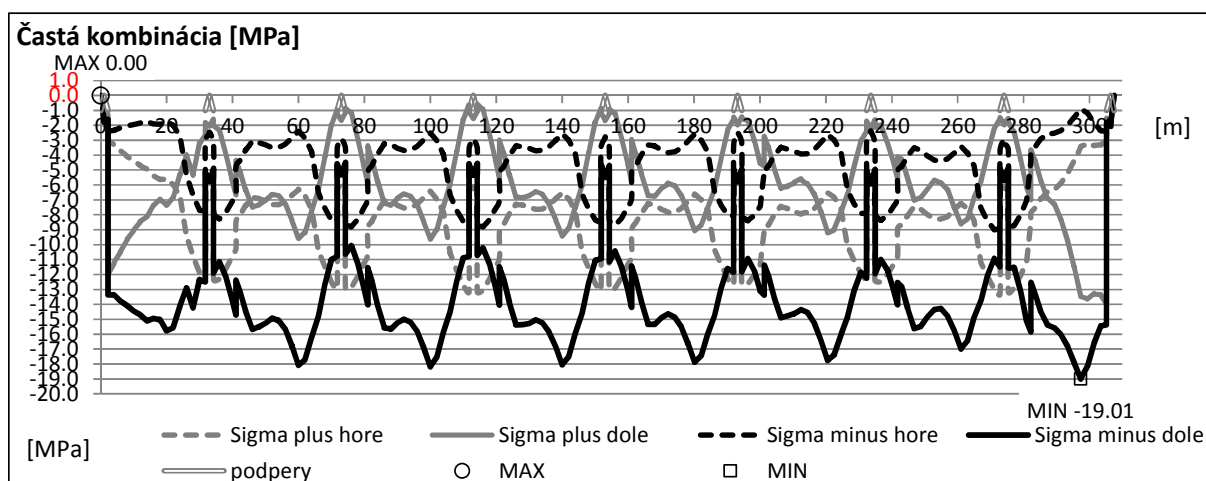
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$, spodná hodnota zvršku



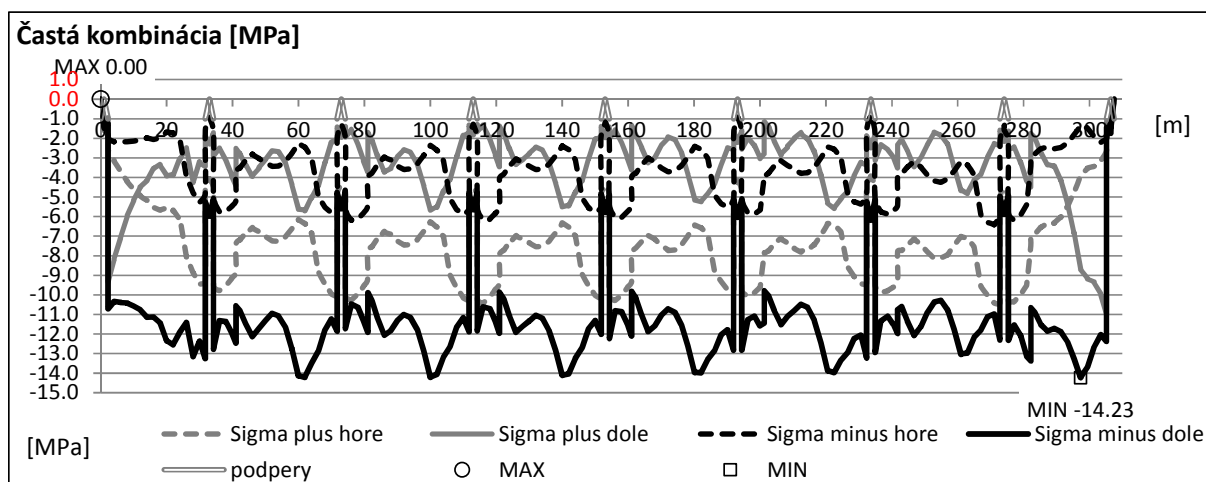
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$, horná hodnota zvršku



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$, spodná hodnota zvršku

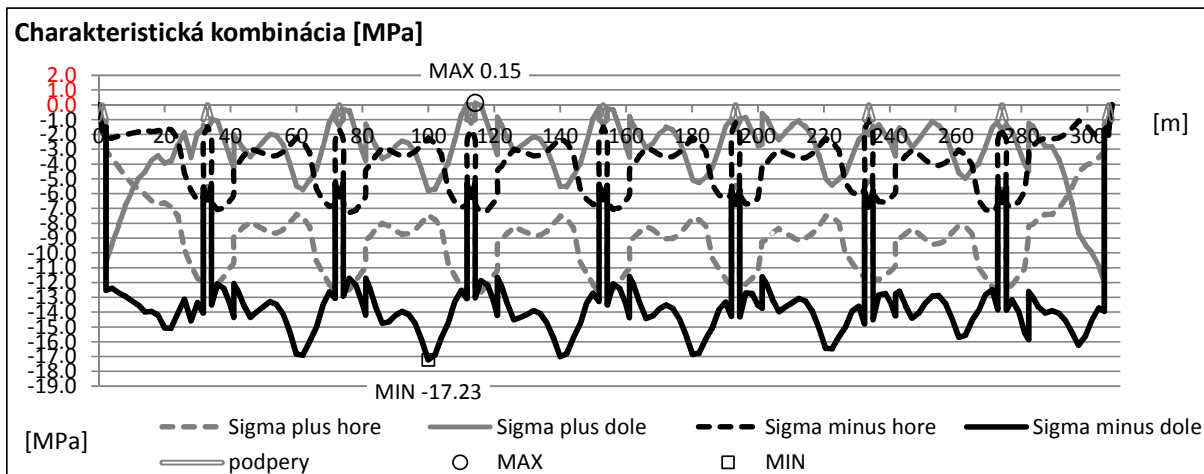


- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$, horná hodnota zvršku

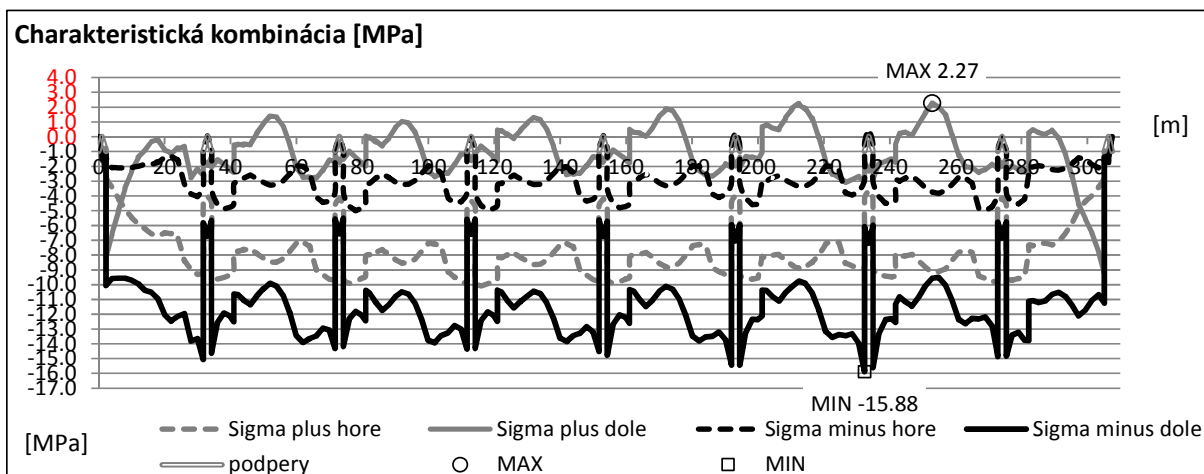


5.1.12. Posúdenie normálových napätí – posledná prevádzková fáza

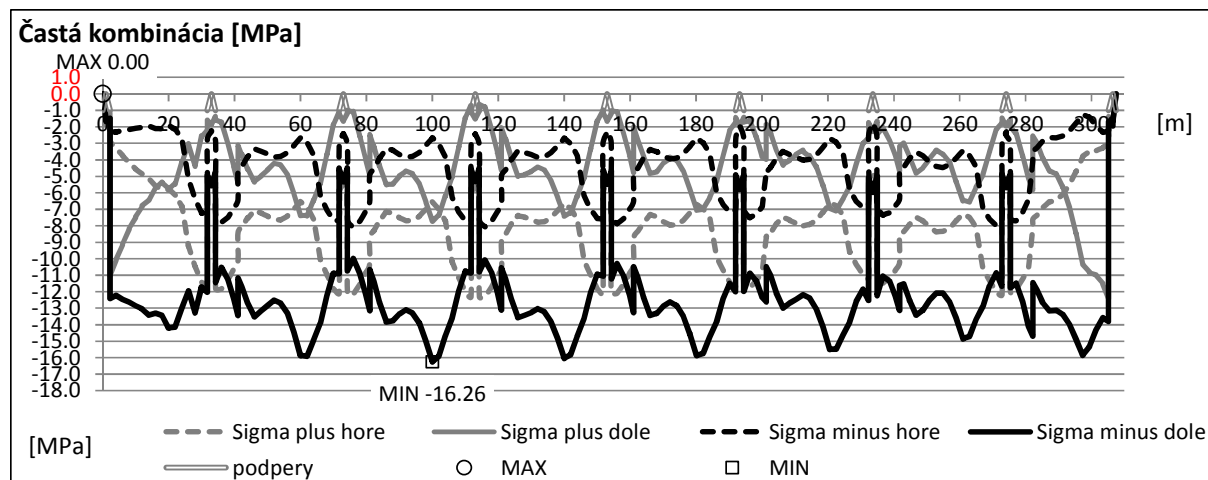
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$, spodná hodnota zvršku



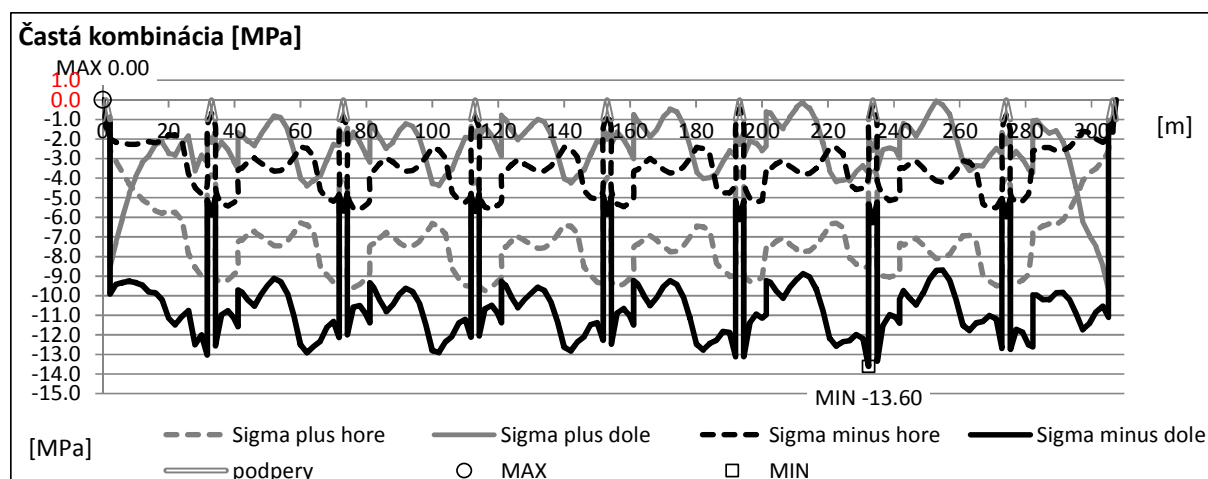
- Normálové napätia, **charakteristická kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$, horná hodnota zvršku



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=1,1$, spodná hodnota zvršku



- Normálové napätia, **častá kombinácia**, predpätie s hodnotou $r_{p,sup}=0,9$, horná hodnota zvršku



V miestach s ťahovými napätiami od charakteristickej kombinácie (spodné vlákna v poli) bola navrhnutá dodatočná pozdĺžna výstuž pri spodnom povrchu na minimálny stupeň vystuženia, celková potrebná plocha pozdĺžnej výstuže:

$$f_{ctm} := 3.5 \text{ MPa} \quad f_{yk} := 490 \text{ MPa} \quad b := 1.15 \text{ m} \quad d := 2.35 \text{ m}$$

$$A_{s,min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 50.189 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{s,prov} := 15 \cdot \pi \cdot (0.016 \text{ m})^2 \cdot 0.25 + 6 \cdot \pi \cdot (0.022 \text{ m})^2 \cdot 0.25 = 52.967 \cdot \text{cm}^2 > A_{s,min}$$

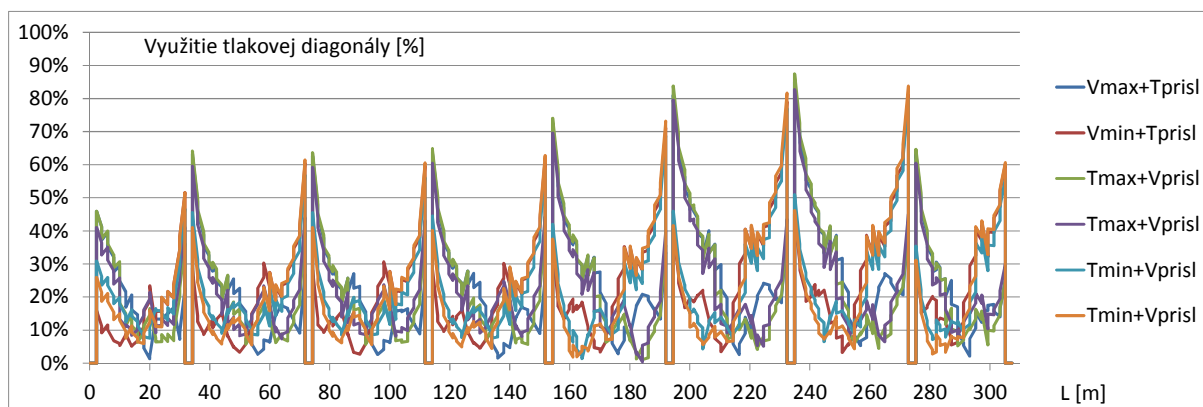
5.2. Medzný stav únosnosti MSU – pozdĺžny smer

5.2.1. Návrh a posúdenie šmykovej + krútiacej výstuže v trámoch

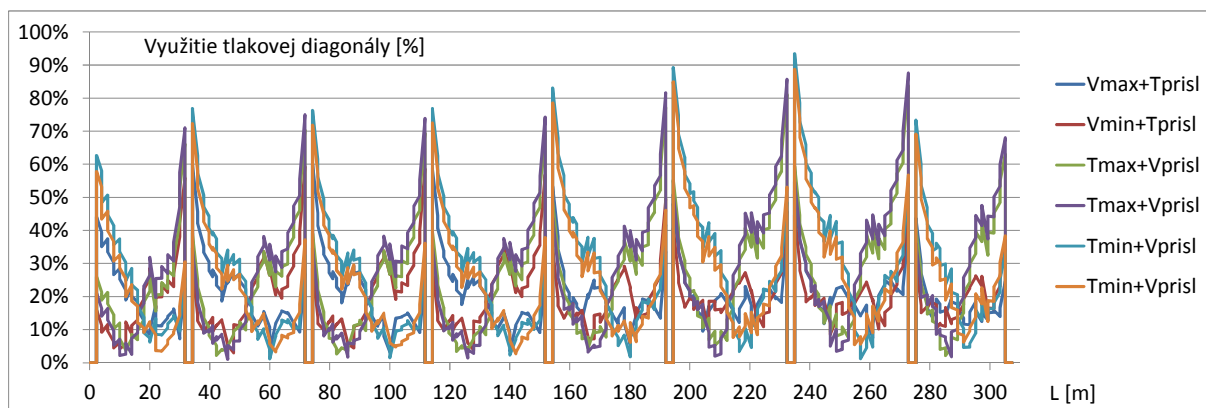
Návrh šmykovej výstuže vychádza z MSU (ULS-B), priečne sily a sily od krútenia boli vypočítané na prútovom priestorovom modeli, tento pozostával z dvoch trémov spojených priečnymi väzbami (doska) a priečnikmi. Účinky pohyblivých zaťažení boli vyhodnocované ako maximá veličín (napr. šmykové sily) a k nim prislúchajúce sily od krútenia a pod.

Základné parametre vstupujúce do výpočtu:

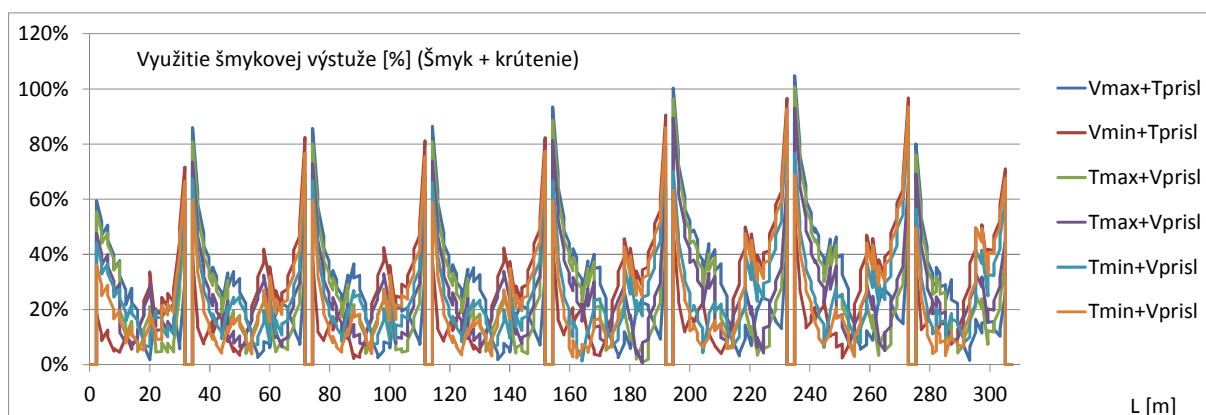
- Sily od predpätia boli uvažované na konci životnosti so súčiniteľom 0,9
 - Šmyková výstuž a výstuž na krútenie z ocele B500B ($f_{yd}=426\text{MPa}$)
 - Sklon tlakovej diagonály $\cotg \theta = 1,6$
 - Účinná výška prierezu $d=2,35\text{m}$
 - Prierezové charakteristiky – šmyk + krútenie $A_c=2,958\text{m}^2$; $t_{ef}=0,402\text{m}$; $A_k=1,64\text{m}^2$
 $u_k=5,76\text{m}$ (pre typický prierez)
 - Uvažovaná šmyková (krútiaca) výstuž vrámci t_{eff} - $2\phi 16 + 2\phi 14$ á150mm
 - Uvažovaná pozdĺžna výstuž na krútenie v tráme $50\phi 16$ (obvod)
 - Vstupné hodnoty vnútorných síl – príloha 2 – Pozdĺžny smer - šmyk
- Využitie tlakovej diagonály LM1+LM2



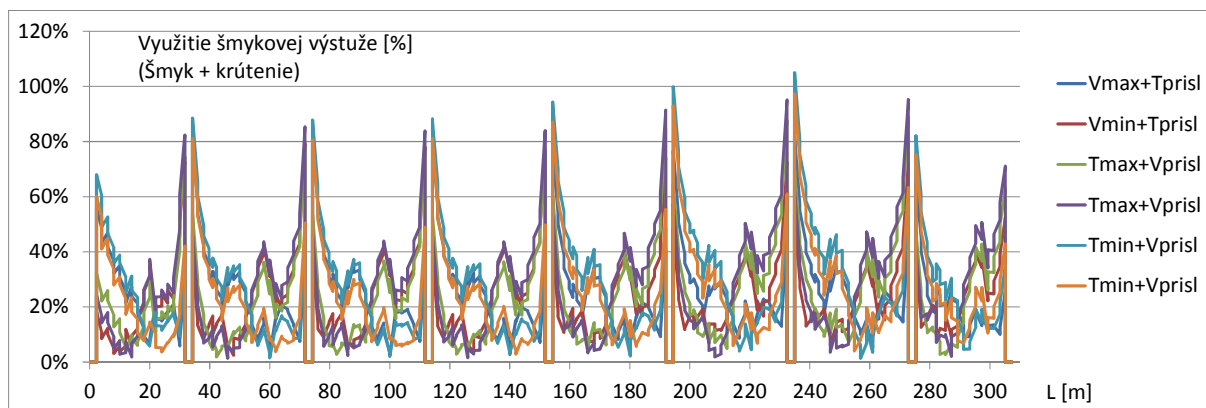
- Využitie tlakovej diagonály LM3



- Využitie šmykovej výstuže – šmyk + krútenie LM1+LM2

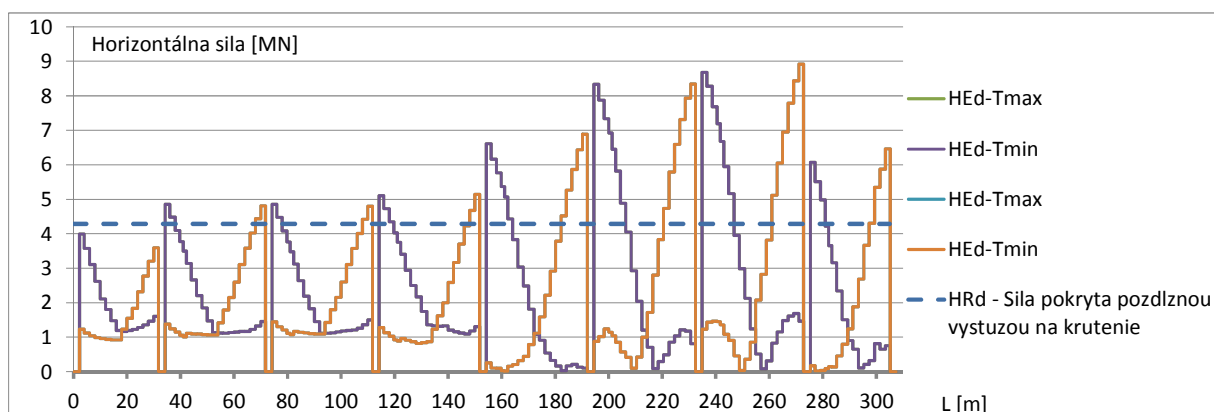


- Využitie šmykovej výstuže – šmyk + krútenie LM3

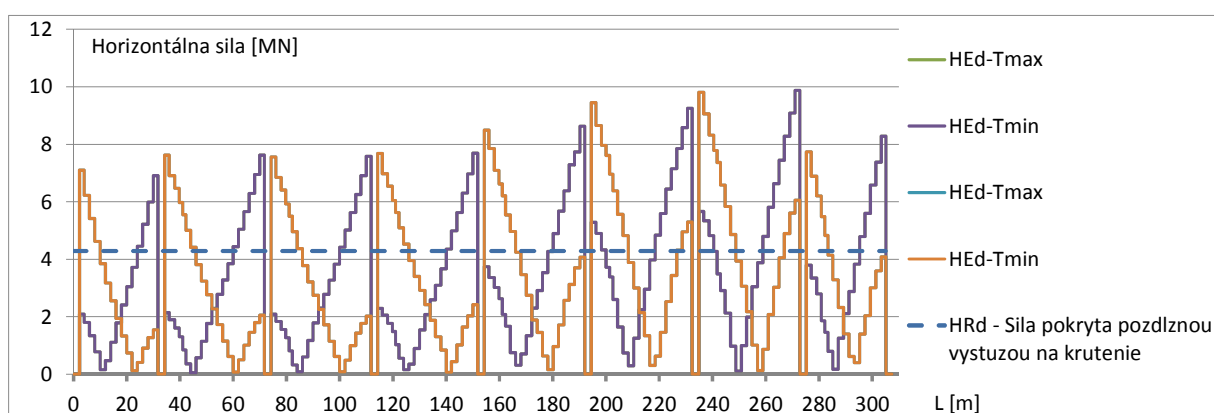


Vystuženie šmykovou výstužou je navrhnuté $2\phi 14 + 2\phi 16$ á 150mm. Špička pri podperách sa nachádza v oblasti pred kritickým prierezom predpätého prvku overovaného na šmyk (1,25m od líca podpory).

- Horizontálna sila od krútenia LM1



- Horizontálna sila od krútenia LM3



Horizontálna sila od krútenia je pokrytá čiastočne betonárskou výstužou, čiastočne tlakovou silou od predpätia.

5.2.2. Posúdenie MSU – pozdĺžny smer – ohyb

Betón C40/50

Návrhová pevnosť betónu v tlaku: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0,85 \cdot 40 / 1,5 = 22,67 \text{ MPa}$

Medzné pomerné pretvorenie betónu: $\varepsilon_{cu3} = 0,0035$, bilineárny diagram $\varepsilon_{c3} = 0,00175$

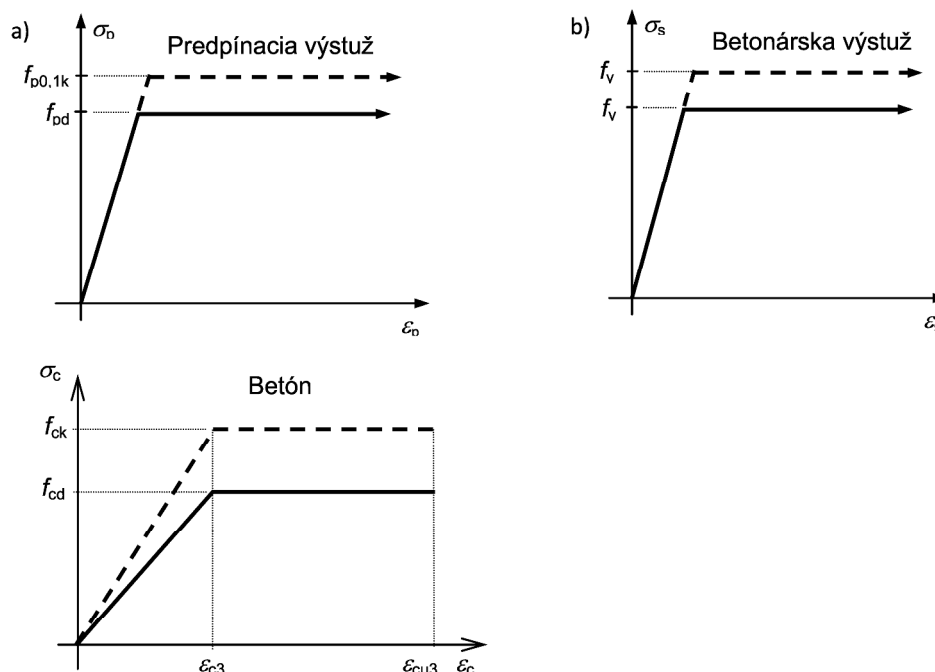
Predpínacie káble $E_p = 195 \text{ GPa}$, $f_{p0,1k} = 1630 \text{ MPa}$

Návrhová hodnota pevnosti $f_{pd} = f_{p0,1k} / \gamma_s = 1630 / 1,15 = 1417 \text{ MPa}$

Betonárska výstuž B500B

Charakteristická medza klzu ocele B500B: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Návrhová pevnosť výstuže $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,15 = 435 \text{ MPa}$

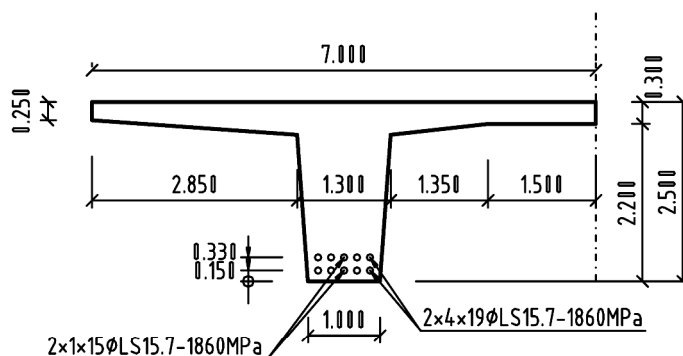


Obr.5.1 Návrhové napätie – pretvorenie diagramy

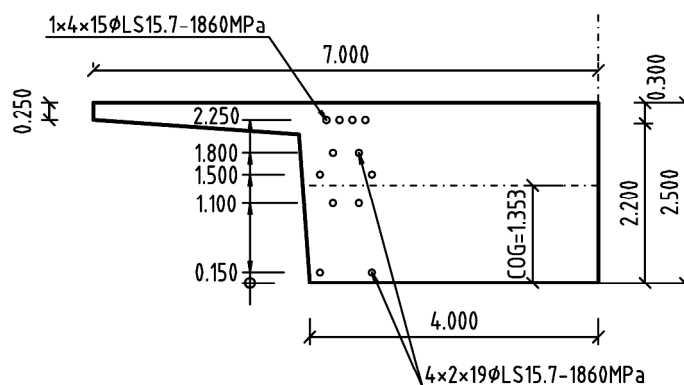
5.1 Ohybová odolnosť

Tabuľka 5.1 Ohybové moment a osovú sily – návrhové hodnoty

	Hodnoty [MN.m]; [MN] pre ľavý trám	
	Medzipodperový prierez	Nadpodperový prierez
M_{g0k}	9.021	-16.773
$M_{g1k, sup}$	2.141	-4.516
$M_{g1k, inf}$	1.624	-3.466
M_{setik}	1.400	-3.768
$M_{pk, tnek}$	-13.520	20.856
$N_{pk, tnek}$	-29.990	-35.793
M_{TS}	5.777	-4.146
M_{UDL}	3.788	-6.037
M_{LM3}	8.098	-6.040
M_{chod}	0.343	-0.518



Obr.5.2 Poloha predpínacej výstuže, rozmery prierezu - medzipodperový prierez (ľavý trám)



Obr.5.3 Poloha predpínacej výstuže, rozmery prierezu - nadpodperový prierez (ľavý trám)

Definícia prierezu – jeden trám

$$h_n := 2500 \text{ mm} \quad y(z) := \begin{cases} \left(1.0 \cdot \text{m} + \frac{0.3 \cdot \text{m}}{2.05 \cdot \text{m}} \cdot z \right) & \text{if } z \leq 2.05 \cdot \text{m} \\ \left[1.3 \cdot \text{m} + (z - 2.05 \cdot \text{m}) \cdot \left(\frac{1.35 \cdot \text{m}}{0.15 \cdot \text{m}} + \frac{2.85 \cdot \text{m}}{0.2 \cdot \text{m}} \right) \right] & \text{if } 2.05 \cdot \text{m} < z \leq 2.2 \cdot \text{m} \\ \left[6.2875 \cdot \text{m} + (z - 2.2 \cdot \text{m}) \cdot \left(\frac{2.85 \cdot \text{m}}{0.2 \cdot \text{m}} \right) \right] & \text{if } 2.2 \cdot \text{m} < z \leq 2.25 \cdot \text{m} \\ (7 \cdot \text{m}) & \text{if } 2.25 \cdot \text{m} < z \leq 2.5 \cdot \text{m} \end{cases}$$

$$b(z) := y(z) \quad A_{cn} := \int_0^{h_n} b(z) \, dz \quad B_{cn} := \int_0^{h_n} b(z) \cdot z \, dz \quad t_{cd} := \frac{B_{cn}}{A_{cn}} \quad t_{ch} := h_n - t_{cd}$$

$$I_{cn} := \int_0^{h_n} b(z) \cdot (z - t_{cd})^2 \, dz \quad A_{cn} = 4.896 \text{ m}^2 \quad t_{cd} = 1.714 \text{ m} \quad I_{cn} = 2.744 \text{ m}^4$$

Prierez v poli $n_k := 4$

$$M_{g0} := 9.02 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{g1\text{ksup}} := 2.141 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{TS}} := 5.777 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{udl}} := 3.788 \cdot \text{MN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{ch}} := 0.343 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{pm}} := -13.52 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{LM3}} := 8.1 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{Gset}} := 1.4 \cdot \text{MN} \cdot \text{m}$$

$$\gamma_P := 1 \quad \gamma_Q := 1.35 \quad \gamma_{\text{Gset}} := 1.2 \quad \gamma_G := 1.35$$

$$M_{\text{Edmax}} := \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1\text{ksup}}) + \gamma_{\text{Gset}} \cdot M_{\text{Gset}} + \gamma_Q \cdot (M_{\text{TS}} + M_{\text{udl}} + M_{\text{ch}}) + \gamma_P \cdot M_{\text{pm}}$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1\text{ksup}}) + \gamma_{\text{Gset}} \cdot M_{\text{Gset}} + \gamma_Q \cdot (M_{\text{LM3}} + M_{\text{ch}}) + \gamma_P \cdot M_{\text{pm}} \quad M_{\text{Ed}} = 14.625 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$A_{k1} := 15 \cdot 1.5 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{k2} := 19 \cdot 1.5 \cdot \text{cm}^2 \quad E_p := 195 \cdot \text{GPa} \quad i := 1..n_k \quad \varepsilon_{c3} := 0.00175$$

$$f_{p01k} := 1600 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_S := 1.15 \quad f_{pd} := \frac{f_{p01k}}{\gamma_S} \quad f_{pd} = 1391.3 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} := 40 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_C := 1.5 \quad f_{cd} := 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_C} \quad f_{cd} = 22.667 \text{ MPa} \quad \varepsilon_{cu} := 0.0035$$

$$A_{k1} := 1 \cdot A_{k1} \quad d_{k1} := h_n - 150 \cdot \text{mm} \quad A_{k2} := 1 \cdot A_{k1} \quad d_{k2} := h_n - 330 \cdot \text{mm}$$

$$A_{k3} := 4 \cdot A_{k2} \quad d_{k3} := h_n - 150 \cdot \text{mm} \quad A_{k4} := 4 \cdot A_{k2} \quad d_{k4} := h_n - 330 \cdot \text{mm}$$

$$A_{\text{pcel}} := \sum_{i=1}^{n_k} A_{k_i} \quad A_{\text{pcel}} = 273 \text{ cm}^2 \quad N_{\text{pm}} := -29.9 \cdot \text{MN} \quad N_{\text{Ed}} := \gamma_P \cdot N_{\text{pm}}$$

$$\sigma_{\text{pavrg}} := \frac{(-1) \cdot N_{\text{Ed}}}{A_{\text{pcel}}} \quad \sigma_{\text{pavrg}} = 1095.2 \text{ MPa} \quad x := 320.56 \cdot \text{mm} \quad \varepsilon_{cu} = 0.0035$$

$$\Delta \sigma_{p_i} := E_p \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{(d_{k_i} - x)}{x} \quad \Delta \sigma_{pd_i} := \begin{cases} \Delta \sigma_{p_i} & \text{if } (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{\text{pavrg}}) \leq f_{pd} \\ (f_{pd} - \sigma_{\text{pavrg}}) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_c(z) := \frac{(z + x - h_n)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \quad \sigma_c(z) := \begin{cases} \frac{f_{cd}}{\varepsilon_{c3}} \cdot \varepsilon_c(z) & \text{if } \varepsilon_c(z) \leq \varepsilon_{c3} \\ f_{cd} & \text{otherwise} \end{cases} \quad t_{cd} = 1.714 \text{ m}$$

$$F_{cd} := \int_{h_n-x}^{h_n} b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot dz \quad \Delta F_{pd} := \sum_{i=1}^{n_k} (\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i}) \quad \Delta F_{pd} - N_{\text{Ed}} - F_{cd} = 0.536 \text{ kN}$$

$$M_{\text{Rd}} := \int_{h_n-x}^{h_n} b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot (z - t_{cd}) \cdot dz + \sum_{i=1}^{n_k} [\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i} \cdot (d_{k_i} - t_{ch})] \quad \sigma_c(h_n) = 22.667 \text{ MPa}$$

$$M_{\text{Rd}} = 23.196 \text{ MN} \cdot \text{m} > M_{\text{Edmax}} = 16.603 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \Delta \sigma_{pd_i} = (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{\text{pavrg}}) \cdot E_p^{-1} :$$

296.1	MPa	0.028
296.1		0.026
296.1		0.028
296.1		0.026

Pozdĺžny smyk

$$\sigma_{pavrg} := \frac{(-1) \cdot N_{Ed}}{A_{pcel}} \quad \sigma_{pavrg} = 1095.2 \text{ MPa} \quad x := 1376.0 \cdot \text{mm} \quad \varepsilon_{cu} := 0.000995$$

$$\Delta \sigma_{p_i} := E_p \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{(d_{k_i} - x)}{x} \quad \Delta \sigma_{pd_i} := \begin{cases} \Delta \sigma_{p_i} & \text{if } (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{pavrg}) \leq f_{pd} \\ (f_{pd} - \sigma_{pavrg}) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_c(z) := \frac{(z + x - h_n)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \quad \sigma_c(z) := \begin{cases} \frac{f_{cd}}{\varepsilon_{c3}} \cdot \varepsilon_c(z) & \text{if } \varepsilon_c(z) \leq \varepsilon_{c3} \\ f_{cd} & \text{otherwise} \end{cases} \quad t_{cd} = 1.714 \text{ m}$$

$$F_{cd} := \int_{h_n-x}^{h_n} b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot dz \quad \Delta F_{pd} := \sum_{i=1}^{n_k} (\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i}) \quad \Delta F_{pd} - N_{Ed} - F_{cd} = -0.5 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} := \int_{h_n-x}^{h_n} b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot (z - t_{cd}) \cdot dz + \sum_{i=1}^{n_k} [\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i} \cdot (d_{k_i} - t_{ch})] \quad \sigma_c(h_n) = 12.888 \text{ MPa}$$

$$M_{Rd} = 16.613 \text{ MN} \cdot \text{m} > M_{Edmax} = 16.603 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \Delta \sigma_{pd_i} = (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{pavrg}) \cdot E_p^{-1}$$

137.3	MPa	0.006
112		0.006
137.3		0.006
112		0.006

$$b_1 := 2.85 \cdot \text{m} \quad b_2 := 2.85 \cdot \text{m} \quad L_0 := 40 \cdot \text{m} - 2 \cdot 8.0 \cdot \text{m} \quad \Delta x := 0.5 \cdot L_0 \quad h_f := 0.45 \cdot \text{m}$$

$$0.2 \cdot b_1 + 0.1 \cdot L_0 = 2.97 \text{ m} \quad 0.2 \cdot b_2 + 0.1 \cdot L_0 = 2.97 \text{ m} \quad b_{eff1} := b_1 \quad b_{eff2} := b_2$$

$$\Delta F_{cd} := \int_{h_n-h_f}^{h_n} (b(z) - 1.3 \cdot \text{m}) \cdot \sigma_c(z) \cdot dz \quad \Delta F_{cd} = 21.967 \text{ MN}$$

$$\Delta F_{cd1} := \frac{b_{eff1}}{b_{eff1} + b_{eff2}} \cdot \Delta F_{cd} \quad \Delta F_{cd2} := \Delta F_{cd} - \Delta F_{cd1} \quad \Delta F_{cd2} = 10.983 \text{ MN}$$

$$v_{Ed1} := \frac{\Delta F_{cd1}}{h_f \cdot \Delta x} \quad v_{Ed1} = 2.034 \text{ MPa} \quad v_{Ed2} := \frac{\Delta F_{cd2}}{h_f \cdot \Delta x} \quad v_{Ed2} = 2.034 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 3.2 \cdot \text{MPa} \quad f_{ctd} := \frac{0.7 \cdot f_{ctm}}{1.5} \quad f_{ctd} = 1.493 \text{ MPa} \quad 0.4 \cdot f_{ctd} = 0.597 \text{ MPa}$$

$$\theta_f := 36 \cdot \text{deg} \quad \cot(\theta_f) = 1.376 \quad A_{sf} := \frac{v_{Ed2} \cdot h_f}{f_{yd} \cdot \cot(\theta_f)} \cdot 1 \cdot \text{m} \quad A_{sf} = 15.295 \text{ cm}^2$$

$$v_{Rd} := f_{cd} \cdot 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \cdot \text{MPa}}\right) \cdot \sin(\theta_f) \cdot \cos(\theta_f) \quad v_{Rd} = 5.432 \text{ MPa} > v_{Ed2} = 2.034 \text{ MPa}$$

Prierez v krajnom poli

$$n_k := 4$$

$$M_{g0} := 8.43 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{g1\text{ksup}} := 1.714 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{TS}} := 5.28 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{udl}} := 3.171 \cdot \text{MN} \cdot \text{m}$$

$$M_{\text{ch}} := 0.285 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{pm}} := -15.4 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{LM3}} := 8.1 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{\text{Gset}} := 1.79 \cdot \text{MN} \cdot \text{m}$$

$$\gamma_P := 1 \quad \gamma_Q := 1.35 \quad \gamma_{\text{Gset}} := 1.2 \quad \gamma_G := 1.35$$

$$M_{\text{Edmax}} := \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1\text{ksup}}) + \gamma_{\text{Gset}} \cdot M_{\text{Gset}} + \gamma_Q \cdot (M_{\text{TS}} + M_{\text{udl}} + M_{\text{ch}}) + \gamma_P \cdot M_{\text{pm}}$$

$$M_{\text{Ed}} := \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1\text{ksup}}) + \gamma_{\text{Gset}} \cdot M_{\text{Gset}} + \gamma_Q \cdot (M_{\text{LM3}} + M_{\text{ch}}) + \gamma_P \cdot M_{\text{pm}} \quad M_{\text{Ed}} = 11.762 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$A_{k1} := 15 \cdot 15 \cdot \text{cm}^2 \quad A_{k2} := 19 \cdot 15 \cdot \text{cm}^2 \quad E_c := 195 \cdot \text{GPa} \quad i := 1..n_k \quad \varepsilon_{c3} := 0.00175$$

$$f_{p01k} := 1600 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_S := 1.15 \quad f_{pd} := \frac{f_{p01k}}{\gamma_S} \quad f_{pd} = 1391.3 \text{ MPa}$$

$$f_{ck} := 40 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_C := 1.5 \quad f_{cd} := 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_C} \quad f_{cd} = 22.667 \text{ MPa} \quad \varepsilon_{cu} := 0.0035$$

$$A_{k1} := 0 \cdot A_{k1} \quad d_{k1} := h_n - 150 \cdot \text{mm} \quad A_{k2} := 0 \cdot A_{k1} \quad d_{k2} := h_n - 330 \cdot \text{mm}$$

$$A_{k3} := 4 \cdot A_{k2} \quad d_{k3} := h_n - 150 \cdot \text{mm} \quad A_{k4} := 4 \cdot A_{k2} \quad d_{k4} := h_n - 330 \cdot \text{mm}$$

$$A_{\text{pcel}} := \sum_{i=1}^{n_k} A_{k_i} \quad A_{\text{pcel}} = 228 \text{ cm}^2 \quad N_{\text{pm}} := -24 \cdot \text{MN} \quad N_{\text{Ed}} := \gamma_P \cdot N_{\text{pm}}$$

$$\sigma_{\text{pavrg}} := \frac{(-1) \cdot N_{\text{Ed}}}{A_{\text{pcel}}} \quad \sigma_{\text{pavrg}} = 1052.6 \text{ MPa} \quad x := 266.58 \cdot \text{mm} \quad \varepsilon_{cu} = 0.0035$$

$$\Delta \sigma_{p_i} := E_p \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{(d_{k_i} - x)}{x} \quad \Delta \sigma_{pd_i} := \begin{cases} \Delta \sigma_{p_i} & \text{if } (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{\text{pavrg}}) \leq f_{pd} \\ (f_{pd} - \sigma_{\text{pavrg}}) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_c(z) := \frac{(z + x - h_n)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \quad \sigma_c(z) := \begin{cases} \frac{f_{cd}}{\varepsilon_{c3}} \cdot \varepsilon_c(z) & \text{if } \varepsilon_c(z) \leq \varepsilon_{c3} \\ f_{cd} & \text{otherwise} \end{cases} \quad t_{cd} = 1.714 \text{ m}$$

$$F_{cd} := \int_{h_n-x}^{h_n} b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot dz \quad \Delta F_{pd} := \sum_{i=1}^{n_k} (\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i}) \quad \Delta F_{pd} - N_{\text{Ed}} - F_{cd} = 0.615 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} := \int_{h_n-x}^{h_n} b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot (z - t_{cd}) \cdot dz + \sum_{i=1}^{n_k} [\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i} \cdot (d_{k_i} - t_{ch})] \quad \sigma_c(h_n) = 22.667 \text{ MPa}$$

$$M_{Rd} = 19.782 \text{ MN} \cdot \text{m} > M_{\text{Edmax}} = 12.236 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \Delta \sigma_{pd_i} =$$

338.7	MPa
338.7	
338.7	
338.7	

Nadpodperový prierez bez krútenia

$$M_{g0} := -16.73 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{g1ksup} := -4.506 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{TS} := -4.15 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{udl} := -6.04 \cdot \text{MN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ch} := -0.52 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{pm} := 20.856 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{LM3} := -6.03 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{Gset} := -3.77 \cdot \text{MN} \cdot \text{m}$$

$$\gamma_P := 1 \quad \gamma_Q := 1.35 \quad \gamma_{Gset} := 1.2 \quad \gamma_G := 1.35$$

$$M_{Edmax} := \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1ksup}) + \gamma_{Gset} \cdot M_{Gset} + \gamma_Q \cdot (M_{TS} + M_{udl} + M_{ch}) + \gamma_P \cdot M_{pm}$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1ksup}) + \gamma_{Gset} \cdot M_{Gset} + \gamma_Q \cdot (M_{LM3} + M_{ch}) + \gamma_P \cdot M_{pm} \quad M_{Ed} = -21.179 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$f_{p01k} := 1600 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_s := 1.15 \quad f_{pd} := \frac{f_{p01k}}{\gamma_s} \quad f_{pd} = 1391.3 \text{ MPa} \quad n_k := 5$$

$$f_{ck} := 40 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_c := 1.5 \quad f_{cd} := 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{cd} = 22.667 \text{ MPa} \quad \varepsilon_{cu} := 0.0035$$

$$A_{k1} := 4 \cdot A_{k1} \quad d_{k1} := 2250 \cdot \text{mm} \quad A_{k2} := 2 \cdot A_{k2} \quad d_{k2} := 1800 \cdot \text{mm}$$

$$A_{k3} := 2 \cdot A_{k2} \quad d_{k3} := 1500 \cdot \text{mm} \quad A_{k4} := 2 \cdot A_{k2} \quad d_{k4} := 1100 \cdot \text{mm} \quad A_{k5} := 2 \cdot A_{k2} \quad d_{k5} := 150 \cdot \text{mm}$$

$$A_{pcel} := \sum_{i=1}^{n_k} A_{k_i} \quad A_{pcel} = 318 \text{ cm}^2 \quad N_{pm} := -35.8 \cdot \text{MN} \quad N_{Ed} := N_{pm} \quad i := 1..n_k$$

$$\sigma_{pavrg} := \frac{(-1) \cdot N_{Ed}}{A_{pcel}} \quad \sigma_{pavrg} = 1125.8 \text{ MPa} \quad x := 1730.35 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta \sigma_{p_i} := E_p \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{(d_{k_i} - x)}{x} \quad \Delta \sigma_{pd_i} := \begin{cases} \Delta \sigma_{p_i} & \text{if } (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{pavrg}) \leq f_{pd} \\ ((f_{pd} - \sigma_{pavrg})) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_c(z) := \frac{(x - z)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \quad \sigma_c(z) := \begin{cases} \frac{f_{cd}}{\varepsilon_{c3}} \cdot \varepsilon_c(z) & \text{if } \varepsilon_c(z) \leq \varepsilon_{c3} \\ f_{cd} & \text{otherwise} \end{cases} \quad t_{cd} = 1.714 \text{ m}$$

$$F_{cd} := \int_0^x b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot dz \quad \Delta F_{pd} := \sum_{i=1}^{n_k} (\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i}) \quad \Delta F_{pd} - N_{Ed} - F_{cd} = 0.506 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} := \int_0^x b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot (t_{cd} - z) \cdot dz + \sum_{i=1}^{n_k} [\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i} \cdot (d_{k_i} - t_{cd})] \quad \sigma_c(0 \cdot \text{m}) = 22.667 \text{ MPa}$$

$$M_{Rd} = 40.454 \text{ MN} \cdot \text{m} > |M_{Edmax}| = 26.795 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \Delta \sigma_{pd_i} = (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{pavrg}) \cdot E_p^{-1} =$$

205	MPa	0.007
27.5		0.006
-90.9		0.005
-248.6		0.004
-623.3		0.003

Nadpodperový prierez s krútením

$$M_{g0} := -16.73 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{g1ksup} := -4.506 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{TS} := -4.15 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{udl} := -6.04 \cdot \text{MN} \cdot \text{m}$$

$$M_{ch} := -0.52 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{pm} := 20.856 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{LM3} := -6.03 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{Gset} := -3.77 \cdot \text{MN} \cdot \text{m}$$

$$\gamma_P := 1 \quad \gamma_Q := 1.35 \quad \gamma_{Gset} := 1.2 \quad \gamma_Q := 1.35 \quad \Delta H_{EdT} := 8 \cdot \text{MN}$$

$$M_{Edmax} := \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1ksup}) + \gamma_{Gset} \cdot M_{Gset} + \gamma_Q \cdot (M_{TS} + M_{udl} + M_{ch}) + \gamma_P \cdot M_{pm}$$

$$M_{Ed} := \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1ksup}) + \gamma_{Gset} \cdot M_{Gset} + \gamma_Q \cdot (M_{LM3} + M_{ch}) + \gamma_P \cdot M_{pm} \quad M_{Ed} = -21.179 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$f_{p01k} := 1600 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_s := 1.15 \quad f_{pd} := \frac{f_{p01k}}{\gamma_s} \quad f_{pd} = 1391.3 \text{ MPa} \quad n_k := 5$$

$$f_{ck} := 40 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_c := 1.5 \quad f_{cd} := 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{cd} = 22.667 \text{ MPa} \quad \varepsilon_{cu} := 0.0035$$

$$A_{k1} := 4 \cdot A_{k1} \quad d_{k1} := 2250 \cdot \text{mm} \quad A_{k2} := 2 \cdot A_{k2} \quad d_{k2} := 1800 \cdot \text{mm}$$

$$A_{k3} := 2 \cdot A_{k2} \quad d_{k3} := 1500 \cdot \text{mm} \quad A_{k4} := 2 \cdot A_{k2} \quad d_{k4} := 1100 \cdot \text{mm} \quad A_{k5} := 2 \cdot A_{k2} \quad d_{k5} := 150 \cdot \text{mm}$$

$$A_{pcel} := \sum_{i=1}^{n_k} A_{k_i} \quad A_{pcel} = 318 \text{ cm}^2 \quad N_{pvm} := -35.8 \cdot \text{MN} \quad N_{Ed} := N_{pm} + \Delta H_{EdT} \quad i := 1..n_k$$

$$\sigma_{pavrg} := \frac{(-1) \cdot N_{Ed}}{A_{pcel}} \quad \sigma_{pavrg} = 874.2 \text{ MPa} \quad x := 1483.35 \cdot \text{mm}$$

$$\Delta \sigma_{p_i} := E_p \cdot \varepsilon_{cu} \cdot \frac{(d_{k_i} - x)}{x} \quad \Delta \sigma_{pd_i} := \begin{cases} \Delta \sigma_{p_i} & \text{if } (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{pavrg}) \leq f_{pd} \\ ((f_{pd} - \sigma_{pavrg})) & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\varepsilon_c(z) := \frac{(x - z)}{x} \cdot \varepsilon_{cu} \quad \sigma_c(z) := \begin{cases} \frac{f_{cd}}{\varepsilon_{c3}} \cdot \varepsilon_c(z) & \text{if } \varepsilon_c(z) \leq \varepsilon_{c3} \\ f_{cd} & \text{otherwise} \end{cases} \quad t_{cd} = 1.714 \text{ m}$$

$$F_{cd} := \int_0^x b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot dz \quad \Delta F_{pd} := \sum_{i=1}^{n_k} (\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i}) \quad \Delta F_{pd} - N_{Ed} - F_{cd} = 0.829 \text{ kN}$$

$$M_{Rd} := \int_0^x b(z) \cdot \sigma_c(z) \cdot (t_{cd} - z) \cdot dz + \sum_{i=1}^{n_k} [\Delta \sigma_{pd_i} \cdot A_{k_i} \cdot (d_{k_i} - t_{cd})] \quad \sigma_c(0 \cdot \text{m}) = 22.667 \text{ MPa}$$

$$M_{Rd} = 38.49 \text{ MN} \cdot \text{m} > |M_{Edmax}| = 26.795 \text{ MN} \cdot \text{m} \quad \Delta \sigma_{pd_i} = (\Delta \sigma_{p_i} + \sigma_{pavrg}) \cdot E_p^{-1} =$$

352.7
145.7
7.7
-176.4
-613.5

MPa

5.2.3. Posúdenie MSU – pozdĺžny smer – únavová odolnosť betónu

$$\frac{\sigma_{c,max}}{f_{cd,fat}} \leq 0,5 + 0,45 \frac{\sigma_{c,min}}{f_{cd,fat}} \leq 0,9 \quad S_{cd,max} \leq 0,5 + 0,45 S_{cd,min} \leq 0,9$$

Betón C35/45: $f_{cd,fat} = 0,85 \beta_{cc}(t_0) f_{cd} \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) = 0,85 \cdot 1,18 \cdot \frac{40}{1,5} \left(1 - \frac{40}{250}\right) = 22,46 \text{ MPa}$

$$\beta_{cc}(t) = \exp \left\{ s \left[1 - \left(\frac{28}{t/t_1} \right)^{0.5} \right] \right\} = \exp \left\{ 0,25 \left[1 - \left(\frac{28}{250} \right)^{0.5} \right] \right\} = 1,18$$

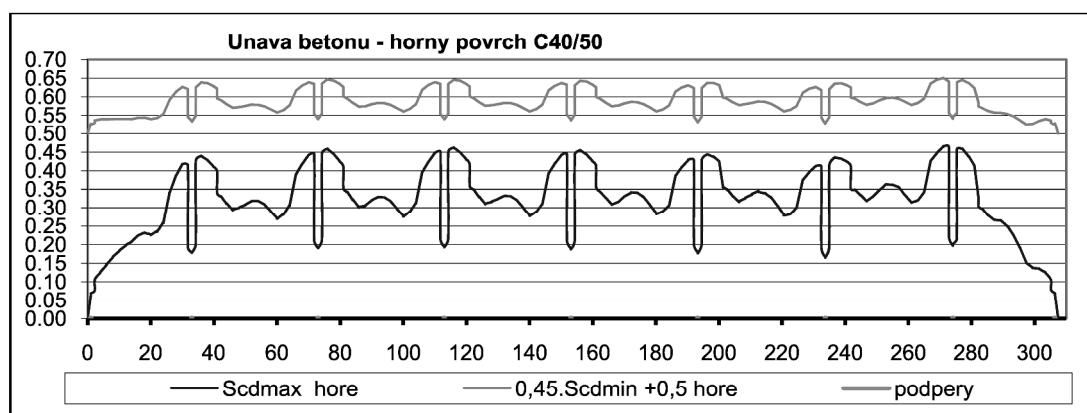
kde $\sigma_{c,max}$ sú maximálne tlakové napätia v extrémnom vlákne od častej kombinácie

$\sigma_{c,min}$ – minimálne tlakové napätia v tom istom vlákne

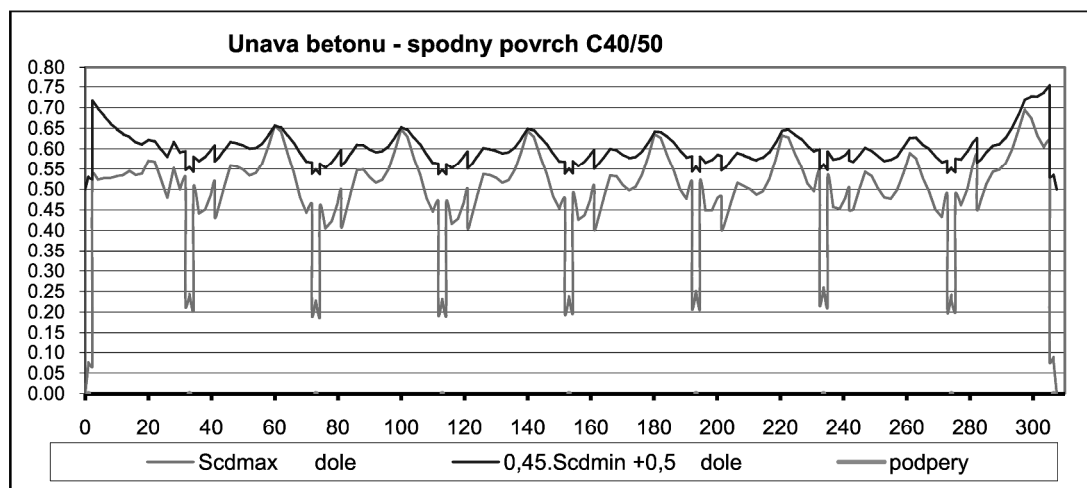
$\beta_{cc}(t_0)$ - koeficient pre nárast pevnosti betónu v čase t_0

t_0 - vek betónu v čase nástupu únavového zaťaženia $t_0 = 250$ dní

$s = 0,25$ cement CEM42,5N



Overenie únavovej odolnosti horné vlákna



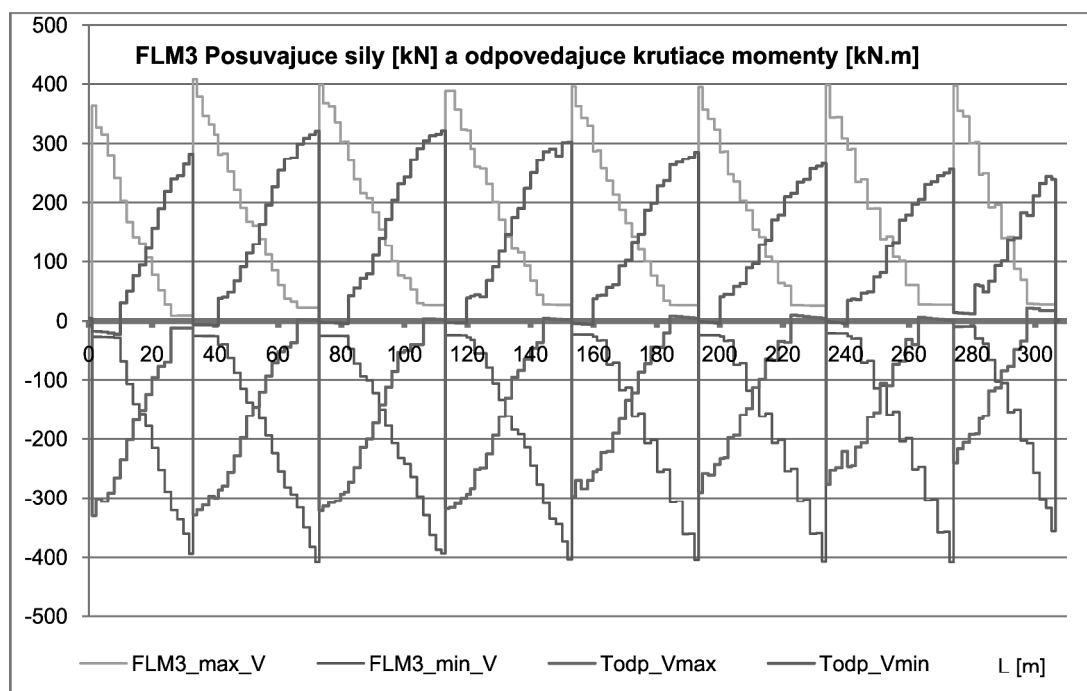
Overenie únavovej odolnosti dolné vlákna

Z dôvodu zaistenia únavovej odolnosti je potrebné použiť betón C40/50.

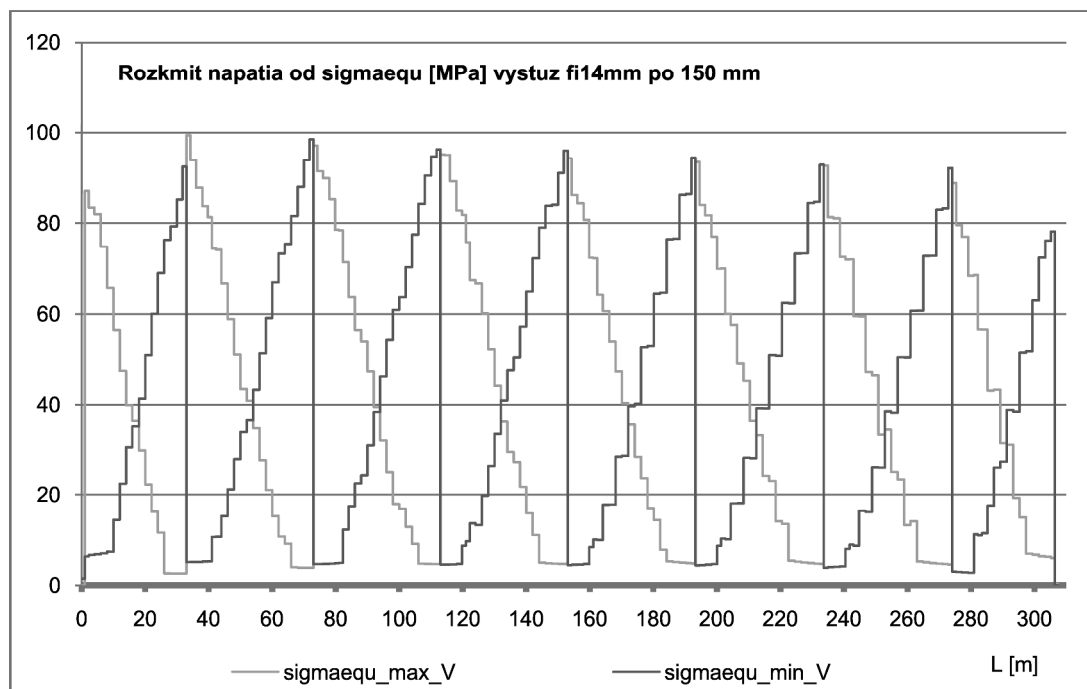
5.2.4. Posúdenie MSU – pozdĺžny smer – únavová odolnosť šmykovej výstuže

Základné parametre vstupujúce do výpočtu:

- Šmyková výstuž a výstuž na krútenie z ocele B500B ($f_{yd}=426\text{MPa}$)
- Povolený ekvivalentný rozkmit $\Delta\sigma_{Rsk}/\gamma_{s,fat}=141,3\text{MPa}$
- Sklon tlakovej diagonály $\cotg \theta_{fat} = 1,265$
- Účinná výška prierezu $d=2,35\text{m}$
- Prierezové charakteristiky – šmyk + krútenie $A_c=2,958\text{m}^2$; $t_{ef}=0,402\text{m}$; $A_k=1,64\text{m}^2$
 $u_k=5,76\text{m}$ (pre typický prierez)
- Uvažovaná šmyková (krútiaca) výstuž vrámci $t_{eff} - 2\phi 16 + 2\phi 14$ á150mm
- Použitý zaťažovací model FLM3 ($\Delta\sigma_{sw,eq}=\lambda s \cdot 1,4 \cdot \Delta\sigma_{sw,FLM3}=1,21 \cdot 1,4 \cdot \Delta\sigma_{sw,FLM3}$)
- Vstupné hodnoty vnútorných síl – príloha 2 – Pozdĺžny smer – šmyk - únava



Priebeh posúvajúcich síl a krútiacich momentov od FLM3



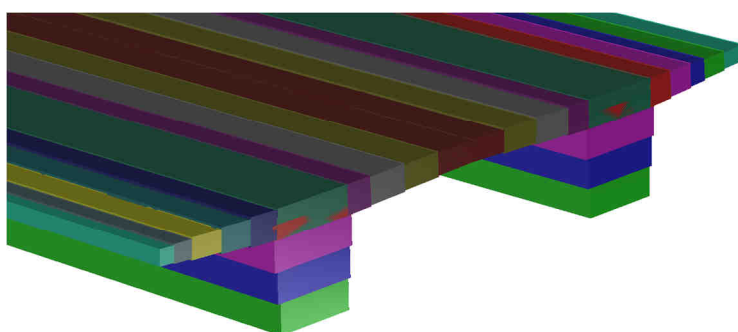
Priebeh rozkmitov napätí $\Delta\sigma_{\text{sw,eqv}}$ v šmykovej výstuži $\phi 14 \text{ mm}/150 \text{ mm}$

5.3. Medzný stav únosnosti MSU – priečný smer

5.3.1. Medzný stav únosnosti MSU – priečný smer – doska

Základné parametre vstupujúce do výpočtu:

- Betonárska výstuž z ocele B500B ($f_{yd}=426\text{MPa}$)
- Krytie – trámy XD1; $c=50\text{mm}$
- Krytie – doska, spodný povrch XD1; $c=50\text{mm}$
- Krytie – doska, horný povrch XC3; $c=35\text{mm}$
- Daskovo-stenový priestorový MKP model
- Tuhosti a delenie doskových elementov podľa obr. 1.3
- Render priečného rezu:



- Zaťažovací model LM1, LM2 a LM3, FLM, roznos 45° do strednice mostovky
- Návrhová kombinácia zaťažení resp. únavové zaťaženie

Ohyb a pozdĺžny šmyk

$$\begin{aligned} E_{cm} &:= 35000 \cdot \text{MPa} & E_s &:= 200000 \cdot \text{MPa} & \gamma_{G1} &:= 1.35 & \gamma_{Q1} &:= 1.35 \\ f_{ck} &:= 40 \cdot \text{MPa} & f_{cd} &:= 0.85 \cdot \frac{f_{ck}}{1.5} & f_{yk} &:= 500 \cdot \text{MPa} & f_{yd} &:= \frac{f_{yk}}{1.15} \end{aligned}$$

Mostovkova doska - spodny povrch XD1

$$M_{g0} := 4.2 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad M_{g1ksup} := -30.3 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad M_{udl} := 40 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad M_{TS} := 99 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{LM3} := 123 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed1} := \gamma_G \cdot (M_{g0}) + M_{g1ksup} + \gamma_Q \cdot (M_{udl} + M_{TS}) \quad M_{Ed} = 163.02 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed2} := \gamma_G \cdot (M_{g0}) + M_{g1ksup} + \gamma_Q \cdot (M_{LM3}) \quad M_{Ed2} = 141.42 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$h := 300 \cdot \text{mm} \quad c_{bot} := 50 \cdot \text{mm} \quad \phi_{st} := 10 \cdot \text{mm} \quad \phi_{sv} := 22 \cdot \text{mm} \quad A_{s1} := 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_s^2$$

$$A_s := 6.6666 \cdot A_{s1} \quad d := h - 0.5 \cdot \phi_s - c_{bot} \quad d = 0.239 \text{ m} \quad A_s = 25.342 \text{ cm}^2$$

$$x_B := \frac{A_s \cdot f_{yd}}{f_{cd} \cdot b} \quad x_B = 0.049 \text{ m} \quad M_{Rd} := x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot x_B)$$

$$M_{Rd} = 236.6 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad > \quad M_{Ed} = 163.02 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Unavové overenie - spodny povrch

$$\begin{aligned}
 M_{FLM3} &:= 34 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & \Delta\sigma_{Rsk} &:= 162.5 \cdot \text{MPa} & A_s &= 25.342 \cdot \text{cm}^2 & \alpha_e &= 5.714 \\
 F(x) &:= x^2 + \frac{2}{b} \cdot x \cdot \alpha_e \cdot A_s - \frac{2}{b} \cdot (\alpha_e \cdot A_s \cdot d) & x &:= 69.97 \cdot \text{mm} & F(x) &= 3.198 \times 10^{-7} \cdot \text{m}^2 \\
 I_{ir} &:= \frac{1}{3} \cdot b \cdot x^3 + \alpha_e \cdot A_s \cdot (d - x)^2 & \sigma_{cmax} &:= \frac{M_{FLM3}}{I_{ir}} \cdot x & \sigma_{cmax} &= 4.506 \cdot \text{MPa} \\
 \sigma_c(z, x) &:= \frac{\sigma_{cmax}}{x} \cdot (x - z) & \sigma_s &:= \alpha_e \cdot \frac{\sigma_{cmax}}{x} \cdot (d - x) & \sigma_s &= 62.206 \cdot \text{MPa} \\
 \lambda_{s1} &:= 1.26 & \phi_{fat} &:= 1 & \lambda_{s2} &:= 1 & \lambda_{s3} &:= 1 & \lambda_{s4} &:= 1 & \lambda_s &:= \lambda_{s1} \cdot \lambda_{s2} \cdot \lambda_{s3} \cdot \lambda_{s4} \cdot \phi_{fat} \\
 \Delta\sigma_{sequ} &:= 1.4 \cdot \lambda_s \cdot \sigma_s & \Delta\sigma_{sequ} &= 109.7 \cdot \text{MPa} & & & & & & & & < \frac{\Delta\sigma_{Rsk}}{1.15} = 141.304 \cdot \text{MPa}
 \end{aligned}$$

Horný povrch $h := 450 \cdot \text{mm}$ $b := 1 \cdot \text{m}$

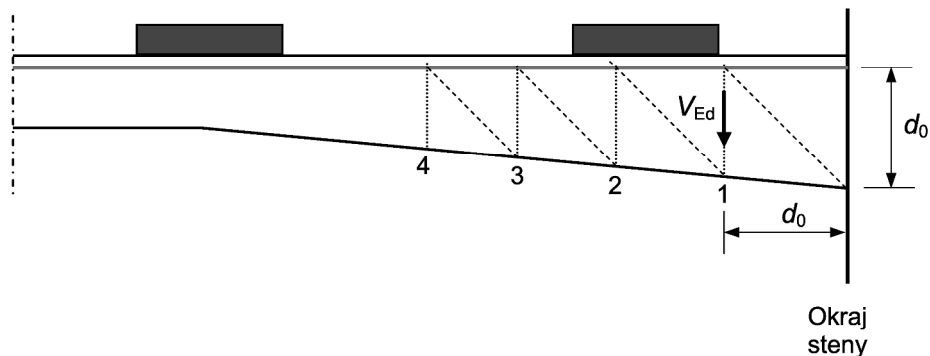
$$\begin{aligned}
 M_{g0} &:= 28.4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & M_{g1ksup} &:= 36.4 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & M_{udl} &:= 16.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & M_{TS} &:= 65 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 M_{Ed} &:= \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1ksup}) + \gamma_Q \cdot (M_{udl} + M_{TS}) & M_{Ed} &= 197.505 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 M_{g0} &:= 27.3 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & M_{g1ksup} &:= 42.6 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & M_{udl} &:= 14 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & M_{TS} &:= 87 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 M_{Ed} &:= \gamma_G \cdot (M_{g0} + M_{g1ksup}) + \gamma_Q \cdot (M_{udl} + M_{TS}) & M_{Ed} &= 230.715 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 f_{cd} &= 22.667 \cdot \text{MPa} & f_{yd} &= 434.8 \cdot \text{MPa} & A_{spozdl} &:= 7.5 \cdot \text{cm}^2 \\
 \phi_{st} &:= 10 \cdot \text{mm} & \phi_s &:= 22 \cdot \text{mm} & A_{s1} &:= 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_s^2 & A_s &:= 6.6666 \cdot A_{s1} \\
 c_{top} &:= 35 \cdot \text{mm} & d &:= h - 0.5 \cdot \phi_s - c_{top} & d &= 0.404 \cdot \text{m} & A_s &= 25.342 \cdot \text{cm}^2 \\
 x_B &:= \frac{(A_s - A_{spozdl}) \cdot f_{yd}}{f_{cd} \cdot b} & x_B &= 0.034 \cdot \text{m} & M_{Rd} &:= x_B \cdot b \cdot f_{cd} \cdot (d - 0.5 \cdot x_B) \\
 M_{Rd} &= 300.123 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & & & & & & > M_{Ed} = 230.715 \cdot \text{kN} \cdot \text{m}
 \end{aligned}$$

Unavové overenie - horný povrch

$$\begin{aligned}
 M_{FLM3} &:= 36.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} & \Delta\sigma_{Rsk} &:= 162.5 \cdot \text{MPa} & A_s &= 25.342 \cdot \text{cm}^2 & \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} & \alpha_e &= 5.714 \\
 F(x) &:= x^2 + \frac{2}{b} \cdot x \cdot \alpha_e \cdot A_s - \frac{2}{b} \cdot (\alpha_e \cdot A_s \cdot d) & x &:= 94.65 \cdot \text{mm} & F(x) &= -8.349 \times 10^{-7} \cdot \text{m}^2 \\
 M_{FLM1} &:= 0.7 \cdot M_{TS} + 0.3 \cdot M_{udl} & M_{FLM1} &= 65.1 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \\
 I_{ir} &:= \frac{1}{3} \cdot b \cdot x^3 + \alpha_e \cdot A_s \cdot (d - x)^2 & \Delta\sigma_s &:= \alpha_e \cdot \frac{M_{FLM1}}{I_{ir}} \cdot (d - x) \\
 \Delta\sigma_s &= 68.973 \cdot \text{MPa} & & & & & < \Delta\sigma_{smax} := 70 \cdot \text{MPa}
 \end{aligned}$$

Šmyk

Šmyk v doske bol kontrolovaný s LM1 a LM2 plus všetky stále zaťaženia. Prvý kontrolovaný rez „1“ bol uvažovaný d_0 od okraja steny trámu; druhý rez „2“ vzdialený d_1 od rezu „1“; tretí rez „3“ vzdialený d_2 od rezu „2“; štvrtý rez „4“ vzdialený d_3 od rezu „3“.



Mostovková doska - poloha prvého overovaného prierezu

Mostovkova doska - smyk

$$f_{ck} = 40 \text{ MPa} \quad A_s = 25.342 \text{ cm}^2$$

$$h_1(y) := \begin{cases} \left(0.45\text{-m} - \frac{0.15\text{-m}}{1.35\text{-m}} \cdot y\right) & \text{if } y < 1.35\text{-m} \\ (0.3\text{-m}) & \text{if } 1.35\text{-m} \leq y \leq 2.85\text{-m} \end{cases} \quad d_1(y) := \begin{cases} \left(d - \frac{0.15\text{-m}}{1.35\text{-m}} \cdot y\right) & \text{if } y \leq 1.35\text{-m} \\ (d - 0.15\text{-m}) & \text{if } 1.35\text{-m} \leq y \leq 2.85\text{-m} \end{cases}$$

$$\rho_1(y) := \frac{A_s}{b \cdot d_1(y)} \quad d_2(y) := d - \frac{0.2\text{-m}}{2.85\text{-m}} \cdot y \quad \rho_2(y) := \frac{A_s}{b \cdot d_2(y)} \quad h_2(y) := \left(0.45\text{-m} - \frac{0.2\text{-m}}{2.85\text{-m}} \cdot y\right)$$

$$k_1(y) := \begin{cases} 1 + \left(\frac{200\text{-mm}}{d_1(y)}\right)^{0.5} & \text{if } d_1(y) \geq 200\text{-mm} \\ 2 & \text{otherwise} \end{cases} \quad k_2(y) := \begin{cases} 1 + \left(\frac{200\text{-mm}}{d_2(y)}\right)^{0.5} & \text{if } d_2(y) \geq 200\text{-mm} \\ 2 & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$\textbf{Vnutorna doska} \quad V_{Rdc1}(y) := 0.12 \cdot \text{MPa} \cdot k_1(y) \cdot \left(100 \cdot \rho_1(y) \cdot \frac{f_{ck}}{1 \cdot \text{MPa}}\right)^{0.333} \cdot b \cdot d_1(y)$$

$$\textbf{Konzolova doska} \quad V_{Rdc2}(y) := 0.12 \cdot \text{MPa} \cdot k_2(y) \cdot \left(100 \cdot \rho_2(y) \cdot \frac{f_{ck}}{1 \cdot \text{MPa}}\right)^{0.333} \cdot b \cdot d_2(y)$$

Šmyková výstuž s priemerom $\phi_{st} = 10 \text{ mm}$ bude navrhnutá v pásoch so šírkou 1 m pozdĺž okrajov stien trámov. Osová vzdialenosť šmykovej výstuže v priečnom smere mosta bude 200 mm a v pozdĺžnom smere mosta 250 mm.

Vnútorná doska $l_{nd} := 5.7 \cdot m$

$$\gamma_{bet} := 25 \cdot kN \cdot m^{-3} \quad \gamma_{ab} := 24 \cdot kN \cdot m^{-3} \quad h_{voz} := 90 \cdot mm \quad \gamma_G := 1.35 \quad \gamma_Q := 1.35$$

$$a := 0.65 \cdot m \quad Q_{k1} := 300 \cdot kN \quad Q_{k2} := 200 \cdot kN$$

$$F_{k1}(y) := \frac{(l_{nd} - y - 0.5 \cdot a)}{l_{nd}} \cdot Q_{k1} \quad F_{k2}(y) := \frac{(l_{nd} - y - 0.5 \cdot a - 2 \cdot m)}{l_{nd}} \cdot Q_{k1} \quad b_{eff1} := 2 \cdot a + 1.2 \cdot m$$

$$F_{k3}(y) := \frac{(l_{nd} - y - 0.5 \cdot a - 3 \cdot m)}{l_{nd}} \cdot Q_{k2} \quad b_{eff2} := 2 \cdot a + 2 \cdot 2 \cdot m + 1.2 \cdot m \quad b_{eff3} := 2 \cdot a + 1.2 \cdot m + 2 \cdot 3 \cdot m$$

$$V_{TS}(y) := \frac{F_{k1}(y)}{b_{eff1}} \cdot b + \frac{F_{k2}(y)}{b_{eff2}} \cdot b + \frac{F_{k3}(y)}{b_{eff3}} \cdot b \quad V_{TS}(0 \cdot m) = 150.3 \cdot kN$$

$$F_{k1}(0) = 282.895 \cdot kN \quad F_{k2}(0) = 177.632 \cdot kN \quad F_{k3}(0) = 83.333 \cdot kN$$

$$g_{0k}(y) := \gamma_{bet} \cdot b \cdot h_1(y) \quad g_{1ksup} := b \cdot 1.4 \cdot h_{voz} \cdot \gamma_{ab} \quad q_{k1} := b \cdot 9 \cdot kN \cdot m^{-2} \quad q_{k2} := b \cdot 2.5 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

$$V_G(y) := \int_y^{2.85 \cdot m} g_{0k}(y) dy + g_{1ksup} \cdot (2.85 \cdot m - y) \quad V_{udl}(y) := q_{k1} \cdot (2.85 \cdot m - y)$$

$$V_{Ed}(y) := \gamma_G \cdot V_G(y) + \gamma_Q \cdot (V_{udl}(y) + V_{TS}(y)) \quad d_1(0) = 0.404 \cdot m \quad V_{Ed}(d_1(0)) = 250.89 \cdot kN$$

$$\theta := 39 \cdot \text{deg} \quad \cot(\theta) = 1.235 \quad z(y) := 0.9 \cdot d_1(y) \quad s_{max}(y) := d_1(y) \cdot 0.75$$

$$\phi_{st} := 10 \cdot mm \quad A_{sw} := 4 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2 \quad A_{sw} = 3.142 \cdot cm^2 \quad s_{st} := 200 \cdot mm$$

$$V_{Rds}(y) := A_{sw} \cdot \frac{z(y) \cdot \cot(\theta)}{s} \cdot f_{yd} \quad y_1 := d_1(0) \quad s_{max}(0) = 0.303 \cdot m \quad y_0 := 0 \cdot m$$

$$V_{Rdc1}(0) = 241.529 \cdot kN > V_{Ed}(y_1) = 250.89 \cdot kN \quad V_{Rds}(0) = 306.7 \cdot kN$$

$$y_2 := y_1 + d_1(y_1) \quad y_2 = 0.763 \cdot m \quad V_{Rdc1}(y_1) = 228.874 \cdot kN \quad V_{Ed}(y_2) = 224.259 \cdot kN \quad V_{Rds}(y_1) = 272.6 \cdot kN$$

$$y_3 := y_2 + d_1(y_2) \quad y_3 = 1.082 \cdot m \quad V_{Rdc1}(y_2) = 217.067 \cdot kN \quad V_{Ed}(y_3) = 200.994 \cdot kN$$

$$y_4 := y_3 + d_1(y_3) \quad y_4 = 1.366 \cdot m \quad V_{Rdc1}(y_3) = 206.044 \cdot kN \quad V_{Ed}(y_4) = 180.634 \cdot kN$$

$$y_5 := y_4 + d_1(y_4) \quad y_5 = 1.62 \cdot m \quad V_{Rdc1}(y_4) = 196.347 \cdot kN \quad V_{Ed}(y_5) = 162.528 \cdot kN$$

Unavove posudenie

$$V_{Efrq}(y) := V_G(y) + 1 \cdot (0.4 \cdot V_{udl}(y) + 0.75 \cdot V_{TS}(y))$$

$$S_{dmax} := \frac{V_{Efrq}(y_1)}{V_{Rdc1}(y_0)} \quad S_{dmin} := \frac{V_G(y_1)}{V_{Rdc1}(y_0)} \quad S_{dmax} = 0.573 < 0.5 + 0.45 \cdot S_{dmin} = 0.55$$

$$S_{dmax} := \frac{V_{Efrq}(y_2)}{V_{Rdc1}(y_1)} \quad S_{dmin} := \frac{V_G(y_2)}{V_{Rdc1}(y_1)} \quad S_{dmax} = 0.54 < 0.5 + 0.45 \cdot S_{dmin} = 0.544$$

$$S_{dmax} := \frac{V_{Efrq}(y_3)}{V_{Rdc1}(y_2)} \quad S_{dmin} := \frac{V_G(y_3)}{V_{Rdc1}(y_2)} \quad S_{dmax} = 0.51 < 0.5 + 0.45 \cdot S_{dmin} = 0.539$$

$$S_{dmax} := \frac{V_{Efrq}(y_4)}{V_{Rdc1}(y_3)} \quad S_{dmin} := \frac{V_G(y_4)}{V_{Rdc1}(y_3)} \quad S_{dmax} = 0.483 < 0.5 + 0.45 \cdot S_{dmin} = 0.534$$

Konzolova doska $l_{nd} := 2.85 \cdot m$

$$\gamma_{bet} := 25 \cdot kN \cdot m^{-3} \quad \gamma_{ab} := 24 \cdot kN \cdot m^{-3} \quad h_{voz} := 90 \cdot mm \quad \gamma_G := 1.35 \quad \gamma_Q := 1.35$$

$$a := 0.6 \cdot m \quad Q_{k1} := 300 \cdot kN \quad b_{eff1} := 2 \cdot a + 1.2 \cdot m \quad q_{k1} := b \cdot 9 \cdot kN \cdot m^{-2} \quad q_{ch} := b \cdot 3 \cdot kN \cdot m^{-2}$$

$$g_{0k}(y) := \gamma_{bet} \cdot b \cdot h_2(y) \quad g_{1ksup} := b \cdot 1.4 \cdot h_{voz} \cdot \gamma_{ab} \quad g_{2k} := \gamma_{bet} \cdot b \cdot 0.26 \cdot m$$

$$F_{zvod} := 0.7 \cdot kN \quad F_{zabr} := 0.5 \cdot kN \quad F_{rims} := 0.7 \cdot m \cdot 0.25 \cdot m \cdot b \cdot \gamma_{bet} \quad F_{rims} = 4.375 \cdot kN$$

$$V_{g1}(y) := \begin{cases} [F_{rims} + F_{zabr} + F_{zvod} + g_{2k} \cdot 1.25 \cdot m + g_{1ksup} \cdot (1.6 \cdot m - y)] & \text{if } 0 \leq y < 1.6 \cdot m \\ [F_{rims} + F_{zabr} + F_{zvod} + g_{2k} \cdot (2.85 \cdot m - y) + g_{1ksup} \cdot (1.6 \cdot m)] & \text{if } 1.6 \cdot m \leq y < 1.9 \cdot m \\ [F_{rims} + F_{zabr} + g_{2k} \cdot (2.85 \cdot m - y) + g_{1ksup} \cdot (1.6 \cdot m)] & \text{if } 1.9 \cdot m \leq y \leq 2.85 \cdot m \end{cases}$$

$$V_{g0}(y) := \int_y^{l_{nd}} g_{0k}(y) dy \quad V_G(y) := V_{g1}(y) + V_{g0}(y) \quad V_{udl}(y) := q_{k1} \cdot (1.6 \cdot m - y)$$

$$V_{ch}(y) := \begin{cases} (q_{ch} \cdot 0.75 \cdot m) & \text{if } 0 \leq y \leq 2.1 \cdot m \\ [q_{ch} \cdot (l_{nd} - y)] & \text{if } 2.1 \cdot m \leq y \leq 2.85 \cdot m \end{cases} \quad V_{TS}(y) := \begin{cases} \left(\frac{Q_{k1}}{b_{eff1}} \cdot b \right) & \text{if } 0 < (y + a) \leq 1.6 \cdot m \\ \frac{Q_{k1}}{b_{eff1}} \cdot b \cdot \frac{(1.6 \cdot m - y)}{a} & \text{if } 1.6 \cdot m < (y + a) \end{cases}$$

$$V_{Ed}(y) := \gamma_G \cdot V_G(y) + \gamma_Q \cdot (V_{udl}(y) + V_{TS}(y) + V_{ch}(y)) \quad d_2(0) = 0.404 \cdot m \quad V_{Ed}(d_2(0)) = 237.42 \cdot kN$$

$$\theta := 39 \cdot \text{deg} \quad \cot(\theta) = 1.235 \quad z(y) := 0.9 \cdot d_2(y) \quad s_{max}(y) := d_1(y) \cdot 0.75$$

$$\phi_{st} := 10 \cdot mm \quad A_{sw} := 4 \cdot 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2 \quad A_{sw} = 3.142 \cdot cm^2 \quad s := 200 \cdot mm$$

$$V_{Rdc}(y) := A_{sw} \cdot \frac{z(y) \cdot \cot(\theta)}{s} \cdot f_{yd} \quad x_{l1} := d_2(0) \quad x_{l0} := 0 \cdot m \quad s_{max}(y_0) = 0.303 \cdot m$$

$$V_{Rdc2}(0) = 241.529 \cdot kN < V_{Ed}(y_1) = 237.42 \cdot kN \quad V_{Rds}(y_0) = 306.653 \cdot kN \quad s_{max}(y_1) = 0.269 \cdot m$$

$$y_{21} := y_1 + d_2(y_1) \quad y_2 = 0.78 \cdot m \quad V_{Rdc2}(y_1) = 233.608 \cdot kN \quad V_{Ed}(y_2) = 226.143 \cdot kN \quad V_{Rds}(y_1) = 285.133 \cdot kN$$

$$y_{31} := y_2 + d_2(y_2) \quad y_3 = 1.129 \cdot m \quad V_{Rdc2}(y_2) = 226.02 \cdot kN \quad V_{Ed}(y_3) = 179.695 \cdot kN$$

Unavove posudenie

$$V_{Efrq}(y) := V_G(y) + 1 \cdot (0.4 \cdot V_{udl}(y) + 0.75 \cdot V_{TS}(y))$$

$$S_{dmax} := \frac{V_{Efrq}(y_1)}{V_{Rdc1}(y_0)} \quad S_{dmin} := \frac{V_G(y_1)}{V_{Rdc1}(y_0)} \quad S_{dmax} = 0.563 < 0.5 + 0.45 \cdot S_{dmin} = 0.571$$

$$S_{dmax} := \frac{V_{Efrq}(y_2)}{V_{Rdc1}(y_1)} \quad S_{dmin} := \frac{V_G(y_2)}{V_{Rdc1}(y_1)} \quad S_{dmax} = 0.566 < 0.5 + 0.45 \cdot S_{dmin} = 0.565$$

$$S_{dmax} := \frac{V_{Efrq}(y_3)}{V_{Rdc1}(y_2)} \quad S_{dmin} := \frac{V_G(y_3)}{V_{Rdc1}(y_2)} \quad S_{dmax} = 0.479 < 0.5 + 0.45 \cdot S_{dmin} = 0.559$$

5.3.2. Medzný stav únosnosti MSU – priečny smer – priečnik

Základné parametre vstupujúce do výpočtu:

- Betónárska výstuž z ocele B500B ($f_{yd}=426\text{MPa}$)
- Krytie – XD1; $c=50\text{mm}$
- Krytie – doska, horný povrch XC3; $c=35\text{mm}$
- Vnútorne sily z prúťového (roštového) modelu
- Zaťažovací model LM1, LM2 a LM3
- Návrhová kombinácia zaťažení

Návrh výstuže na ohyb – horný povrch, návrhová kombinácia zaťažení:

$$M_{Ek.G0} := 1232\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ek.LM1} := 915\text{kN}\cdot\text{m} + 780\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ek.G1} := 1391\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Pk} := 2037\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ek.Chodci} := 425\text{kN}\cdot\text{m}$$

$$M_{Ed} := 1.35 \cdot (M_{Ek.G0} + M_{Ek.G1}) + 1.35 \cdot (M_{Ek.LM1} + M_{Ek.Chodci}) + 1.2 \cdot M_{Pk} = 8847.45\text{kN}\cdot\text{m}$$

C40/50, B500 B, krytie vystuže 35mm

$$f_{ck} := 40\text{MPa}$$

$$f_{ctm} := 3.5\text{MPa}$$

$$f_{yk} := 505\text{MPa} - 15\text{MPa}$$

$$f_{cd} := 0.85 \frac{f_{ck}}{1.5} = 22.667\text{MPa}$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 426.087\text{MPa}$$

$$d := 2500\text{mm} - 85\text{mm} - 16\text{mm} - \frac{25\text{mm}}{2} = 2.386\text{m} \quad b := 2\text{m}$$

$$x_B := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 0.083\text{m}$$

$$A_{s.req} := \frac{x_B \cdot 1\text{m} \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 44.276\text{cm}^2$$

$$A_{s.prov} := 26 \frac{\pi \cdot (0.025\text{m})^2}{4} = 127.627\text{cm}^2$$

$$A_{s.min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 88.641\text{cm}^2$$

$$M_{Rd} := A_{s.prov} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0.5 \cdot x_B) = 12751.552\text{kN}\cdot\text{m} > M_{Ed} = 8847.45\text{kN}\cdot\text{m} \quad \text{Vyhovuje}$$

Návrh výstuže na ohyb – spodný povrch, návrhová kombinácia zaťažení:

$$M_{Ek.G0} := 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ek.LM1} := 710 \text{ kN} \cdot \text{m} + 520 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ek.G1} := 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ek.Chodci} := 0 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ek.LM3} := 1910 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Ed} := 1.35 \cdot (M_{Ek.G0} + M_{Ek.G1}) + 1.35 \cdot (M_{Ek.LM3}) = \blacksquare \cdot \text{kN} \cdot \text{m}$$

C40/50, B500 B, krytie výstuže 50mm

$$f_{ck} := 40 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 3.5 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} := 505 \text{ MPa} - 15 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} := 0.85 \frac{f_{ck}}{1.5} = 22.667 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 426.087 \cdot \text{MPa}$$

$$d := 2500 \text{ mm} - 85 \text{ mm} - 16 \text{ mm} - \frac{25 \text{ mm}}{2} = 2.386 \text{ m} \quad b := 2 \text{ m}$$

$$x_B := d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \cdot M_{Ed}}{b \cdot f_{cd}}} = 0.024 \text{ m}$$

$$A_{s.req} := \frac{x_B \cdot 1 \text{ m} \cdot f_{cd}}{f_{yd}} = 12.743 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{s.prov} := 26 \frac{\pi \cdot (0.025 \text{ m})^2}{4} = 127.627 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{s.min} := 0.26 \cdot \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} \cdot b \cdot d = 88.641 \cdot \text{cm}^2$$

$$M_{Rd} := A_{s.prov} \cdot f_{yd} \cdot (d - 0.5 \cdot x_B) = 12912.725 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} > M_{Ed} = 2578.5 \cdot \text{kN} \cdot \text{m} \quad \text{Vyhovuje}$$

Návrh výstuže na šmyk + krútenie, návrhová kombinácia zaťažení:

Prierezové charakteristiky:

$$b := 2 \text{ m}$$

$$h := 2.5 \text{ m}$$

$$A_c := b \cdot h = 5 \text{ m}^2$$

$$u := 2 \cdot b + 2 \cdot h = 9 \text{ m}$$

$$t_{ef} := \frac{A_c}{u} = 0.556 \text{ m}$$

$$b_k := b - t_{ef} = 1.444 \text{ m}$$

$$h_k := h - t_{ef} = 1.944 \text{ m}$$

$$A_k := b_k \cdot h_k = 2.809 \text{ m}^2$$

$$u_k := 2 \cdot b_k + 2 \cdot h_k = 6.778 \text{ m}$$

$$d := h - 85 \text{ mm} - 16 \text{ mm} - \frac{25 \text{ mm}}{2} = 2.386 \text{ m}$$

$$z := 0.85 \cdot d = 2.029 \text{ m}$$

$$\Theta := 40 \text{ deg}$$

$$\cot(\Theta) = 1.192$$

C40/50, B500 B, krytie výstuže 50mm

$$f_{ck} := 40 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 3.5 \text{ MPa}$$

$$f_{yk} := 505 \text{ MPa} - 15 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} := 0.85 \frac{f_{ck}}{1.5} = 22.667 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 426.087 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ywd} := f_{yd}$$

$$\nu := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \text{ MPa}} \right) = 0.504$$

Zatazenie:

$$V_{Ek.G0} := 60 \text{ kN} \quad V_{Ek.LM1} := 295 \text{ kN} + 210 \text{ kN}$$

$$V_{Ek.G1} := 30 \text{ kN} \quad V_{Ek.p} := 620 \text{ kN}$$

$$V_{Ek.Chodci} := 65 \text{ kN} \quad V_{Ek.LM3} := 140 \text{ kN}$$

$$V_{Ed} := 1.35 \cdot (V_{Ek.G0} + V_{Ek.G1}) + 1.35 \cdot (V_{Ek.LM1} + V_{Ek.Chodci}) + 1.2 \cdot (V_{Ek.p}) = 1635 \text{ kN}$$

$$T_{Ek.G0} := 264 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad T_{Ek.LM1} := 1285 \text{ kN} \cdot \text{m} + 790 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{Ek.G1} := 20 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad T_{Ek.p} := 396 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{Ek.Chodci} := 195 \text{ kN} \cdot \text{m} \quad T_{Ek.LM3} := 805 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$T_{Ed} := 1.35 \cdot (T_{Ek.G0} + T_{Ek.G1}) + 1.35 \cdot (T_{Ek.LM1} + T_{Ek.Chodci}) + 1.2 \cdot (T_{Ek.p}) = 3923.1 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Maximalne odolnosti:

$$V_{Rdmax} := \frac{z \cdot b \cdot \nu \cdot f_{cd}}{\cot(\Theta) + \tan(\Theta)} = 22821.806 \text{ kN}$$

$$T_{Rdmax} := \frac{2 \cdot A_k \cdot t_{ef} \cdot \nu \cdot f_{cd}}{\cot(\Theta) + \tan(\Theta)} = 17554.705 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

Navrh smykovej vystuže:

$$s := 150 \text{ mm}$$

$$\phi_{st} := 16 \text{ mm} \quad A_{sw1} := \frac{\pi \cdot (\phi_{st})^2}{4} = 2.011 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{sw2} := \frac{\pi \cdot (\phi_{st})^2}{4} = 2.011 \cdot \text{cm}^2$$

$$A_{sw} := 4 \cdot A_{sw2} = 8.042 \cdot \text{cm}^2$$

$$\sigma_{swd} := \left(\frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k \cdot 4 A_{sw1}} + \frac{V_{Ed}}{A_{sw} \cdot z} \right) \cdot \frac{s}{\cot(\Theta)} = 235.439 \text{ MPa} < f_{ywd} = 426.087 \text{ MPa}$$

Vyhovuje

Navrh pozdĺznej vystuže:

$$F_{twd} := \left(\frac{T_{Ed}}{2 \cdot A_k} \cdot u_k \right) \cdot \cot(\Theta) = 5641.269 \text{ kN} \quad A_{s.rqd} := \frac{F_{twd}}{f_{ywd}} = 132.397 \cdot \text{cm}^2$$

$$\phi_{st} := 16 \text{ mm} \quad A_{swL} := \frac{\pi \cdot (\phi_{st})^2}{4} = 2.011 \cdot \text{cm}^2$$

$$n_s := \frac{A_{s.rqd}}{A_{swL}} = 65.849$$

$$\frac{u_k}{66} = 0.103 \text{ m}$$

5.4. Medzný stav únosnosti MSU – podkotevná výstuž

Výstuž nad ložiskom

MATERIALOVE VLATNOSTI : C40/50, B500 B

$$f_{ck} := 40 \text{ MPa} \quad f_{ctm} := 3.5 \text{ MPa} \quad f_{yk} := 505 \text{ MPa} - 15 \text{ MPa}$$

$$f_{cd} := 0.85 \frac{f_{ck}}{1.5} = 22.667 \cdot \text{MPa} \quad f_{yd} := \frac{f_{yk}}{1.15} = 426.087 \cdot \text{MPa}$$

$$\sigma_{s.lim} := 240 \text{ MPa} \quad d = 16 \text{ mm} \quad w_{lim} = 0.3 \text{ mm}$$

Zatazenie:

$$F_{Ed.sup} := 15.8 \text{ MN} \quad F_{Eqp} := 7.5 \text{ MN}$$

$$F_{Ek.sup} := 11.9 \text{ MN}$$

Rozmery

$$D_{loz} := 900 \text{ mm} \quad b_{nk} := 1.5 \text{ m} \quad d_{nk} := 1.2 \text{ m} \quad A_c := b_{nk} \cdot d_{nk} = 1.8 \cdot \text{m}^2$$

$$A_{c0} := \pi \cdot \frac{D_{loz}^2}{4} = 0.636 \text{ m}^2 \quad b_1 := \sqrt{A_{c0}} = 0.798 \text{ m} \quad d_1 := b_1 = 0.798 \text{ m}$$

Posudenie - beton

$$\sigma_{cd.max} := \frac{F_{Ed.sup}}{A_{c0}} = 24.836 \cdot \text{MPa} > f_{cd} = 22.667 \cdot \text{MPa}$$

Je potrebné posúdiť podložiskovú oblasť

$$b_2 := \min(3 \cdot b_1, b_{nk}) = 1.5 \text{ m} \quad d_2 := \min(3 \cdot d_1, d_{nk}) = 1.2 \text{ m}$$

$$A_{c1} := \min(b_2 \cdot d_2, A_c) = 1.8 \text{ m}^2$$

$$F_{Rdu} := \min\left(f_{cd} \cdot A_{c0} \cdot \sqrt{\frac{A_{c1}}{A_{c0}}}, 3 \cdot f_{cd} \cdot A_{c0}\right) = 24.256 \cdot \text{MN}$$

$$h := \max(d_2 - d_1, b_2 - b_1) = 0.702 \text{ m} \quad \text{výška v ktorej bude účinná výstuž}$$

$$T_{Ed} := F_{Ed.sup} \cdot 0.25 \cdot \max\left(\frac{d_2 - d_1}{d_2}, \frac{b_2 - b_1}{b_2}\right) = 1.85 \cdot \text{MN}$$

$$A_{s.rqd} := \frac{T_{Ed}}{f_{yd}} = 43.41 \cdot \text{cm}^2$$

$$T_{Eqp} := F_{Eqp} \cdot 0.25 \cdot \max\left(\frac{d_2 - d_1}{d_2}, \frac{b_2 - b_1}{b_2}\right) = 0.878 \cdot \text{MN}$$

$$A_{s.rqd.SLS} := \frac{T_{Eqp}}{\sigma_{s.lim}} = 36.583 \cdot \text{cm}^2$$

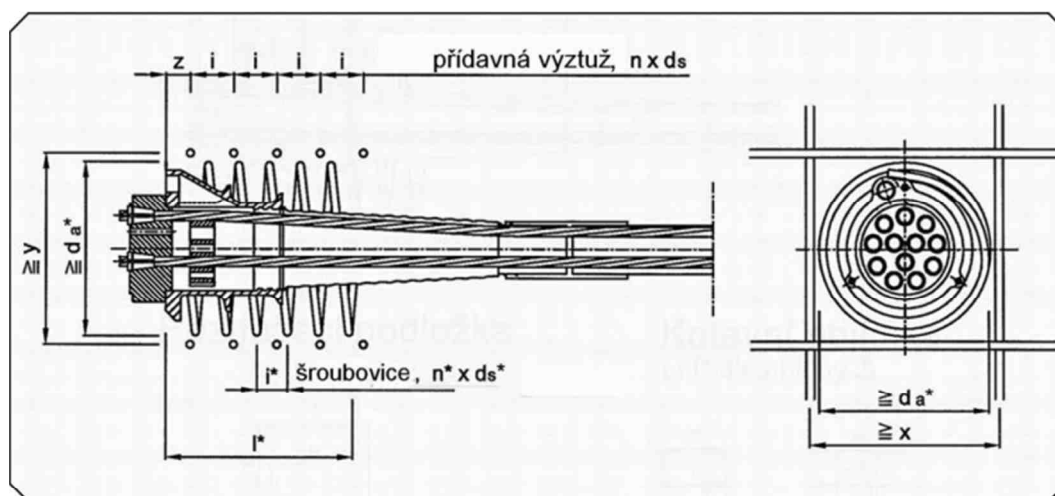
$$\phi_{s,prov} := 14\text{mm} \quad n_s := 36$$

$$A_{s,prov} := n_s \cdot \pi \cdot \frac{\phi_{s,prov}^2}{4} = 55.418 \cdot \text{cm}^2$$

$$h_{As,prov} := \frac{d_1}{4} + \frac{d_2}{2} = 0.799\text{m}$$

Výstuž pod kotvou (19LS15,7-1860)

Výstuž bola navrhnutá na základe katalógových podkladov pre dvojstupňový kotevný systém a danú triedu betónu.



Velikost předpínacího prvku		6819			6822			6827			6831			6837			
Lana		140mm²,fpk=1860N/mm²(Fpk=260,4kN) and 140mm²,fpk=1770N/mm²(Fpk=247,8kN)															
		150mm²,fpk=1860N/mm²(Fpk=279,0kN) and 150mm²,fpk=1770N/mm²(Fpk=265,5kN)															
Počet lan		19			22			27			31			37			
Minimální aktuální pevnost betonu při předpínání $f_{cm,0,cub}$ [N/mm²]		32	42	52	32	42	52	32	42	52	32	42	52	32	42	52	
Skupina tříd betonů		A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	A	B	C	
Osová vzdálenost	A	512	462	412	562	512	462	612	562	512	670	620	570	730	680	630	
Vzdálenost od okraje		R	0,5 x osová vzdálenost + krytí - 10 mm														
Přidavná výztuž (materiál viz příl.17)	Počet	n	8	7	6	8	8	7	9	8	7	9	8	8	10	9	8
	Ø	ds	16	16	16	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20
		z	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40	40
		i	60	65	70	60	65	65	60	65	70	75	80	80	75	75	85
		x/y	476	426	376	526	476	426	576	526	476	630	580	530	690	640	590
Podíl přidavné výztuže využitelný pro staticky nutné vyztužení		%	26	26	25	29	28	26	31	31	31	27	27	25	29	27	29
Šroubovice (materiál viz příl. 17)	Závity	n*	8	8	8	8	8	8	7	7	7	10	9	8	11	9	8
	Ø	ds*	16	16	16	16	16	16	20	20	20	20	20	20	20	20	20
	Ø	da	440	390	340	490	440	390	530	480	430	580	530	480	630	580	530
		i*	45	45	45	45	45	45	55	55	55	55	65	65	55	65	65
		min l*	430	430	430	430	430	430	455	455	455	620	655	590	675	655	590
rozměry v mm																	

rozměry v mm

6. Príslušenstvo

6.1. Návrh odvodnenia

Vstupne parametre

Navrhnutá sirka odvodnovaca	$a := 0.3\text{m}$
Vzdialenosť od obrubníka	$x_0 := 0.1\text{m}$
Sirka rozliatia	$B := 1\text{m}$
Priečny sklon	$q := 2.5\%$
Min. pozdĺžny sklon	$s_0 := 4.5\%$
Sučiniteľ drsnosti	$n := 0.017$

Výpočet hĺbkosti odvodnovaca

Výška vody pri obrubníku	$h := B \cdot q = 0.025\text{m}$
Plocha vody v rigole	$A := 0.5 \cdot B \cdot h = 0.013\text{m}^2$
Omocnený obvod	$O := B + h = 1.025\text{m}$
Hydraulický polomer	$R := A \cdot O^{-1} = 0.012\text{m}$
Rychlostný súčiniteľ	$C := \frac{R^{0.1666}}{n} \cdot \text{m}^{-0.1666} = 28.23$
Rychlosť vody na vtok	$v := C \cdot \sqrt{R \cdot s_0} \cdot \sqrt{\text{m} \cdot \text{s}^{-1}} = 0.661 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Množstvo vody pretekajúcej rigolom	$Q := A \cdot v = 8.266 \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1}$
Výška vody v osi odvodnovaca	$h_{1x} := (B - x_0 - a \cdot 0.5) \cdot q = 0.019\text{m}$
Rychlosť vody na povrchu	$v_x := v \cdot 1.15 = 0.761 \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Výška vody v osi odvodnovaca	$h_1 := h_{1x}$
Súčiniteľ bocného natoku	$k := \frac{5}{v} \cdot \text{m} \cdot \text{s}^{-1} = 7.561$
Spoluposobiaca sirka	$a_1 := k \cdot h_1 + a + x_0 = 0.542\text{m}$
Priemerná výška vody	$\phi h_1 := (B - 0.5 \cdot a_1) \cdot q = 0.018\text{m}$
Plocha vodnej vrstvy pretekajúca k odvodnovacu	$A_1 := a_1 \cdot \phi h_1 = 9.875 \times 10^{-3}\text{m}^2$
Hĺbkosť odvodnovaca	$H := A_1 \cdot v = 6.531 \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1}$
Množstvo vody otekajúcej odvodnovac	$Q_3 := Q - H = 1.736 \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1}$
Pomer hĺbkosť odvodnovaca	$\xi := \frac{H}{Q} = 79.002\%$

Rozmiestnenie odvodnovacov a návrh potrubia

Navrhova intenzita dažda	$q := 0.021 \cdot s^{-1} \cdot m^{-2}$
Orava - periodicita 0.5, trvanie zrazok 10min podľa tab. periodicit intenzit krátkodobých daždov (SHMU)	
Hltnosť odvodnovaca	$Q_0 := H = 6.531 \cdot l \cdot s^{-1}$
Suciniteľ odtoku	$\xi_1 := 0.9$
Koeficient bezpečnosti	$\xi_2 := 2$
Odvodnovacia sirka na moste	$B := 7.25m$
Stupeň drsnosti materialu zberneho potrubia	$n := 0.012$
Maximalna vzdialenosť odvodnovacov	$L_{\max} := \frac{Q_0}{\xi_1 \cdot \xi_2 \cdot q \cdot B} = 25.022 m$
Navrhnutá vzdialenosť odvodnovacov	$L_0 := 20m$

Vzhľadom na sklonové pomery mosta v jeho zakrivenej časti sú v týchto miestach zhustené odvodňovače na polovičné vzdialenosti – ca. 9.8m.

6.2. Návrh ložísk

6.2.1. Návrh ložísk – únosnosť (prevádzkové zaťaženia)

Prehľad maximálnych reakcií:

R_{\max}	OPORA 1							
<u>Zaťaženie</u>	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	2667	2667	3600	2667	2667	3600
P_k	1	1.00	923	923	923	926	926	926
G_{1k}	1	1.35	397	397	536	397	397	536
G_{sett}	1	1.20	105	105	126	105	105	126
R_{temp}	0.6	1.50	160	96	144	160	96	144
R_{UDL}	1	1.35	579	579	782	579	579	782
R_{TS}	1	1.35	1024	1024	1382	1026	1026	1385
R_{LM3}	1	1.35	1165	1165	1573	1165	1165	1573
R_{chodci}	1	1.35	62	62	84	62	62	84
SPOLU [kN]				5853	7577		5858	7582

R_{\max}	PODPERA 2							
<u>Zaťaženie</u>	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5562	5562	7508	5562	5562	7508
P_k	1	1.00	0	0	0	0	0	0
G_{1k}	1	1.35	1250	1250	1688	1250	1250	1688
G_{sett}	1	1.20	282	282	338	282	282	338
R_{temp}	0.6	1.50	147	88	132	147	88	132
R_{UDL}	1	1.35	1548	1548	2090	1549	1549	2091
R_{TS}	1	1.35	1054	1054	1423	1056	1056	1426
R_{LM3}	1	1.35	1669	1669	2254	1669	1669	2254
R_{chodci}	1	1.35	158	158	214	158	158	214
SPOLU [kN]				9942	13393		9944	13396

R_{\max}	PODPERA 3							
<u>Zaťaženie</u>	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5636	5636	7608	5636	5636	7608
P_k	1	1.00	16	16	16	9	9	9
G_{1k}	1	1.35	1246	1246	1682	1246	1246	1682
G_{sett}	1	1.20	363	363	435	363	363	435
R_{temp}	0.6	1.50	43	26	39	43	26	39
R_{UDL}	1	1.35	1651	1651	2229	1652	1652	2230
R_{TS}	1	1.35	1055	1055	1424	1056	1056	1426
R_{LM3}	1	1.35	1671	1671	2256	1671	1671	2256
R_{chodci}	1	1.35	171	171	231	171	171	231
SPOLU [kN]				10163	13664		10158	13660

R_{max}	PODPERA 4							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5619	5619	7586	5661	5661	7642
P_k	1	1.00	0	0	0	24	24	24
G_{1k}	1	1.35	1242	1242	1676	1245	1245	1681
G_{sett}	1	1.20	376	376	451	375	375	450
R_{temp}	0.6	1.50	12	7	11	8	5	7
R_{UDL}	1	1.35	1667	1667	2251	1678	1678	2265
R_{TS}	1	1.35	1055	1055	1424	1056	1056	1426
R_{LM3}	1	1.35	1670	1670	2255	1671	1671	2256
R_{chodci}	1	1.35	172	172	232	173	173	233
SPOLU [kN]				10138	13631		10216	13727

R_{max}	PODPERA 5							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5567	5567	7516	5716	5716	7716
P_k	1	1.00	-3	-3	-3	293	293	293
G_{1k}	1	1.35	1238	1238	1671	1251	1251	1688
G_{sett}	1	1.20	399	399	479	356	356	428
R_{temp}	0.6	1.50	29	18	26	51	31	46
R_{UDL}	1	1.35	1671	1671	2256	1680	1680	2269
R_{TS}	1	1.35	1056	1056	1426	1056	1056	1426
R_{LM3}	1	1.35	1619	1619	2185	1744	1744	2354
R_{chodci}	1	1.35	171	171	231	174	174	235
SPOLU [kN]				10120	13605		10557	14101

R_{max}	PODPERA 6							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5488	5488	7409	5798	5798	7827
P_k	1	1.00	0	0	0	829	829	829
G_{1k}	1	1.35	1226	1226	1655	1261	1261	1702
G_{sett}	1	1.20	428	428	513	322	322	387
R_{temp}	0.6	1.50	95	57	86	99	59	89
R_{UDL}	1	1.35	1663	1663	2245	1679	1679	2267
R_{TS}	1	1.35	1056	1056	1426	1178	1178	1590
R_{LM3}	1	1.35	1596	1596	2155	1759	1759	2375
R_{chodci}	1	1.35	169	169	229	175	175	236
SPOLU [kN]				10087	13562		11301	14927

R_{max}	PODPERA 7							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5452	5452	7360	5836	5836	7878
P_k	1	1.00	61	61	61	1186	1186	1186
G_{1k}	1	1.35	1223	1223	1651	1270	1270	1714
G_{sett}	1	1.20	433	433	520	291	291	350
R_{temp}	0.6	1.50	81	49	73	193	116	174
R_{UDL}	1	1.35	1641	1641	2215	1659	1659	2239
R_{TS}	1	1.35	1046	1046	1412	1210	1210	1633
R_{LM3}	1	1.35	1580	1580	2133	1770	1770	2390
R_{chodci}	1	1.35	167	167	226	174	174	235
SPOLU [kN]				10072	13518		11742	15410

R_{max}	PODPERA 8							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	4860	4860	6560	5260	5260	7101
P_k	1	1.00	65	65	65	0	0	0
G_{1k}	1	1.35	1229	1229	1659	1272	1272	1717
G_{sett}	1	1.20	357	357	428	206	206	247
R_{temp}	0.6	1.50	256	154	230	37	22	34
R_{UDL}	1	1.35	1537	1537	2075	1561	1561	2107
R_{TS}	1	1.35	1060	1060	1431	1220	1220	1647
R_{LM3}	1	1.35	1578	1578	2131	1761	1761	2377
R_{chodci}	1	1.35	154	154	208	162	162	218
SPOLU [kN]				9415	12657		9703	13072

R_{max}	OPORA 9							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	2337	2337	3155	2589	2589	3495
P_k	1	1.00	890	890	890	1129	1129	1129
G_{1k}	1	1.35	370	370	499	423	423	571
G_{sett}	1	1.20	100	100	120	111	111	133
R_{temp}	0.6	1.50	141	85	127	177	106	159
R_{UDL}	1	1.35	548	548	740	611	611	825
R_{TS}	1	1.35	1030	1030	1391	1024	1024	1383
R_{LM3}	1	1.35	1101	1101	1486	1285	1285	1735
R_{chodci}	1	1.35	60	60	81	65	65	88
SPOLU [kN]				5419	7002		6059	7784

Prehľad minimálnych reakcií:

R _{min}	OPORA 1							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	2667	2667	3600	2667	2667	3600
P_k	1	1.00	0	0	0	0	0	0
G_{1k}	1	1.35	302	302	407	302	302	407
G_{sett}	1	1.20	-105	-105	-126	-105	-105	-126
R_{temp}	0.6	1.50	-122	-73	-109	-122	-73	-109
R_{UDL}	1	1.35	-91	-91	-122	-91	-91	-122
R_{TS}	1	1.35	-94	-94	-126	-94	-94	-127
R_{LM3}	1	1.35	-171	-171	-231	-171	-171	-231
R_{chodci}	1	1.35	-27	-27	-37	-27	-27	-37
SPOLU [kN]				2578	3486		2578	3486

R _{min}	PODPERA 2							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5562	5562	7508	5562	5562	7508
P_k	1	1.00	-928	-928	-928	-931	-931	-931
G_{1k}	1	1.35	950	950	1283	950	950	1283
G_{sett}	1	1.20	-282	-282	-338	-282	-282	-338
R_{temp}	0.6	1.50	-193	-116	-174	-193	-116	-174
R_{UDL}	1	1.35	-109	-109	-148	-110	-110	-148
R_{TS}	1	1.35	-110	-110	-148	-110	-110	-148
R_{LM3}	1	1.35	-213	-213	-287	-213	-213	-287
R_{chodci}	1	1.35	-45	-45	-60	-45	-45	-60
SPOLU [kN]				5851	7923		5851	7923

R _{min}	PODPERA 3							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5636	5636	7608	5636	5636	7608
P_k	1	1.00	-40	-40	-40	-35	-35	-35
G_{1k}	1	1.35	948	948	1279	947	947	1279
G_{sett}	1	1.20	-363	-363	-435	-363	-363	-435
R_{temp}	0.6	1.50	-33	-20	-29	-33	-20	-29
R_{UDL}	1	1.35	-181	-181	-245	-183	-183	-247
R_{TS}	1	1.35	-108	-108	-146	-109	-109	-147
R_{LM3}	1	1.35	-210	-210	-283	-211	-211	-285
R_{chodci}	1	1.35	-53	-53	-71	-53	-53	-71
SPOLU [kN]				5859	7961		5857	7958

R _{min}	PODPERA 4							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5619	5619	7586	5661	5661	7642
P_k	1	1.00	-39	-39	-39	0	0	0
G_{1k}	1	1.35	944	944	1275	947	947	1278
G_{sett}	1	1.20	-376	-376	-451	-375	-375	-450
R_{temp}	0.6	1.50	-15	-9	-14	-10	-6	-9
R_{UDL}	1	1.35	-204	-204	-275	-210	-210	-283
R_{TS}	1	1.35	-108	-108	-146	-113	-113	-153
R_{LM3}	1	1.35	-208	-208	-281	-218	-218	-294
R_{chodci}	1	1.35	-52	-52	-70	-52	-52	-70
SPOLU [kN]				5814	7904		5851	7954

R _{min}	PODPERA 5							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5567	5567	7516	5716	5716	7716
P_k	1	1.00	-286	-286	-286	0	0	0
G_{1k}	1	1.35	940	940	1269	952	952	1285
G_{sett}	1	1.20	-399	-399	-479	-356	-356	-428
R_{temp}	0.6	1.50	-39	-23	-35	-39	-24	-35
R_{UDL}	1	1.35	-209	-209	-283	-214	-214	-288
R_{TS}	1	1.35	-112	-112	-151	-119	-119	-160
R_{LM3}	1	1.35	-217	-217	-294	-225	-225	-304
R_{chodci}	1	1.35	-52	-52	-71	-52	-52	-70
SPOLU [kN]				5711	7766		5904	8020

R _{min}	PODPERA 6							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5488	5488	7409	5798	5798	7827
P_k	1	1.00	-830	-830	-830	0	0	0
G_{1k}	1	1.35	929	929	1255	962	962	1298
G_{sett}	1	1.20	-428	-428	-513	-322	-322	-387
R_{temp}	0.6	1.50	-125	-75	-112	-75	-45	-68
R_{UDL}	1	1.35	-208	-208	-281	-206	-206	-279
R_{TS}	1	1.35	-113	-113	-152	-116	-116	-157
R_{LM3}	1	1.35	-220	-220	-297	-216	-216	-292
R_{chodci}	1	1.35	-53	-53	-71	-51	-51	-69
SPOLU [kN]				5541	7534		6018	8166

R _{min}	PODPERA 7							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	5452	5452	7360	5836	5836	7878
P_k	1	1.00	-1022	-1022	-1022	0	0	0
G_{1k}	1	1.35	926	926	1250	970	970	1309
G_{sett}	1	1.20	-433	-433	-520	-291	-291	-350
R_{temp}	0.6	1.50	-106	-64	-96	-147	-88	-132
R_{UDL}	1	1.35	-183	-183	-248	-180	-180	-244
R_{TS}	1	1.35	-105	-105	-142	-114	-114	-153
R_{LM3}	1	1.35	-215	-215	-290	-207	-207	-280
R_{chodci}	1	1.35	-53	-53	-72	-52	-52	-70
SPOLU [kN]				5539	7533		6080	8239

R _{min}	PODPERA 8							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	4860	4860	6560	5260	5260	7101
P_k	1	1.00	-2020	-2020	-2020	-159	-159	-159
G_{1k}	1	1.35	930	930	1256	971	971	1311
G_{sett}	1	1.20	-357	-357	-428	-206	-206	-247
R_{temp}	0.6	1.50	-336	-202	-302	-49	-29	-44
R_{UDL}	1	1.35	-109	-109	-147	-110	-110	-149
R_{TS}	1	1.35	-108	-108	-146	-119	-119	-160
R_{LM3}	1	1.35	-213	-213	-287	-214	-214	-289
R_{chodci}	1	1.35	-45	-45	-60	-44	-44	-59
SPOLU [kN]				4969	6732		5723	7752

R _{min}	OPORA 9							
Zaťaženie	ψ	γ	pravé ložisko			ľavé ložisko		
			R_k	R_{Ek}	R_{Ed}	R_k	R_{Ek}	R_{Ed}
G_{0k}	1	1.35	2337	2337	3155	2589	2589	3495
P_k	1	1.00	-77	-77	-77	0	0	0
G_{1k}	1	1.35	280	280	378	323	323	436
G_{sett}	1	1.20	-100	-100	-120	-111	-111	-133
R_{temp}	0.6	1.50	-108	-65	-97	-135	-81	-121
R_{UDL}	1	1.35	-78	-78	-105	-104	-104	-140
R_{TS}	1	1.35	-83	-83	-112	-111	-111	-150
R_{LM3}	1	1.35	-145	-145	-196	-198	-198	-268
R_{chodci}	1	1.35	-28	-28	-38	-27	-27	-36
SPOLU [kN]				2263	3061		2479	3351

6.2.2. Návrh ložísk – dilatčné pohyby

Pohyb ložísk na opore 1 a opore 9 – $L_{\text{pev}}=152\text{m}$

Vzdialenosť od pevného ložiska

$$L_{\text{pev}} := 152\text{m}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - dotvarovanie

$$\Delta\varepsilon_{\text{cr.LOZ}} := -\varepsilon_{\text{celk28}} \cdot \Delta\phi_{\text{nLOZ}} \cdot 1.35 = -5.602 \times 10^{-4}$$

$$u_{\text{cr.LoZ}} := L_{\text{pev}} \cdot \Delta\varepsilon_{\text{cr.LOZ}} = -85.154 \cdot \text{mm}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - zmrastovanie

$$\Delta\varepsilon_{\text{csLOZ}} = -3.547 \times 10^{-4}$$

$$u_{\text{cs.LoZ}} := L_{\text{pev}} \cdot 1.6 \cdot \Delta\varepsilon_{\text{csLOZ}} = -86.254 \cdot \text{mm}$$

Skratenie - teplota

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

$$u_{\text{Tcon.LoZ}} := -1 \cdot (\Delta T_{\text{Ncon}} + T_{\text{rezerva}}) \cdot \alpha \cdot L_{\text{pev}} \quad u_{\text{Tcon.LoZ}} = -71.44 \cdot \text{mm}$$

Predĺženie - teplota

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

$$u_{\text{Texp.LoZ}} := (\Delta T_{\text{Nexp}} + T_{\text{rezerva}}) \cdot \alpha \cdot L_{\text{pev}} \quad u_{\text{Texp.LoZ}} = 79.04 \cdot \text{mm}$$

Rezerva - brzdné sily

$$u_{\text{BR}} := 20\text{mm}$$

Celkový pohyb

$$u_{\text{con.LoZ}} := u_{\text{cr.LoZ}} + u_{\text{cs.LoZ}} + u_{\text{Tcon.LoZ}} + u_{\text{BR}} \cdot (-1.35) = -269.848 \cdot \text{mm}$$

$$u_{\text{exp.LoZ}} := u_{\text{Texp.LoZ}} + u_{\text{BR}} \cdot (1.35) = 106.04 \cdot \text{mm}$$

Pohyb ložísk na podpere 2 a podpere 8 – $L_{\text{pev}}=120\text{m}$

Vzdialenosť od pevného ložiska

$$L_{\text{pev}} := 120\text{m}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - dotvarovanie

$$\Delta\varepsilon_{\text{cr.LOZ}} := -\varepsilon_{\text{celk28}} \cdot \Delta\phi_{\text{nLOZ}} \cdot 1.35 = -5.602 \times 10^{-4}$$

$$u_{\text{cr.LoZ}} := L_{\text{pev}} \cdot \Delta\varepsilon_{\text{cr.LOZ}} = -67.227 \cdot \text{mm}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - zmrastovanie

$$\Delta\varepsilon_{\text{csLOZ}} = -3.547 \times 10^{-4}$$

$$u_{\text{cs.LoZ}} := L_{\text{pev}} \cdot 1.6 \cdot \Delta\varepsilon_{\text{csLOZ}} = -68.096 \cdot \text{mm}$$

Skratenie - teplota

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

$$u_{\text{Tcon.LoZ}} := -1 \cdot (\Delta T_{\text{Ncon}} + T_{\text{rezerva}}) \cdot \alpha \cdot L_{\text{pev}} \quad u_{\text{Tcon.LoZ}} = -56.4 \cdot \text{mm}$$

Predĺženie - teplota

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

$$u_{\text{Texp.LoZ}} := (\Delta T_{\text{Nexp}} + T_{\text{rezerva}}) \cdot \alpha \cdot L_{\text{pev}} \quad u_{\text{Texp.LoZ}} = 62.4 \cdot \text{mm}$$

Rezerva - brzdné sily

$$u_{BR} := 20\text{mm}$$

Celkový pohyb

$$u_{con.LoZ} := u_{cr.LoZ} + u_{cs.LoZ} + u_{Tcon.LoZ} + u_{BR} \cdot (-1.35) = -218.722 \cdot \text{mm}$$

$$u_{exp.LoZ} := u_{Texp.LoZ} + u_{BR} \cdot (1.35) = 89.4 \cdot \text{mm}$$

Pohyb ložísk na podpere 3 a podpere 7 – $L_{pev}=80\text{m}$

Vzdialenosť od pevného ložiska

$$L_{pev} := 80\text{m}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - dotvarovanie

$$\Delta \epsilon_{cr.LoZ} := -\epsilon_{celk28} \cdot \Delta \phi_{nLoZ} \cdot 1.35 = -5.602 \times 10^{-4}$$

$$u_{cr.LoZ} := L_{pev} \cdot \Delta \epsilon_{cr.LoZ} = -44.818 \cdot \text{mm}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - zmrastovanie

$$\Delta \epsilon_{csLoZ} = -3.547 \times 10^{-4}$$

$$u_{cs.LoZ} := L_{pev} \cdot 1.6 \cdot \Delta \epsilon_{csLoZ} = -45.397 \cdot \text{mm}$$

Skratenie - teplota

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

$$u_{Tcon.LoZ} := -1 \cdot (\Delta T_{Ncon} + T_{rezerva}) \cdot \alpha \cdot L_{pev} \quad u_{Tcon.LoZ} = -37.6 \cdot \text{mm}$$

Predĺženie - teplota

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

$$u_{Texp.LoZ} := (\Delta T_{Nexp} + T_{rezerva}) \cdot \alpha \cdot L_{pev} \quad u_{Texp.LoZ} = 41.6 \cdot \text{mm}$$

Rezerva - brzdné sily

$$u_{BR} := 20\text{mm}$$

Celkový pohyb

$$u_{con.LoZ} := u_{cr.LoZ} + u_{cs.LoZ} + u_{Tcon.LoZ} + u_{BR} \cdot (-1.35) = -154.815 \cdot \text{mm}$$

$$u_{exp.LoZ} := u_{Texp.LoZ} + u_{BR} \cdot (1.35) = 68.6 \cdot \text{mm}$$

Pohyb ložísk na podpere 4 a podpere 6 – $L_{pev}=40\text{m}$

Vzdialenosť od pevného ložiska

$$L_{pev} := 40\text{m}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - dotvarovanie

$$\Delta \epsilon_{cr.LoZ} := -\epsilon_{celk28} \cdot \Delta \phi_{nLoZ} \cdot 1.35 = -5.602 \times 10^{-4}$$

$$u_{cr.LoZ} := L_{pev} \cdot \Delta \epsilon_{cr.LoZ} = -22.409 \cdot \text{mm}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - zmrastovanie

$$\Delta \varepsilon_{csLOZ} = -3.547 \times 10^{-4}$$

$$u_{cs.LoZ} := L_{pev} \cdot 1.6 \cdot \Delta \varepsilon_{csLOZ} = -22.699 \cdot \text{mm}$$

Skratenie - teplota

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

$$u_{Tcon.LoZ} := -1 \cdot (\Delta T_{Ncon} + T_{rezerva}) \cdot \alpha \cdot L_{pev} \quad u_{Tcon.LoZ} = -18.8 \cdot \text{mm}$$

Predĺzenie - teplota

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

$$u_{Texp.LoZ} := (\Delta T_{Nexp} + T_{rezerva}) \cdot \alpha \cdot L_{pev} \quad u_{Texp.LoZ} = 20.8 \cdot \text{mm}$$

Rezerva - brzdné sily

$$u_{BR} := 20 \text{mm}$$

Celkový pohyb

$$u_{con.LoZ} := u_{cr.LoZ} + u_{cs.LoZ} + u_{Tcon.LoZ} + u_{BR} \cdot (-1.35) = -90.907 \cdot \text{mm}$$

$$u_{exp.LoZ} := u_{Texp.LoZ} + u_{BR} \cdot (1.35) = 47.8 \cdot \text{mm}$$

6.3. Návrh mostných záverov

Pohyb MZ na opore 1 a opore 9 – $L_{\text{pev}}=153\text{m}$

Vzdialenosť od pevného ložiska

$$L_{\text{pev}} := 153\text{m}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - dotvarovanie

$$\Delta\varepsilon_{\text{cr}} := -\varepsilon_{\text{celk}28} \cdot \Delta\phi_{\text{nMZ}} \cdot 1.35 = -2.511 \times 10^{-4}$$

$$u_{\text{cr.MZ}} := L_{\text{pev}} \cdot \Delta\varepsilon_{\text{cr}} = -38.417 \cdot \text{mm}$$

Pomerne pretvorenie a skratenie - zmrastovanie

$$\Delta\varepsilon_{\text{csMZ}} = -2.54 \times 10^{-4}$$

$$u_{\text{cs.MZ}} := L_{\text{pev}} \cdot 1.6 \cdot \Delta\varepsilon_{\text{csMZ}} = -62.17 \cdot \text{mm}$$

Skratenie - teplota

$$T_{\text{max}} := 40\text{deg} \quad T_{\text{min}} := -25\text{deg} \quad T_0 := 10\text{deg} \quad T_{\text{rezerva}} := 20\text{deg}$$

$$T_{\text{e.max}} := T_{\text{max}} + 2\text{deg} \quad T_{\text{e.min}} := (T_{\text{min}} + 8\text{deg}) \quad \alpha := 0.00001\text{deg}^{-1}$$

$$T_{\text{e.max}} = 42 \cdot \text{deg} \quad T_{\text{e.min}} = -17 \cdot \text{deg}$$

$$\Delta T_{\text{Ncon}} := T_0 - T_{\text{e.min}} = 27 \cdot \text{deg}$$

$$u_{\text{Tcon.MZ}} := -1 \cdot (\Delta T_{\text{Ncon}} + T_{\text{rezerva}}) \cdot \alpha \cdot L_{\text{pev}} \quad u_{\text{Tcon.MZ}} = -71.91 \cdot \text{mm}$$

Predĺženie - teplota

$$\Delta T_{\text{Nexp}} := T_{\text{e.max}} - T_0 = 32 \cdot \text{deg}$$

$$u_{\text{Texp.MZ}} := (\Delta T_{\text{Nexp}} + T_{\text{rezerva}}) \cdot \alpha \cdot L_{\text{pev}} \quad u_{\text{Texp.MZ}} = 79.56 \cdot \text{mm}$$

Rezerva - brzdné sily

$$u_{\text{BR}} := 20\text{mm}$$

Celkový pohyb

$$u_{\text{con.MZ}} := u_{\text{cr.MZ}} + u_{\text{cs.MZ}} + u_{\text{Tcon.MZ}} + u_{\text{BR}} \cdot (-1.35) = -199.497 \cdot \text{mm}$$

$$u_{\text{exp.MZ}} := u_{\text{Texp.MZ}} + u_{\text{BR}} \cdot (1.35) = 106.56 \cdot \text{mm}$$

7. Záver

Nosná konštrukcia bola navrhnutá v zmysle spoločných noriem pre navrhovanie STN EN, jednotlivé posudky vyhoveli na medzný stav únosnosti ako aj medzný stav použiteľnosti.

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 10.4.2015

Ing. Andrej Prítula, PhD.,
prof. Ing. Jaroslav Halvonik, PhD.

Statický výpočet nosnej konštrukcie mosta
Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina
202-00 Most nad údolím v km 3,100
Spodná stavba

Vypracoval:

Ing. Peter Paulík, PhD.

Ing. Andrej Prítula, PhD.

Bratislava 05/2015

Obsah

1. Spodná stavba	2
2. Prehľad reakcií z hornej stavby	2
3. Opora	4
3.1. Geometria, výpočtový model.....	4
3.2. Prehľad zaťažení	5
3.3. Prehľad reakcií v mikropilótachh	6
3.4. Návrh výstuže	7
3.4.1. Úložný prah – výstuž v smere X1	7
3.4.2. Úložný prah – výstuž v smere X2	8
3.4.3. Záverný múrik – výstuž v smere X2.....	9
3.4.4. Záverný múrik – výstuž v smere X3.....	10
3.4.5. Krídlo – výstuž v smere X1	11
3.4.6. Krídlo – výstuž v smere X3.....	11
4. Podpery.....	12
4.1. Geometria, výpočtový model.....	12
4.2. Návrh výstuže v hlaviciach podpier	14
4.2.1. Hlavica – výstuž v smere X1	14
4.2.2. Hlavica – výstuž v smere X3	15
4.3. Návrh výstuže v driekoch podpier	15
4.4. Návrh výstuže v základoch podpier.....	30
4.4.1. Základ – výstuž v smere X1	31
4.4.2. Základ – výstuž v smere X2	32
4.4.3. Základ – šmykové sily	33
5. Záver.....	40

1. Spodná stavba

Spodná stavba je tvorená oporami a medziľahlými podperami.

Opory sú tvorené úložným prahom, ktorý je uložený na veľkopriemerových pilótach (opora 1) a na mikropilótach (opora 9). Do úložného prahu je votknutý záverný múrik, pravé krídlo opory č.9 je čiastočne zavesené, ľavé krídlo opory č.9 je založené po celej svojej dĺžke a plynule prechádza do oporného múru, ktorý je súčasťou tohto objektu. Krídla opory č.1 sú založené po celej svojej dĺžke.

Podpery tvorí stenový pilier, ukončený základovou doskou. Zakladanie je hlbinné na veľkopriemerových pilótach (podpera 2 až 6) a na mikropilótach (podpera 7 a 8). Pevným bodom je podpera č.5 s pevným hrncovým ložiskom. Tento pilier prenáša seizmické zaťaženie v smere osi mosta. Má oproti ostatným základom pôdorysne väčšiu základovú pätku (9,0x9,0m), vystuženie drieku tohto piliera je prispôbené duktilnému správaniu počas seizmickej udalosti, s ktorým bolo uvažované pri seizmickom výpočte.

2. Prehľad reakcií z hornej stavby

Zaťažovací stav	Smer	Reakcie v ložiskách [kN] MAX																	
		1 OPORA		2 PODPERA		3 PODPERA		4 PODPERA		5 PODPERA		6 PODPERA		7 PODPERA		8 PODPERA		9 OPORA	
		P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L
G0k - nefázovaná sústava	X3	2267	2267	5319	5320	5299	5298	5296	5281	5302	5263	5316	5263	5336	5291	5352	2170	2358	
G0k - fázovaná sústava	X3	2667	2667	5562	5562	5636	5636	5619	5661	5567	5716	5488	5798	5452	5836	4860	5260	2337	2589
Predpätie t=250d - nefáz.	X3	923	926	-928	-931	6	9	-39	24	-286	293	-830	829	-1022	1186	-2020	-159	890	1129
	X2	2	0	-11	0	16	0	-21	0	-3	0	-31	0	61	0	65	0	-77	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	-36	21	0	0	0	0	0	0	0	0
Predpätie t=250d - fáz.	X3	697	700	-658	-661	-40	-35	-29	19	-247	243	-651	698	-914	893	-1492	-59	673	862
	X2	-10	0	4	0	14	0	20	0	-41	0	-16	0	24	0	29	0	-21	0
	X1	-43	41	0	0	0	0	0	0	-43	28	0	0	0	0	0	0	0	0
G1k SUP	X3	397	397	1250	1250	1246	1246	1242	1245	1238	1251	1226	1261	1223	1270	1229	1272	370	423
G1k INF	X3	302	302	950	950	948	947	944	947	940	952	929	962	926	970	930	971	280	323
G sett +/-	X3	105	105	282	282	363	363	376	375	399	356	428	322	433	291	357	206	100	111
TM HEAT 10.5deg	X3	160	160	-193	-193	43	43	-15	-10	-39	51	-125	99	-106	193	-336	-49	141	177
TM COOL 8deg	X3	-122	-122	147	147	-33	-33	12	8	29	-39	95	-75	81	-147	256	37	-108	-135
Taxial 10deg	X3	0	0	0	0	0	0	3	-3	0	0	3	-3	0	0	0	0	0	0
	X2	0	0	-1	0	-7	0	-8	0	51	0	-18	0	-21	0	-26	0	29	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
Q UDL - vpravo (celá šírka)	X3	579	186	1548	582	1651	598	1667	619	1671	621	1663	614	1641	594	1537	579	548	213
Q UDL - vľavo (celá šírka)	X3	186	579	582	1549	598	1652	614	1678	621	1680	621	1679	605	1659	587	1561	158	611
Q UDL - stred (celá šírka)	X3	383	383	1065	1065	1125	1125	1141	1147	1149	1149	1141	1131	1119	1071	1062	356	410	
Q UDL - vpravo (polovičná šírka)	X3	564	-26	1454	4	1560	-18	1560	-16	1556	-18	1550	-21	1546	-25	1439	-2	540	-9
Q UDL - vľavo (polovičná šírka)	X3	-26	564	4	1454	-18	1561	-18	1567	-16	1566	-11	1572	-8	1571	13	1469	-45	588
Q TS - vpravo (3 vozidlá)	X3	1024	173	1054	145	1055	145	1055	145	1056	143	1056	143	1046	153	1060	122	1030	101
Q TS - vľavo (3 vozidlá)	X3	171	1026	143	1056	143	1056	143	1056	139	1056	22	1178	-22	1210	-27	1220	96	1024
Q TS - vpravo (2 vozidlá)	X3	968	30	1002	-2	1002	-3	1002	-3	1002	-3	1002	-3	998	0	1010	-11	929	-5
Q TS - vľavo (2 vozidlá)	X3	30	968	-2	1002	-3	1002	-3	1002	-3	1002	-3	1002	-1	1000	-8	1006	-25	924
Q CHODCI - vpravo	X3	62	-20	158	-42	171	-48	172	-47	171	-47	169	-47	167	-47	154	-41	60	-19
Q CHODCI - vľavo	X3	-20	62	-42	158	-48	171	-47	173	-47	174	-47	175	-48	174	-42	162	-22	65
Q CHODCI - oba chodníky	X3	34	34	106	106	106	106	105	106	105	107	103	108	102	110	102	110	31	36
Q LM3- vpravo	X3	1165	854	1669	1236	1671	1236	1670	1236	1619	1247	1596	1293	1580	1324	1578	1314	1101	921
Q LM3- vľavo	X3	854	1165	1236	1669	1236	1671	1236	1671	1134	1744	1133	1759	1134	1770	1138	1761	743	1285
Vietor pozdĺžny	X2	0	0	0	0	0	0	-1	0	12	0	13	0	2	0	-17	0	-10	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	-296	-310	0	0	0	0	0	0	0	0
Vietor priečny	X2	-110	0	-309	0	-325	0	-319	0	-337	0	-355	0	-346	0	-306	0	-100	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	177	173	0	0	0	0	0	0	0	0
Brzdne sily	X2	0	0	0	0	0	0	-2	0	19	0	31	0	27	0	12	0	1	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	-443	-466	0	0	0	0	0	0	0	0
Odstredivé sily	X2	0	0	0	0	0	0	1	0	-23	0	-41	0	-39	0	-37	0	-13	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	15	0	0	0	0	0	0	0	0

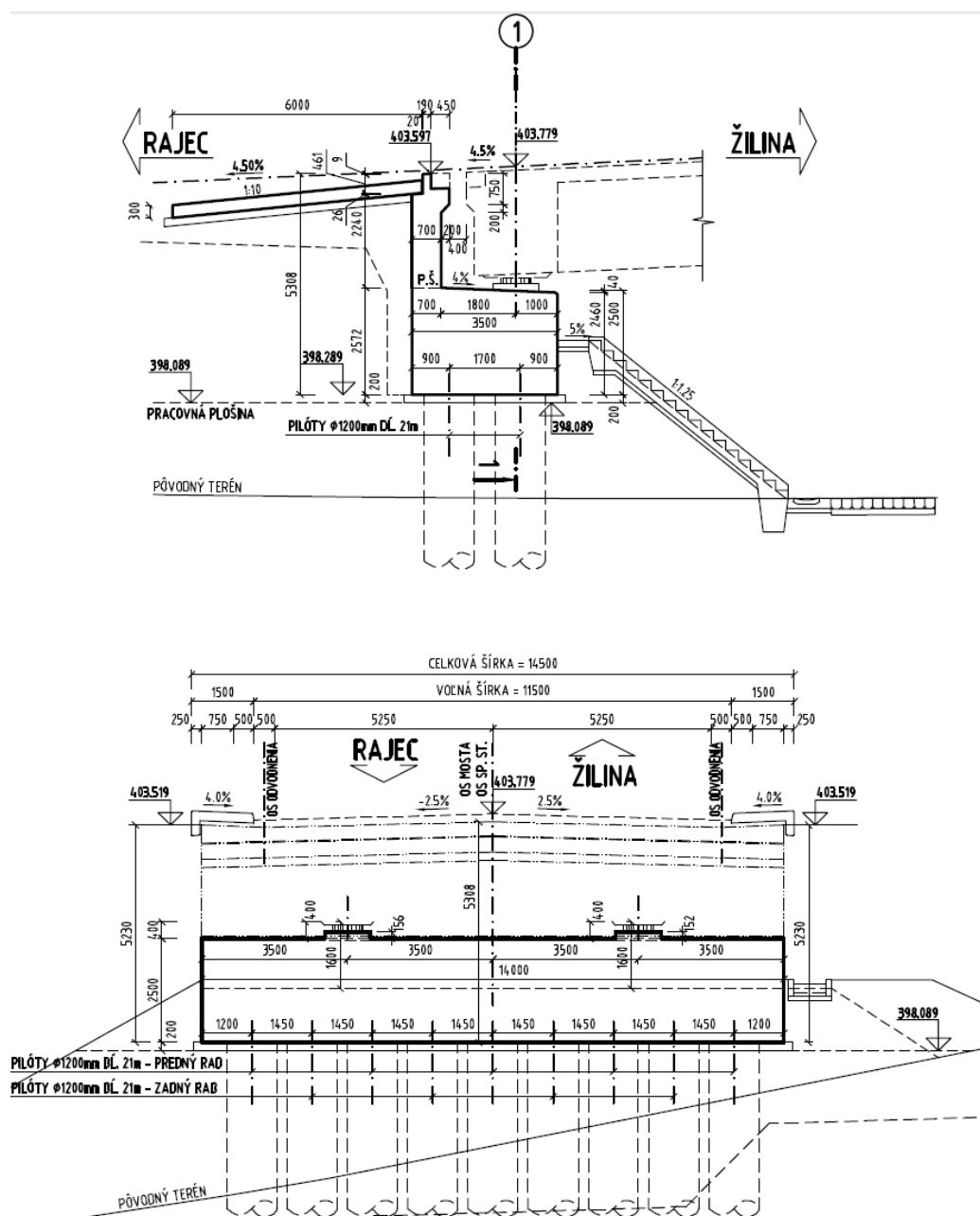
Zaťažovací stav	SMER	Reakcie v ložiskách [kN] MIN																	
		1 OPORA		2 PODPERA		3 PODPERA		4 PODPERA		5 PODPERA		6 PODPERA		7 PODPERA		8 PODPERA		9 OPORA	
		P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L	P	L
G0k - nefázovaná sústava	X3	2267	2267	5319	5320	5299	5298	5283	5296	5281	5302	5263	5316	5263	5336	5291	5352	2170	2358
G0k - fázovaná sústava	X3	2667	2667	5562	5562	5636	5636	5619	5661	5567	5716	5488	5798	5452	5836	4860	5260	2337	2589
Predpätie t=250d - nefáz.	X3	923	926	-928	-931	6	9	-39	24	-286	293	-830	829	-1022	1186	-2020	-159	890	1129
	X2	2	0	-11	0	16	0	-21	0	-3	0	-31	0	61	0	65	0	-77	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	-36	21	0	0	0	0	0	0	0	0
Predpätie t=250d - fáz.	X3	697	700	-658	-661	-40	-35	-29	19	-247	243	-651	698	-914	893	-1492	-59	673	862
	X2	-10	0	4	0	14	0	20	0	-41	0	-16	0	24	0	29	0	-21	0
	X1	-43	41	0	0	0	0	0	0	-43	28	0	0	0	0	0	0	0	0
G1k SUP	X3	397	397	1250	1250	1246	1246	1242	1245	1238	1251	1226	1261	1223	1270	1229	1272	370	423
G1k INF	X3	302	302	950	950	948	947	944	947	940	952	929	962	926	970	930	971	280	323
G sett +/-	X3	105	105	282	282	363	363	376	375	399	356	428	322	433	291	357	206	100	111
TM HEAT 10.5deg	X3	160	160	-193	-193	43	43	-15	-10	-39	51	-125	99	-106	193	-336	-49	141	177
TM COOL 8deg	X3	-122	-122	147	147	-33	-33	12	8	29	-39	95	-75	81	-147	256	37	-108	-135
Taxial 10deg	X3	0	0	0	0	0	0	3	-3	0	0	3	-3	0	0	0	0	0	0
	X2	0	0	-1	0	-7	0	-8	0	51	0	-18	0	-21	0	-26	0	29	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	13	-4	0	0	0	0	0	0	0	0
Q UDL - vpravo (celá šírka)	X3	-91	-59	-109	-81	-181	-135	-204	-154	-209	-155	-208	-148	-183	-130	-109	-79	-78	-70
Q UDL - vľavo (celá šírka)	X3	-59	-91	-81	-110	-135	-183	-151	-210	-158	-214	-158	-206	-140	-180	-84	-110	-49	-104
Q UDL - stred (celá šírka)	X3	-75	-75	-95	-95	-158	-159	-178	-182	-185	-184	-184	-176	-163	-154	-98	-94	-64	-86
Q UDL - vpravo (polovičná šírka)	X3	-77	-28	-64	-25	-63	-25	-68	-28	-65	-23	-65	-22	-63	-23	-63	-23	-67	-34
Q UDL - vľavo (polovičná šírka)	X3	-28	-77	-25	-64	-25	-64	-28	-67	-24	-67	-29	-71	-27	-63	-27	-66	-21	-88
Q TS - vpravo (3 vozidlá)	X3	-94	-44	-110	-66	-108	-66	-108	-65	-112	-62	-113	-60	-105	-68	-108	-62	-83	-53
Q TS - vľavo (3 vozidlá)	X3	-44	-94	-66	-110	-66	-109	-63	-113	-60	-119	-61	-116	-63	-114	-63	-119	-27	-111
Q TS - vpravo (2 vozidlá)	X3	-85	-29	-98	-48	-97	-48	-96	-47	-100	-45	-100	-44	-97	-46	-97	-47	-76	-37
Q TS - vľavo (2 vozidlá)	X3	-29	-85	-48	-98	-48	-97	-48	-99	-47	-102	-48	-100	-52	-95	-52	-99	-21	-96
Q CHODCI - vpravo	X3	-23	54	-45	151	-53	158	-52	158	-52	159	-53	160	-53	161	-45	154	-24	55
Q CHODCI - vľavo	X3	54	-23	151	-45	158	-53	158	-52	157	-52	155	-51	155	-52	147	-44	53	-21
Q CHODCI - oba chodníky	X3	-27	-27	39	39	50	50	52	51	51	52	49	53	47	52	38	41	-28	-27
Q LM3- vpravo	X3	-171	-142	-213	-187	-210	-186	-208	-183	-217	-177	-220	-174	-215	-183	-213	-188	-145	-169
Q LM3- vľavo	X3	-142	-171	-187	-213	-185	-211	-176	-218	-174	-225	-176	-216	-191	-207	-188	-214	-117	-198
Vietor pozdĺžny	X2	0	0	0	0	0	0	-1	0	12	0	13	0	2	0	-17	0	-10	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	-296	-310	0	0	0	0	0	0	0	0
Vietor priečny	X2	-110	0	-309	0	-325	0	-319	0	-337	0	-355	0	-346	0	-306	0	-100	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	177	173	0	0	0	0	0	0	0	0
Brzdne sily	X2	0	0	0	0	0	0	-2	0	19	0	31	0	27	0	12	0	1	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	-443	-466	0	0	0	0	0	0	0	0
Odstredivé sily	X2	0	0	0	0	0	0	1	0	-23	0	-41	0	-39	0	-37	0	-13	0
	X1	0	0	0	0	0	0	0	0	-1	15	0	0	0	0	0	0	0	0

3. Opora

3.1. Geometria, výpočtový model

Krajná opora pozostáva z úložného prahu, záverného múrika a votknutých krídel. Opora je založená na násypovom kuželi na veľkopriemerových pilótoch. Geometria opory a výpočtový model sú znázornené na nasledovných obrázkoch.

Výpočet bol realizovaný vo výpočtovom systéme Strap, výpočtový model bol zaťažený účinkami vlastnej tiaže, hornej stavby, účinkami dopravy za samotnou oporou a zemnými tlakmi. Pre návrh výstuže (MSU) bola použitá hodnota zemného tlaku v pokoji. Výpočtový model bol vytvorený z dosko-stenových elementov, pilóty boli namodelované z prútových elementov.



3.2. Prehľad zaťažení

Zaťaženie opory účinkami z hornej stavby bolo v zmysle EN 1991-2 Zaťaženie konštrukcií, časť 2: Zaťaženie mostov dopravou. Boli použité nasledovné skupiny zaťažení:

- gr1a (LM1 + chodci)
- gr1b (jednonápravové zaťaženie)
- gr1 v častej hodnote + vietor
- gr2 (horizontálne účinky)
- gr5 (špeciálne vozidlo)
- kvázistála kombinácia zaťažení

K týmto zaťaženiám boli doplnené zaťaženia zemným tlakom spoza opory, boli uvažované nasledovné parametre zeminy a zemné tlaky:

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

$$\phi_k := 33 \text{ deg}$$

$$\gamma_\phi := 1.25$$

$$\phi_d := \text{atan}\left(\frac{\tan(\phi_k)}{\gamma_\phi}\right) = 27.453 \text{ deg}$$

Stanovenie súčiniteľov zemných tlakov:

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

$$K_a := \left(\tan\left(45 \text{ deg} - \frac{\phi_d}{2}\right) \right)^2 = 0.369$$

$$K_{a,zv} := 0.5 \cdot K_a + 0.5 \cdot K_0 = 0.454$$

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

Stanovenie náhradnej výšky – LM1:

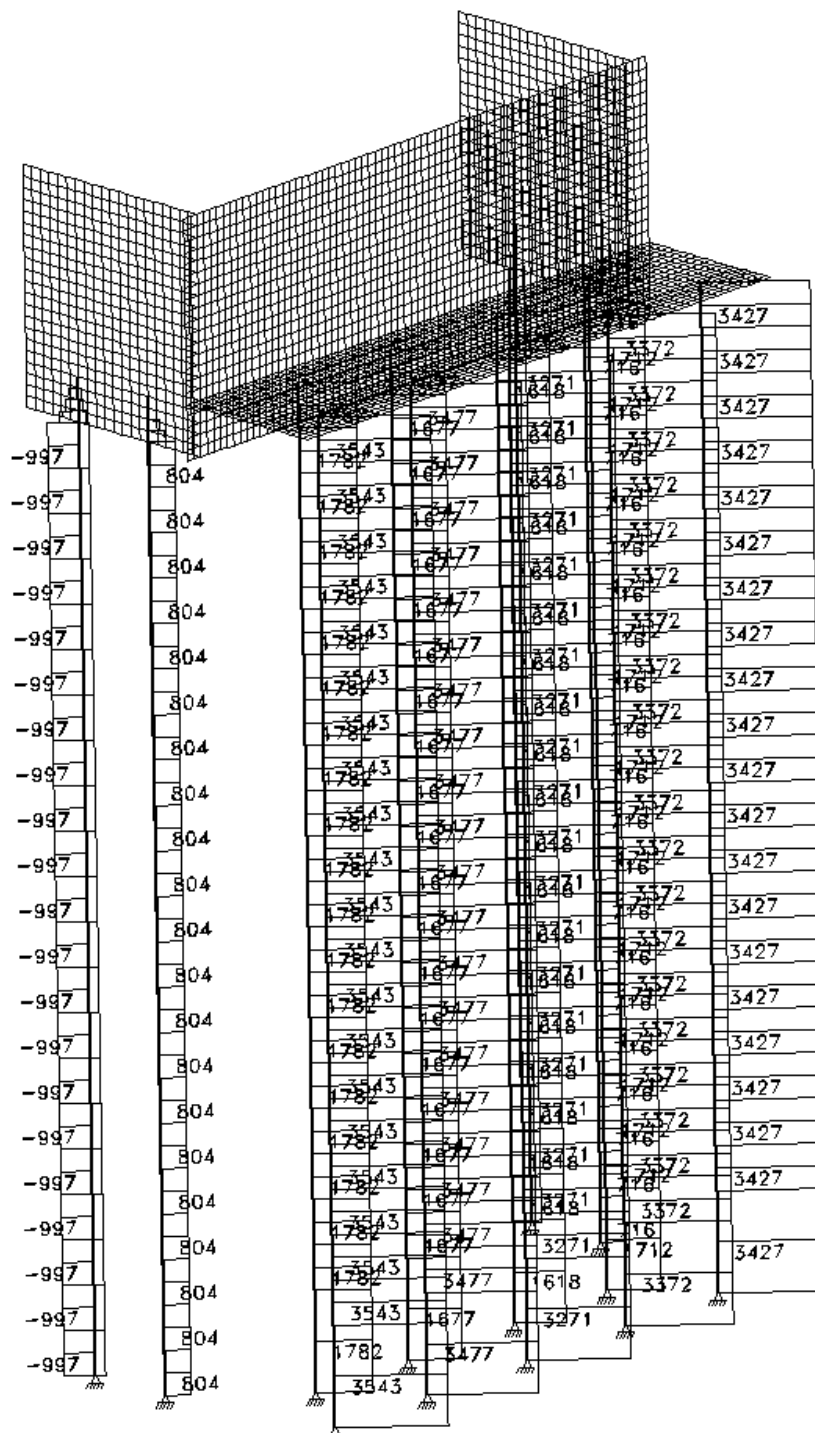
$$q_{k,udl} := \frac{9.0 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot 3 \text{ m} + 2.5 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2} \cdot (11.5 \text{ m} - 3 \text{ m})}{14 \text{ m}} = 3.446 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$q_{k,TS} := \frac{600 \text{ kN} + 400 \text{ kN} + 200 \text{ kN}}{6 \text{ m} \cdot 14 \text{ m}} = 14.286 \text{ kN} \cdot \text{m}^{-2}$$

$$h_{eq} := \frac{(q_{k,udl} + q_{k,TS}) \cdot 1.35}{1.1 \cdot \gamma_{k,soil}} = 1.088 \text{ m}$$

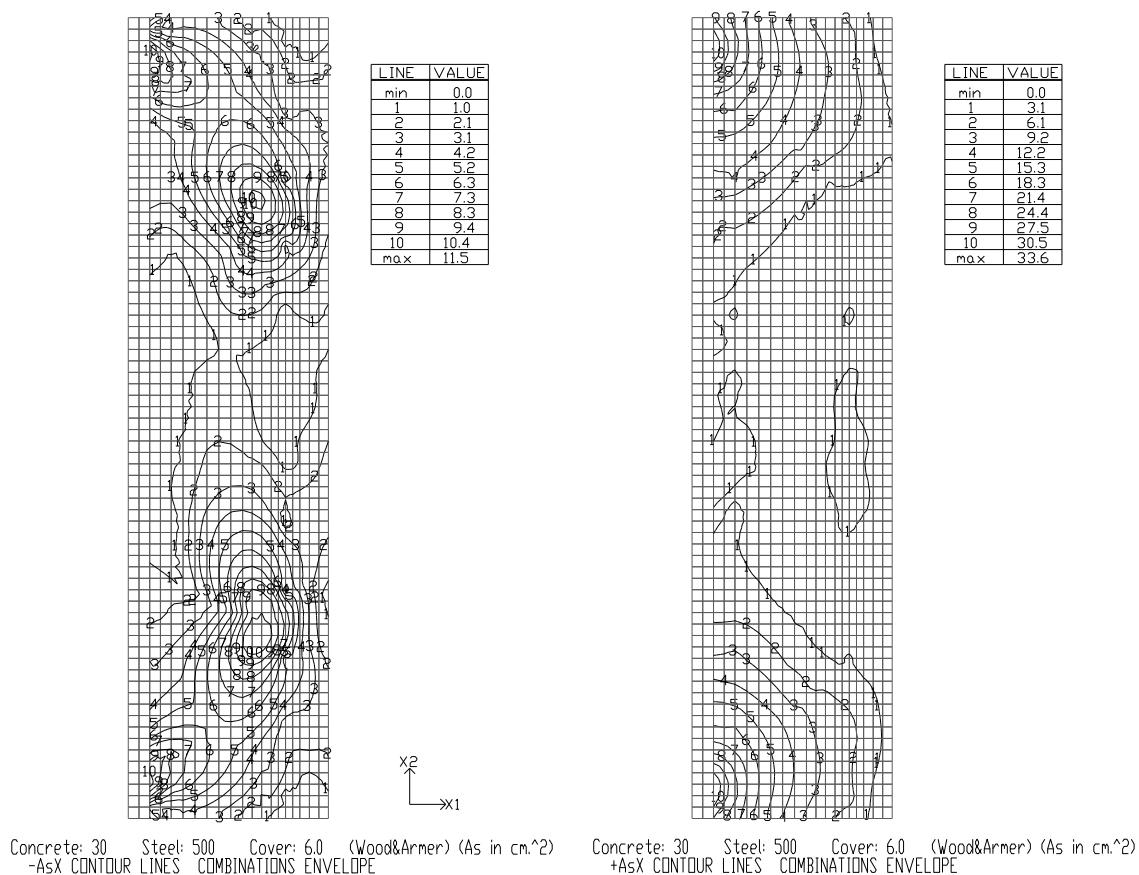
3.3. Prehľad reakcií v pilótach

V nasledovných obrázkoch sú znázornené maximálne a minimálne reakcie od návrhových kombinácií zaťaženia.



3.4. Návrh výstuže

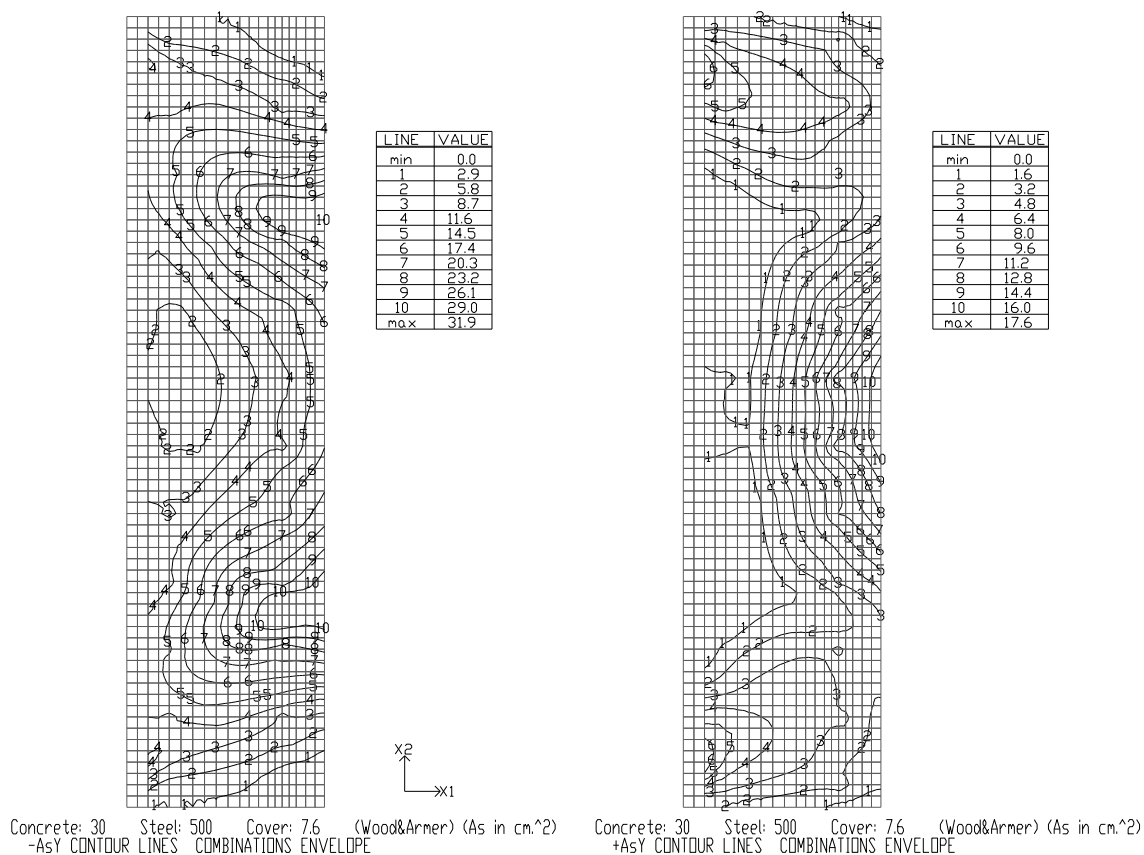
3.4.1. Úložný prah – výstuž v smere X1



Pozn.: -Asx – hodnoty pre spodný povrch, +Asx – hodnoty pre horný povrch.

V smere X1 sú v úložnom prahu opory navrhnuté zdvojené profily $\phi 14\text{mm}$ á 150mm ($A_s=20,6\text{cm}^2$). Lokálne namáhanie v oblasti napojenia krídel je dôsledkom bodového pripojenia elementov, v skutočnosti bude roznesené na väčšiu šírku z titulu hrúbky steny krídla a záverného múrika.

3.4.2. Úložný prah – výstuž v smere X2



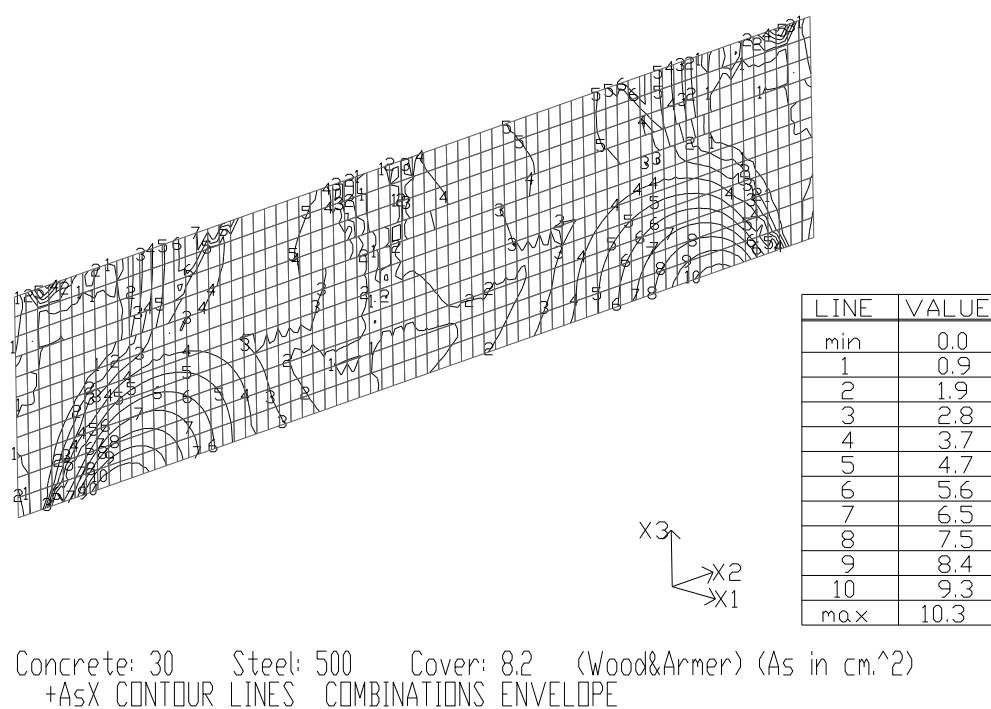
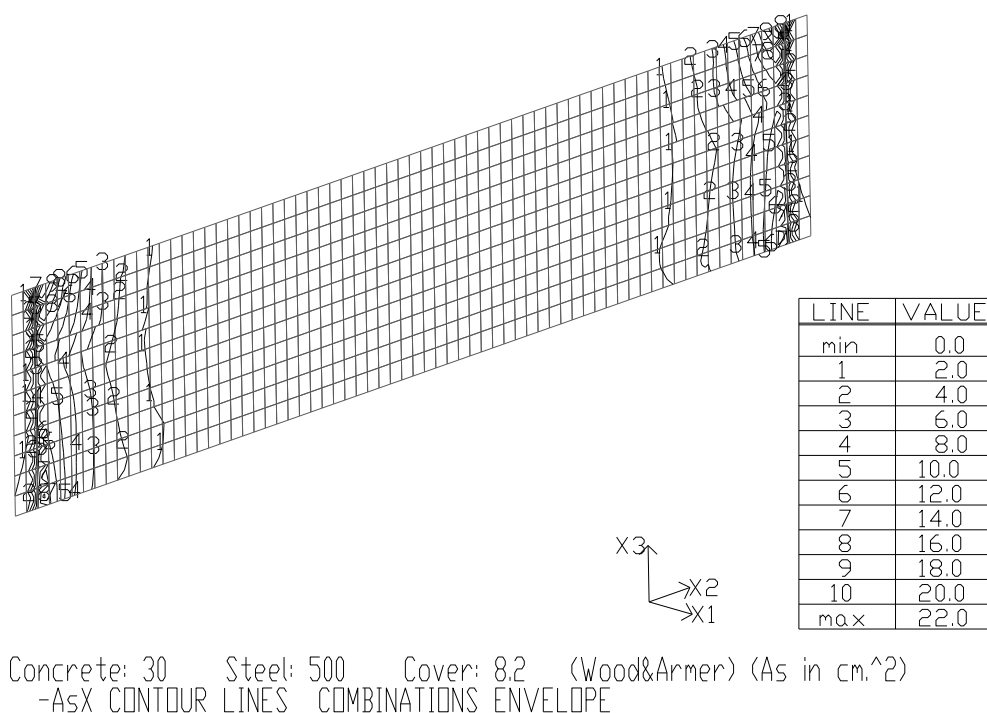
Pozn.: -Asx – hodnoty pre spodný povrch, +Asx – hodnoty pre horný povrch.

Minimálny stupeň vystuženia pre výstuž v smere X2 (oba povrchy):

$$A_{s,min}=0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 2,45 \cdot 2,9 / 500 = 36,95 \text{ cm}^2.$$

V smere X2 sú v úložnom prahu opory navrhnuté dve vrstvy profilov $\phi 20\text{mm}$ á 150mm ($A_s=41,8\text{cm}^2$) pri oboch povrchoch.

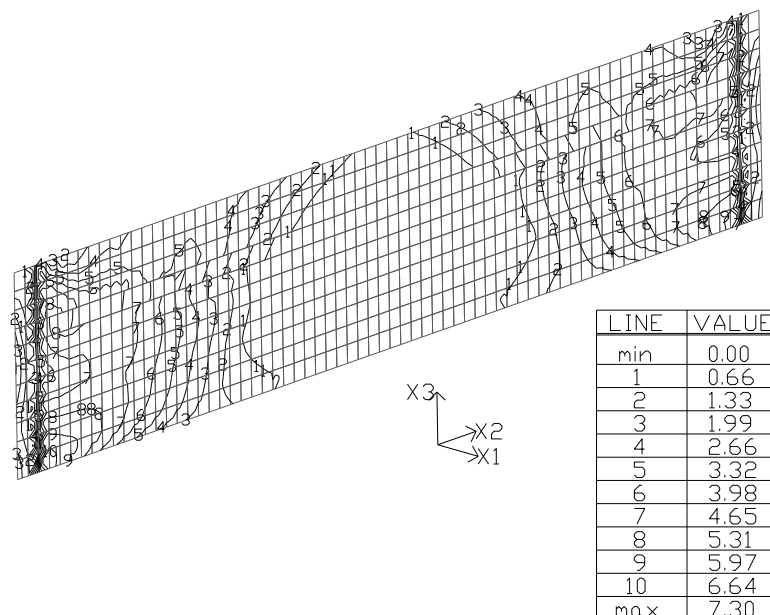
3.4.3. Záverný múrik – výstuž v smere X2



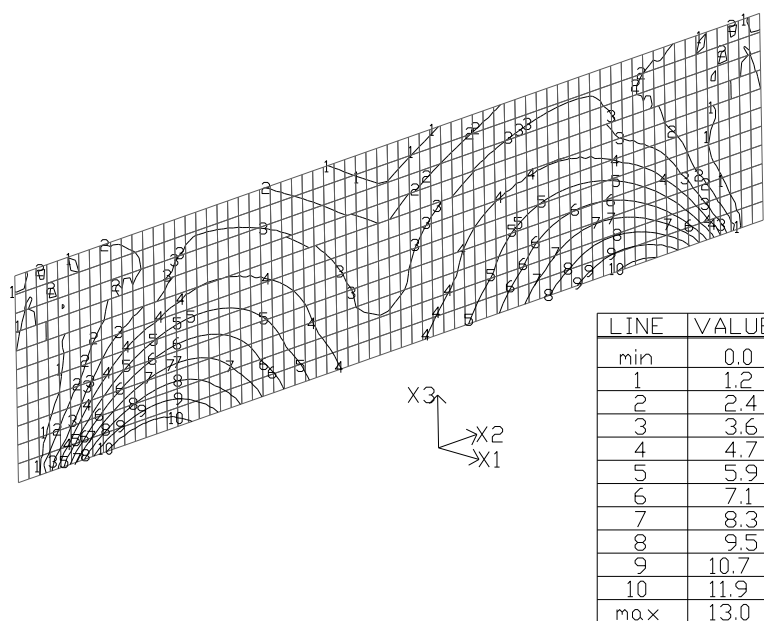
Pozn.: -Asx – hodnoty pre rub záverného múrika, +Asx – hodnoty pre líc záverného múrika.

V horizontálnom smere X2 sú v závernom múriku navrhnuté profily $\phi 14\text{mm}$ á 150mm ($A_s=10,3\text{cm}^2$) pri oboch povrchoch. V miestach napojenia krídel sú navrhnuté profily $\phi 20\text{mm}$ á 150mm ($A_s=20,9\text{cm}^2$)

3.4.4. Záverný múrik – výstuž v smere X3



Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.²)
-AsY CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE



Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 6. (Wood&Armer) (As in cm.²)
+AsX CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

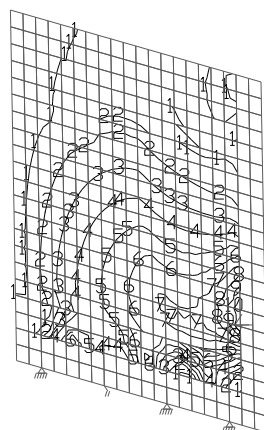
Pozn.: -Asx – hodnoty pre rub záverného múrika, +Asx – hodnoty pre líc záverného múrika.

V zvislom smere X3 sú v závernom múriku navrhnuté profily $\phi 22\text{mm}$ á 150mm ($A_s=25,3\text{cm}^2$) pri oboch povrchoch. V hornej časti sú navrhnuté profily $\phi 16\text{mm}$ á 150mm ($A_s=13,4\text{cm}^2$).

Minimálny stupeň vystuženia pre výstuž v smere X3 (oba povrchy):

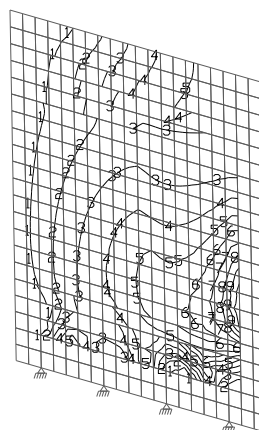
$$A_{s,\min}=0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 0,63 \cdot 2,9 / 500 = 9,5\text{cm}^2.$$

3.4.5. Krídlo – výstuž v smere X1



LINE	VALUE
min	0.0
1	2.1
2	4.2
3	6.4
4	8.5
5	10.6
6	12.7
7	14.9
8	17.0
9	19.1
10	21.2
max	23.3

Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 8.2 (As in cm.²/meter)
+Asx CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE



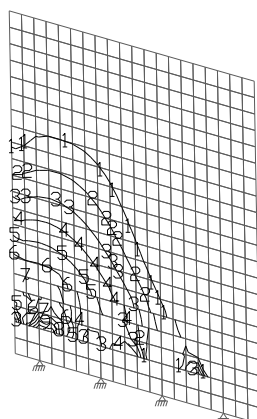
LINE	VALUE
min	0.0
1	2.5
2	5.0
3	7.5
4	9.9
5	12.4
6	14.9
7	17.4
8	19.9
9	22.4
10	24.8
max	27.3

Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 8.2 (As in cm.²/meter)
-Asx CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

Pozn.: -Asx – hodnoty pre rub krídla, +Asx – hodnoty pre líc krídla.

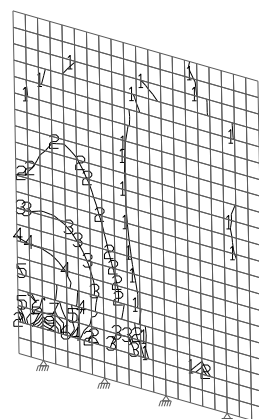
V horizontálnom smere X1 sú v krídle navrhnuté profily $\phi 20\text{mm}$ á 150mm ($A_s=20,9\text{cm}^2$) pri oboch povrchoch. Lokálne namáhanie v oblasti napojenia krídel je dôsledkom bodového pripojenia elementov, v skutočnosti bude roznesené na väčšiu šírku z titulu hrúbky steny krídla a záverného múrika.

3.4.6. Krídlo – výstuž v smere X3



LINE	VALUE
min	0.0
1	2.6
2	5.2
3	7.8
4	10.4
5	13.0
6	15.6
7	18.2
8	20.8
9	23.4
10	26.0
max	28.6

Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 6. (As in cm.²/meter)
+Asy CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE



LINE	VALUE
min	0.0
1	2.4
2	4.8
3	7.2
4	9.6
5	12.0
6	14.4
7	16.8
8	19.2
9	21.6
10	24.0
max	26.4

Concrete: 30 Steel: 500 Cover: 6. (As in cm.²/meter)
-Asy CONTOUR LINES COMBINATIONS ENVELOPE

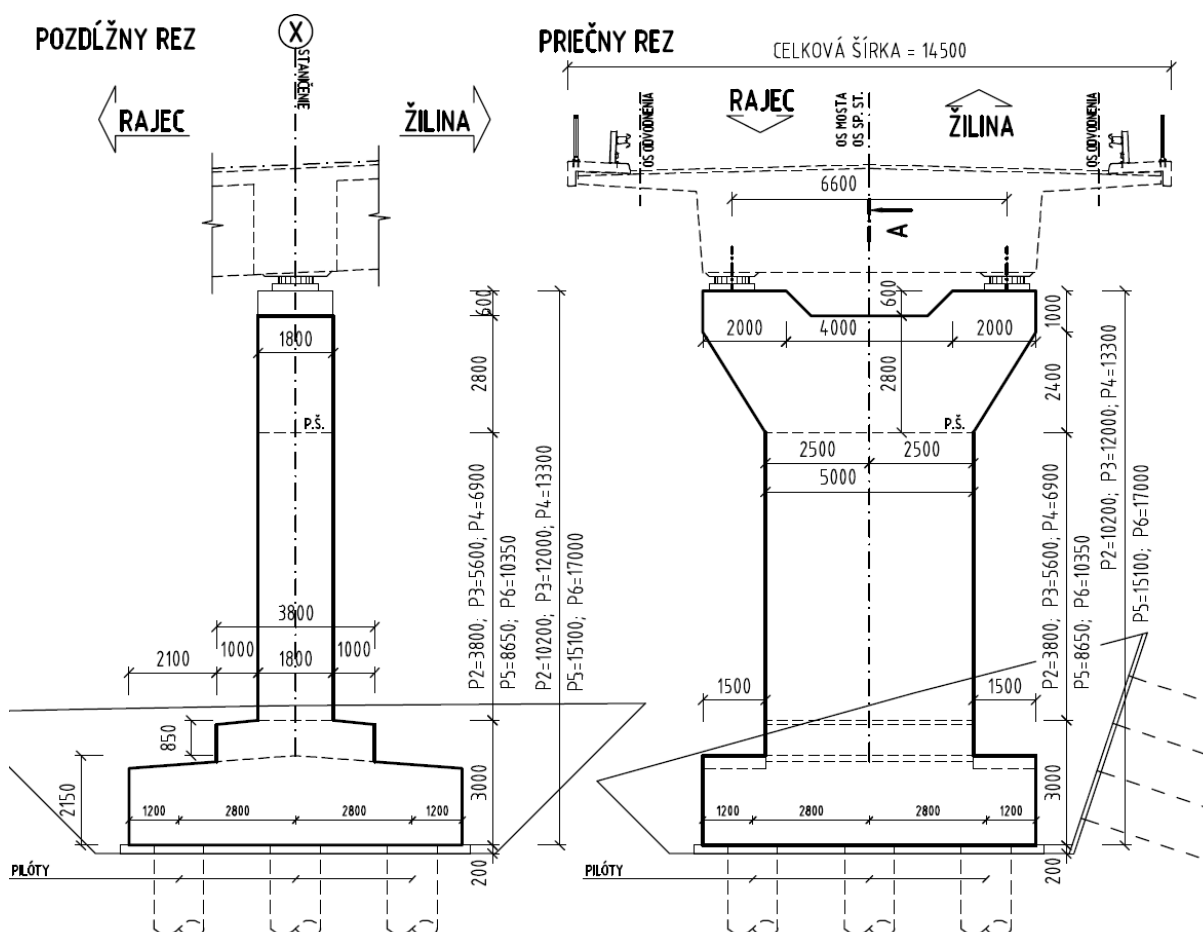
Pozn.: -Asx – hodnoty pre rub krídla, +Asx – hodnoty pre líc krídla.

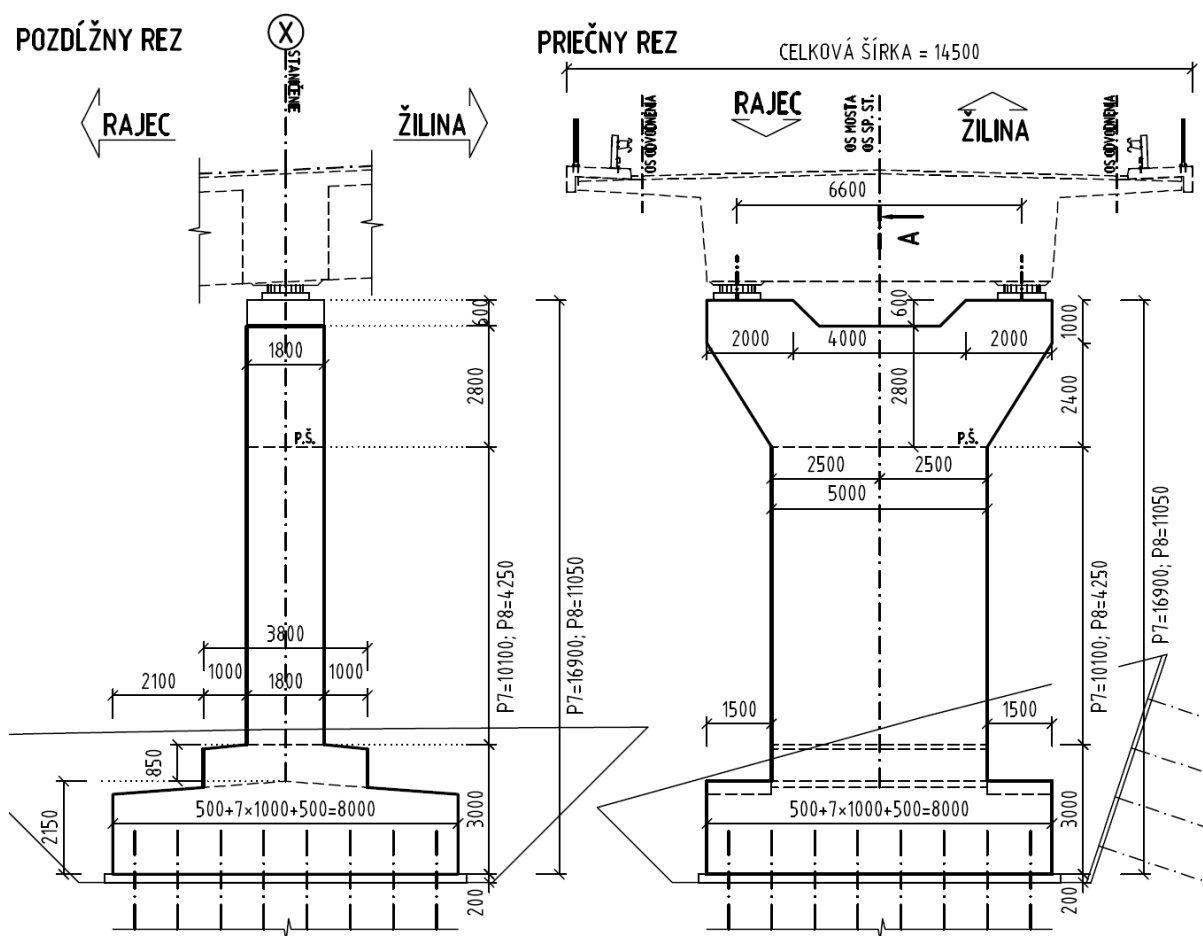
V zvislom smere X3 sú v krídlach navrhnuté profily $\phi 22\text{mm}$ á 150mm ($A_s=25,3\text{cm}^2$) pri vnútornom povrchu - rub.

4. Podpery

4.1. Geometria, výpočtový model

Podpery tvorí stenový pilier, ukončený základovou doskou. Zakladanie je hlbinné na veľkopriemerových pilótach (podpery 2-6) a mikropilótach (podpery 7 a 8). Pevným bodom je podpera č.5 s pevným hrncovým ložiskom. Tento pilier prenáša seizmické zaťaženie v smere osi mosta. Má oproti ostatným základom pôdorysne väčšiu základovú pätku (9,0x9,0m), vystuženie drieku tohto piliera je prispôbené duktilnému správaniu počas seizmickej udalosti, s ktorým bolo uvažované pri seizmickom výpočte. Jednosmerné ložiská sú usmernené podľa výkresu ložísk tak, aby teplotná expanzia, resp. skracovanie mosta vyvolávalo čo najmenšie horizontálne reakcie (najmä v pôdorysne zakrivenej časti).





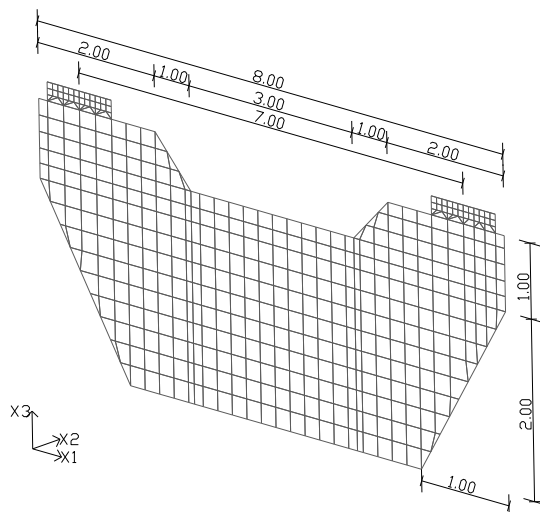
Výpočet bol realizovaný vo výpočtovom systéme Strap, výpočtový model bol zaťažený účinkami vlastnej tiaže, hornej stavby a tiažou zásypovej zeminy. Výpočtový model bol vytvorený z dosko-stenových elementov, pilóty a mikropilóty boli namodelované z prútových elementov. Pre návrh výstuže bola vybraná hlavica piliera s najväčšími reakciami v ložiskách. Výstuž v pätkách bola navrhnutá pre pilier 5,6 a 7.

Zaťaženie opory účinkami z hornej stavby bolo v zmysle EN 1991-2 Zaťaženie konštrukcií, časť 2: Zaťaženie mostov dopravou. Boli použité nasledovné skupiny zaťažení:

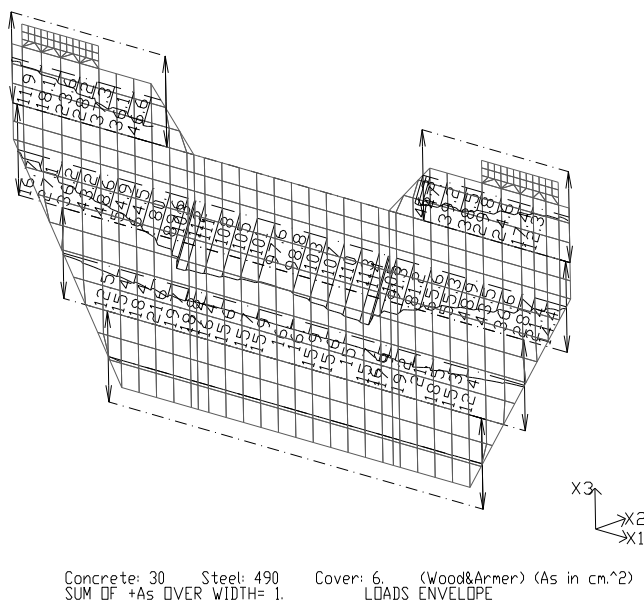
- gr1a (LM1 + chodci)
- gr1b (jednonápravové zaťaženie)
- gr1 v častej hodnote + vietor
- gr2 (horizontálne účinky)
- gr5 (špeciálne vozidlo)
- kvázistála kombinácia zaťažení

4.2. Návrh výstuže v hlaviciach podpier

Pre návrh výstuže v hlavici bol použitý stenový MKP model v systéme Strap. Vybraná bola hlavica piliera 5, táto bola zaťažaná účinkami hornej stavby v miestach ložísk. Geometria výpočtového modelu:

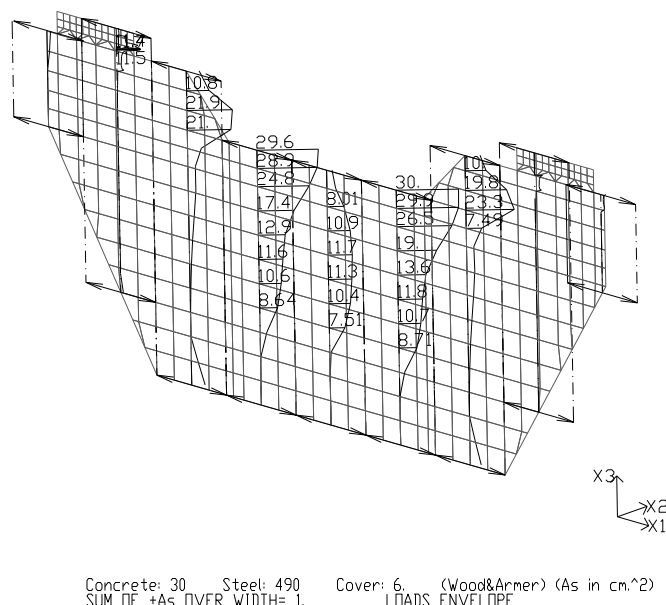


4.2.1. Hlavica – výstuž v smere X1



V horizontálnom smere X1 sú v hornej časti hlavice (nutná plocha výstuže na obrázku je zosumovaná v metrovom pruhu, jedného povrchu hlavice) navrhnuté profily $\phi 25\text{mm}$ a $\phi 28\text{mm}$ v osovej vzdialenosti 100mm a profily $\phi 14\text{mm}$ (celková plocha $A_s=237\text{cm}^2$).

4.2.2. Hlavica – výstuž v smere X3



V zvislom smere X3 sú v strednej časti hlavice (nutná plocha výstuže na obrázku je zosumovaná v metrovom pruhu, jedného povrchu hlavice) navrhnuté profily $\phi 25\text{mm}$ vo vzdialenosti 200mm a profily $\phi 14\text{mm}$ (celková plocha $A_s=80\text{cm}^2$).

4.3. Návrh výstuže v driekoch podpier

Betonárska výstuž v mieste votknutia stenového piliera do podpery bola navrhnutá a posúdená v programe FIN EC – Beton.

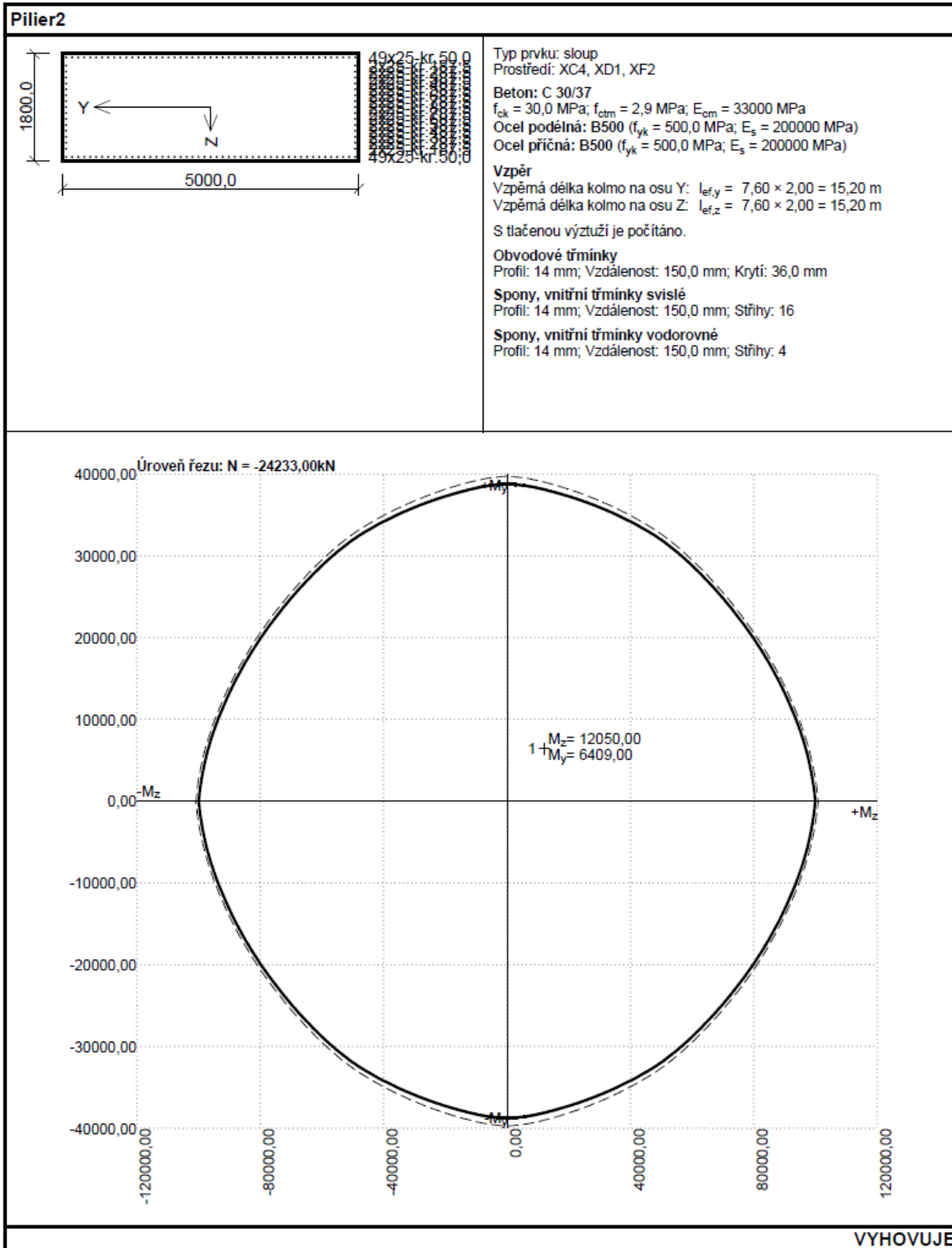
Projekt

Datum : 15.4.2015

Norma

Norma EN 1992-2/Slovensko.

Únosnosť betonu - základní kombinace zatížení	: γ_C	= 1,500
Únosnosť výstuže - základní kombinace zatížení	: γ_S	= 1,150
Únosnosť betonu - mimořádná kombinace zatížení	: γ_C	= 1,200
Únosnosť výstuže - mimořádná kombinace zatížení	: γ_S	= 1,000
Modul pružnosti betonu	: γ_{CE}	= 1,200
Tlaková pevnost betonu	: α_{cc}	= 0,850



Pilier2

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00698 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00698 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

Č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Ed01	-24233,00 -178132,74	6409,00→6841,41 30442,00	12050,00→12863,01 57236,09	843,00 14871,54	294,00 5186,52	141,00 2487,41	Vyhovuje
2	Ed02	-21946,00 -178132,74	6409,00→6903,88 32792,92	8693,00→9364,24 44479,47	843,00 13765,00	479,00 7821,40	141,00 2302,33	Vyhovuje
3	Ed03	-21946,00 -178132,74	6409,00→7058,08 35698,57	5170,00→5693,60 28797,26	843,00 21394,44	16,00 406,06	141,00 3578,42	Vyhovuje
4	Ed04	-23504,00 -178132,74	5877,00→6599,45 36834,03	4272,00→4797,15 26774,71	773,00 15861,92	294,00 6032,86	0,00 0,00	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

Č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Ek	-18172,00	4933,00→5270,95	8790,00→9392,19	5,02	6,31	29,43	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

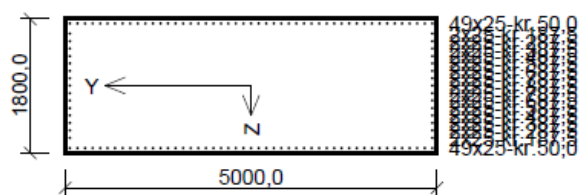
Mezní stav omezení šířky trhlin

Č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
1	Eqp	-14583,00	4357,00→4910,94	120,00→135,26	$287 \cdot 10^{-9}$	0,322	0,000	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

Pilier3



Typ prvku: sloup

Prostředí: XC4, XD1, XF2

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0$ MPa; $f_{ctm} = 2,9$ MPa; $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: B500 ($f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa)

Vzpěr

Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y} = 9,40 \times 2,00 = 18,80$ m

Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{ef,z} = 9,40 \times 2,00 = 18,80$ m

S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky

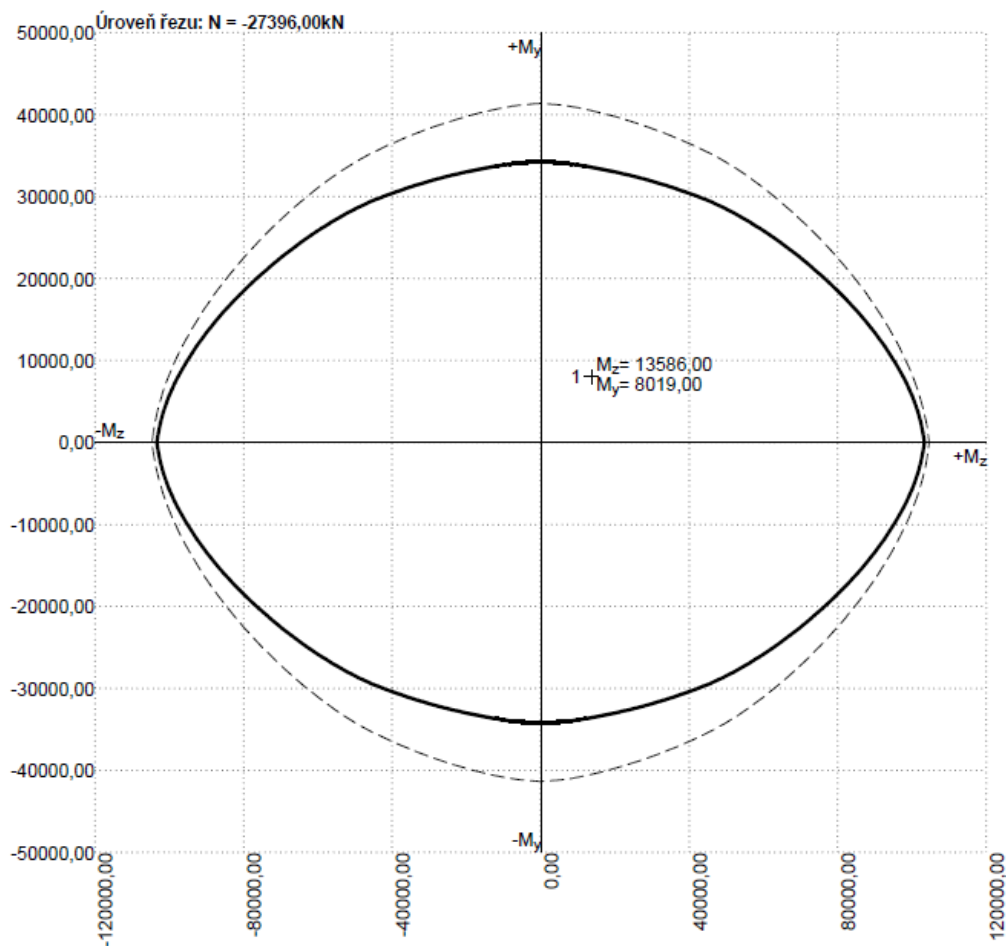
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Krytí: 36,0 mm

Spopy, vnitřní třmínky svislé

Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 16

Spopy, vnitřní třmínky vodorovné

Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 4



VYHOVUJE

Pilier3

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00698 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00698 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{ol,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Ed01	-27396,00 -178132,74	8019,00→10089,64 34204,14	13586,00→14694,86 49815,97	853,00 15011,58	345,00 6071,51	146,00 2569,39	Vyhovuje
2	Ed02	-25002,00 -178132,74	8019,00→10044,08 35382,20	10320,00→11247,90 39622,87	853,00 14017,83	540,00 8874,13	146,00 2399,30	Vyhovuje
3	Ed03	-25002,00 -178132,74	8019,00→10313,59 38046,94	5740,00→6423,97 23698,07	853,00 21180,67	53,00 1316,03	146,00 3625,30	Vyhovuje
4	Ed04	-26497,00 -178132,74	7343,00→9671,37 38730,98	5315,00→6045,20 24209,25	781,00 16069,60	345,00 7098,61	0,00 0,00	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

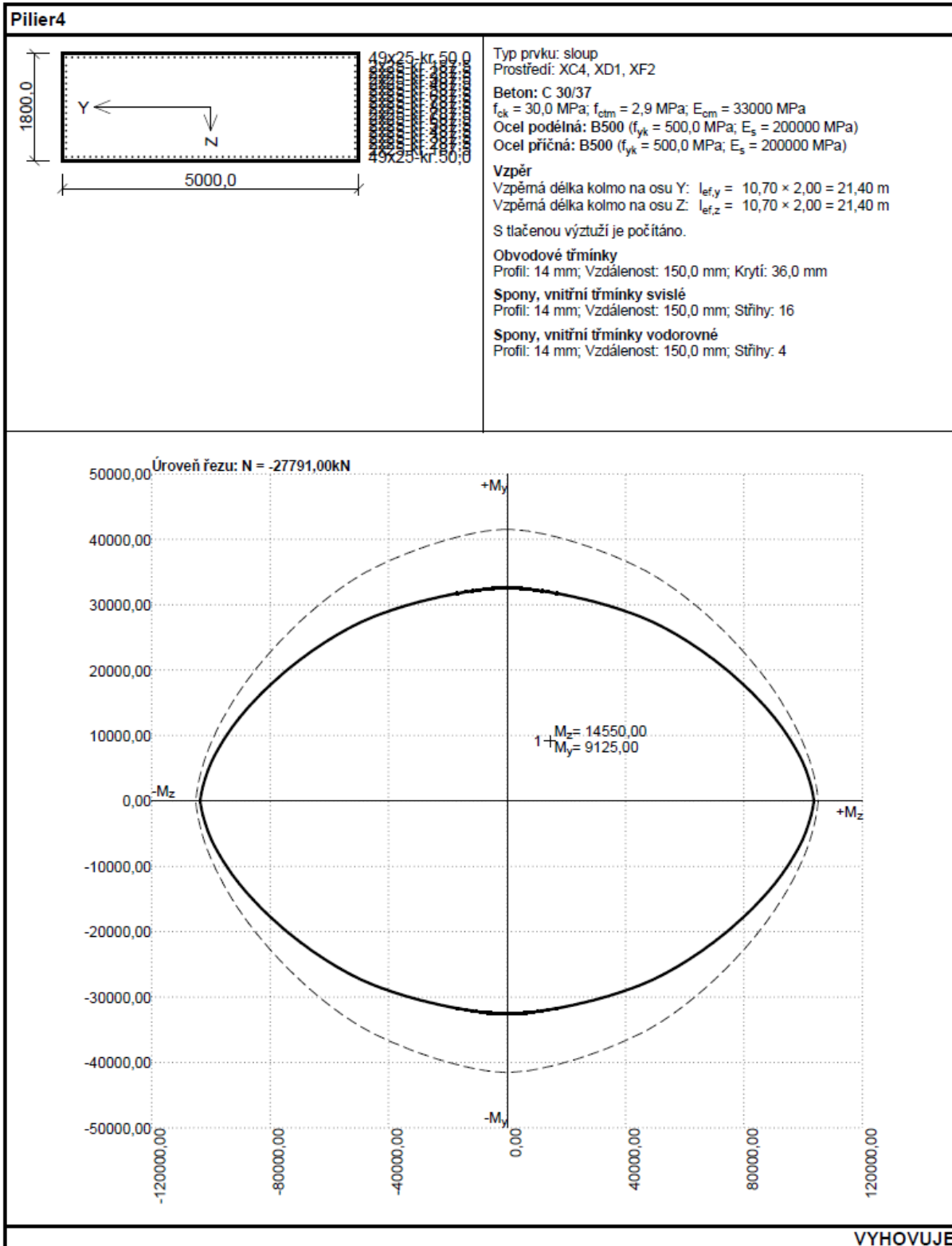
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Ek	-21303,00	6198,00→7587,14	9888,00→10736,36	6,49	11,52	37,94	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\varepsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
1	Eop	-17577,00	5464,00→6950,61	372,00→428,11	$8,82 \cdot 10^{-8}$	0,285	0,003	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE



Pilier4

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00698 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00698 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{ol,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Ed01	-27791,00 -178132,74	9125,00→12083,39 35309,22	14550,00→15809,60 46197,68	853,00 14986,17	347,00 6096,37	154,00 2705,59	Vyhovuje
2	Ed02	-25360,00 -178132,74	9125,00→11959,22 35946,89	11462,00→12523,46 37642,90	853,00 14011,58	538,00 8837,31	154,00 2529,64	Vyhovuje
3	Ed03	-25360,00 -178132,74	9125,00→12280,32 38420,07	6366,00→7142,29 22345,30	853,00 20305,23	62,00 1475,88	154,00 3665,89	Vyhovuje
4	Ed04	-26832,00 -178132,74	8347,00→11502,62 38933,46	6230,00→7088,64 23993,24	780,00 16036,43	347,00 7134,16	7,00 143,92	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Ek	-21701,00	7060,00→9015,40	10658,00→11625,91	7,44	17,86	43,33	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

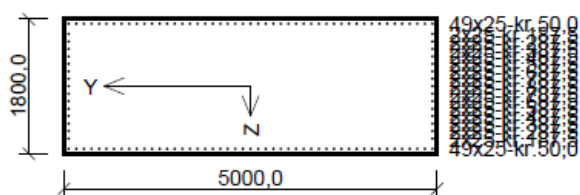
Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [m]	w [mm]	Posouzení
1	Eqp	-17932,00	6218,00→8178,11	885,00→1020,18	$20,9 \cdot 10^{-6}$	0,267	0,006	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

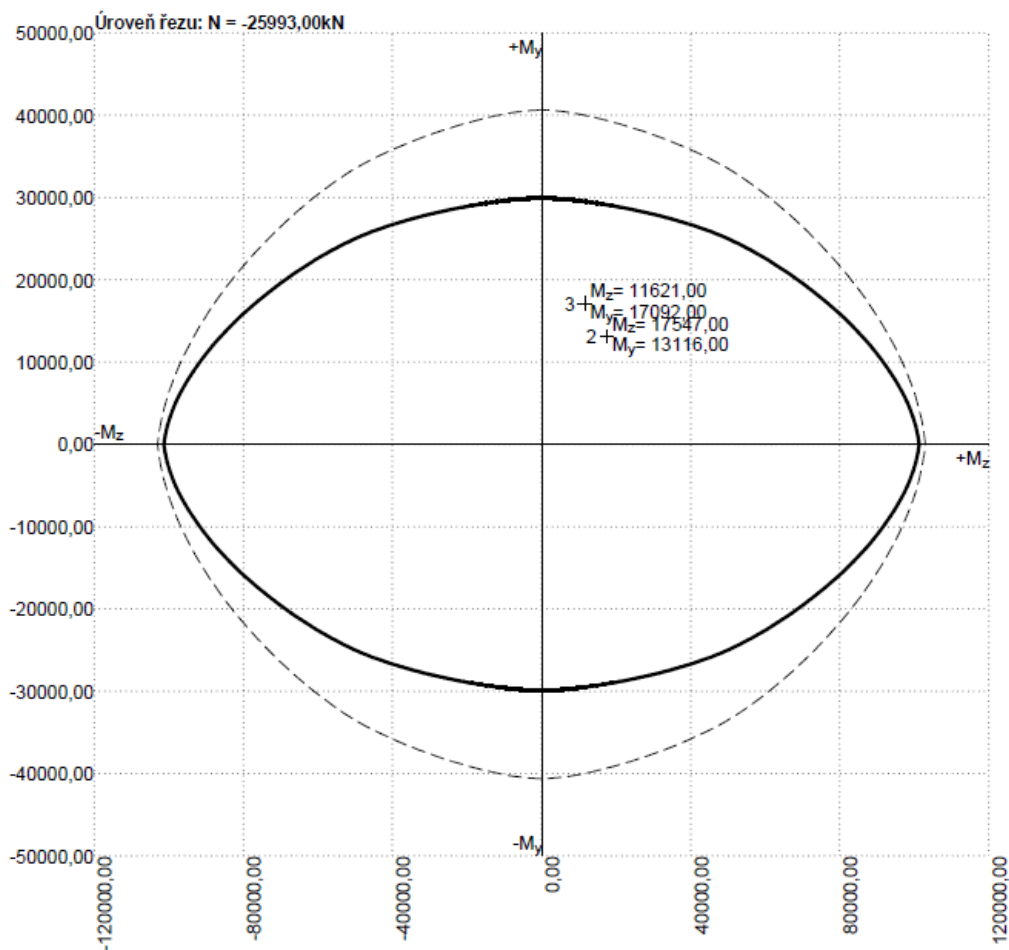
Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

Pilier5-FIX



Typ prvku: sloup
Prostředí: XC4, XD1, XF2
Beton: C 30/37
 $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Vzpěr
Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y} = 12,48 \times 2,00 = 24,95 \text{ m}$
Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{ef,z} = 12,48 \times 2,00 = 24,95 \text{ m}$
S tlačnou výztuží je počítáno.
Obvodové třmínky
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Krytí: 36,0 mm
Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 16
Spony, vnitřní třmínky vodorovné
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 4



VYHOVUJE

Pilier5-FIX

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00698 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00698 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{ol,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

Č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Ed01	-28432,00 -178132,74	8580,00→12199,99 32305,72	20152,00→21783,71 57683,51	688,00 13767,09	536,00 10725,52	147,00 2941,51	Vyhovuje
2	Ed02	-25993,00 -178132,74	13116,00→18134,49 36254,00	17547,00→18845,62 37675,67	1051,00 14343,91	738,00 10072,13	120,00 1637,74	Vyhovuje
3	Ed03	-25993,00 -178132,74	17092,00→23729,41 38971,14	11621,00→12532,60 20582,46	1370,00 17663,54	263,00 3390,88	86,00 1108,81	Vyhovuje
4	Ed04	-27425,00 -178132,74	8580,00→12438,37 36265,97	12652,00→14067,78 41016,76	688,00 13649,58	536,00 10633,97	147,00 2916,40	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

Č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Ek	-20513,00	12814,00→16980,68	8987,00→9721,69	13,90	105,32	78,17	Vyhovuje
2	Ek2	-22320,00	6005,00→8122,54	15025,00→16317,78	7,85	19,67	45,83	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

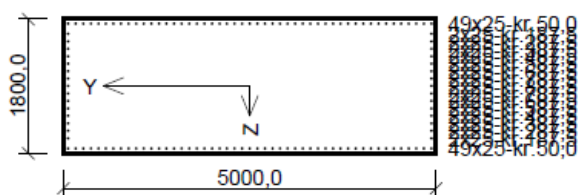
Mezní stav omezení šířky trhlin

Č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [mm]	w [mm]	Posouzení
1	Eqp	-18536,00	1367,00→2047,16	4515,00→5621,58	-	-	0,000	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE**

VYHOVUJE

Pilier6



Typ prvku: sloup

Prostředí: XC4, XD1, XF2

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$

Ocel podélná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)

Vzpěr

Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y} = 14,28 \times 2,00 = 28,56 \text{ m}$

Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{ef,z} = 14,28 \times 2,00 = 28,56 \text{ m}$

S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky

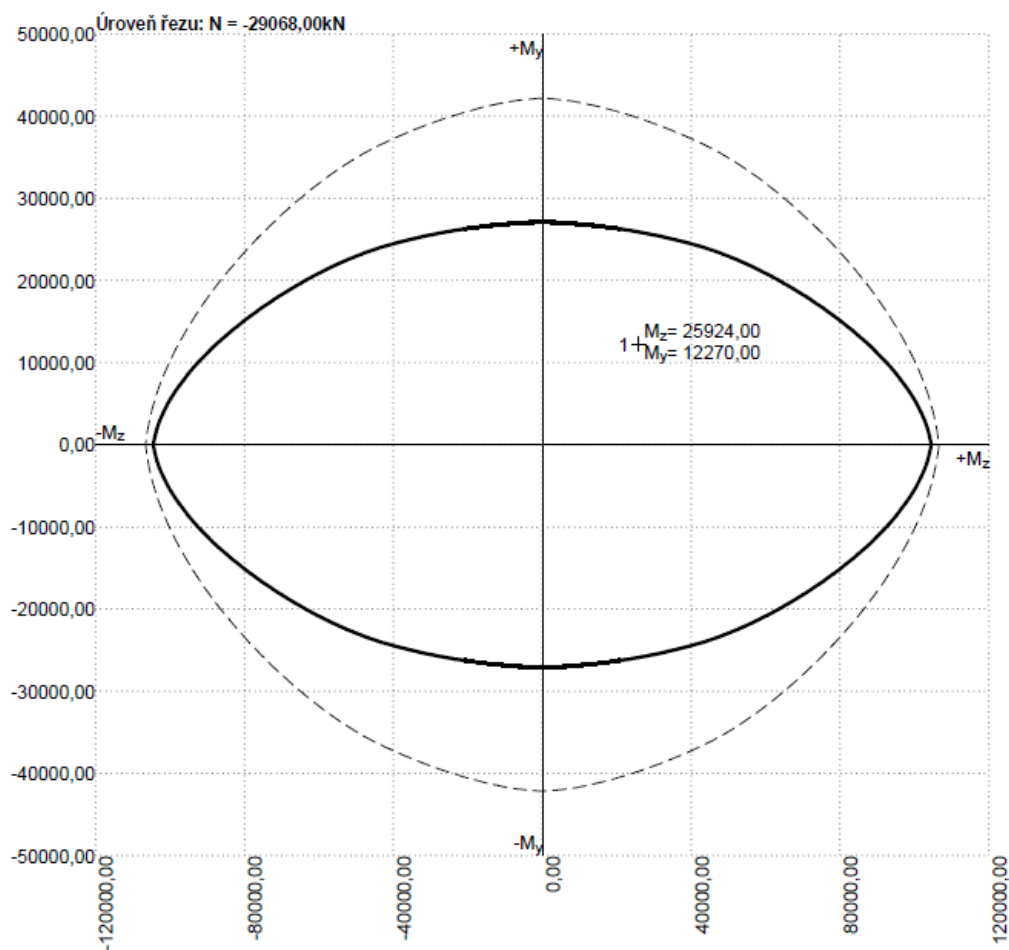
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Krytí: 36,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé

Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 16

Spony, vnitřní třmínky vodorovné

Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 4



VYHOVUJE

Pilier6

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00698 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00698 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{ol,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Ed01	-29068,00 -178132,74	12270,00→19005,59 34694,51	25924,00→27799,28 50747,30	860,00 14331,55	438,00 7299,09	216,00 3599,55	Vyhovuje
2	Ed02	-26628,00 -178132,74	12270,00→18459,15 34522,42	23547,00→25232,47 47189,92	860,00 13394,95	650,00 10124,09	216,00 3364,31	Vyhovuje
3	Ed03	-26628,00 -178132,74	12270,00→18802,73 36893,70	16753,00→18286,31 35880,39	860,00 15885,00	175,00 3232,41	216,00 3989,72	Vyhovuje
4	Ed04	-28077,00 -178132,74	11231,00→17590,46 36806,23	17373,00→19055,95 39872,62	787,00 15479,64	438,00 8615,10	45,00 885,11	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Ek	-22920,00	9484,00→13660,88	20610,00→22096,12	13,47	71,16	77,54	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

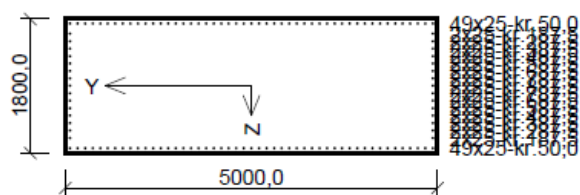
Mezní stav omezení šířky trhlin

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [–]	$s_{r,max}$ [mm]	w [mm]	Posouzení
1	Eqp	-19124,00	8348,00→11903,81	8991,00→9991,29	$116 \cdot 10^{-6}$	0,349	0,040	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

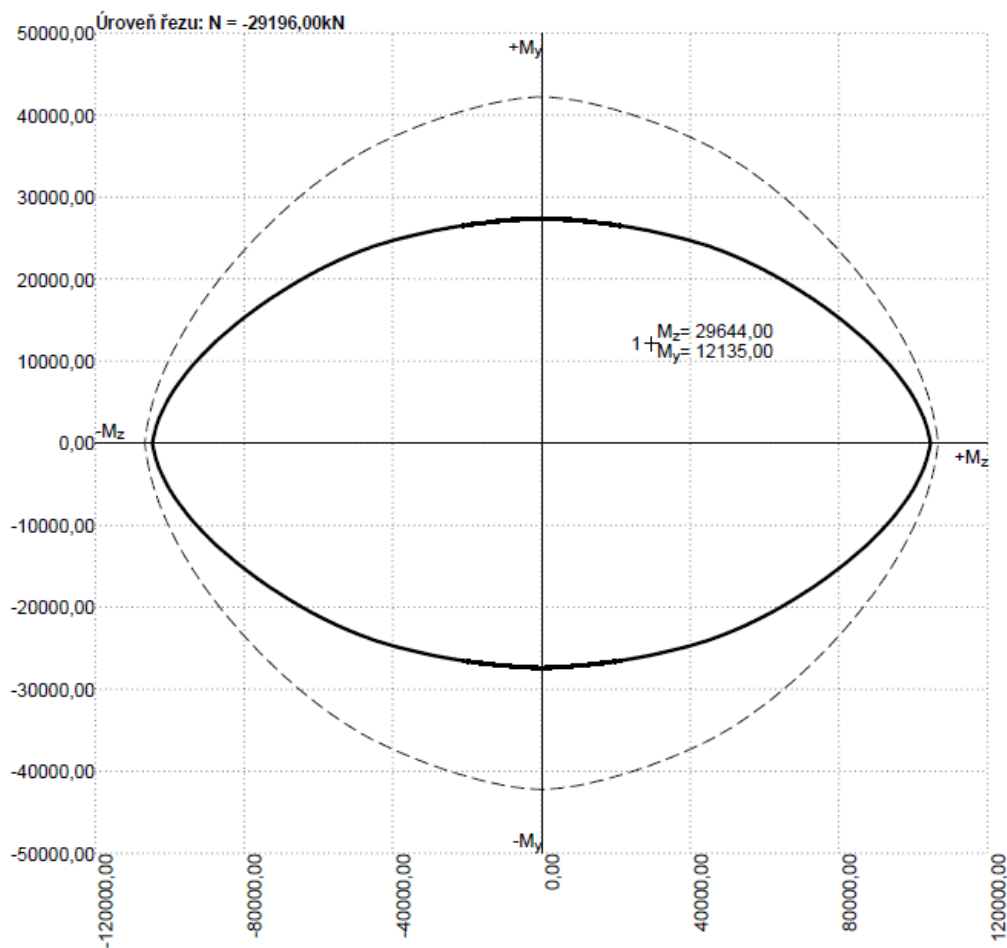
Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE

VYHOVUJE

Pilier7



Typ prvku: sloup
Prostředí: XC4, XD1, XF2
Beton: C 30/37
 $f_{ck} = 30,0 \text{ MPa}$; $f_{ctm} = 2,9 \text{ MPa}$; $E_{cm} = 33000 \text{ MPa}$
Ocel podélná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0 \text{ MPa}$; $E_s = 200000 \text{ MPa}$)
Vzpěr
Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y} = 14,10 \times 2,00 = 28,20 \text{ m}$
Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{ef,z} = 14,10 \times 2,00 = 28,20 \text{ m}$
S tlačnou výztuží je počítáno.
Obvodové třmínky
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Krytí: 36,0 mm
Spony, vnitřní třmínky svislé
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 16
Spony, vnitřní třmínky vodorovné
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 4



VYHOVUJE

Pilier7

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00698 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00698 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad trminků

Minimální průměr trminků $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost trminků $s_{ol,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost trminků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

Č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Ed01	-29196,00 -178132,74	12135,00→18510,92 33068,08	29644,00→31548,89 56359,23	861,00 14014,61	477,00 7764,19	245,00 3987,89	Vyhovuje
2	Ed02	-26791,00 -178132,74	12135,00→18002,12 33062,67	27076,00→28799,58 52893,26	861,00 13105,18	685,00 10426,30	245,00 3729,11	Vyhovuje
3	Ed03	-26791,00 -178132,74	12135,00→18265,70 35532,03	20519,00→22144,74 43077,86	861,00 15063,36	219,00 3831,45	245,00 4286,32	Vyhovuje
4	Ed04	-28287,00 -178132,74	11122,00→17112,20 35418,04	20802,00→22560,65 46695,00	789,00 15146,29	477,00 9156,88	68,00 1305,38	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

Č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Ek	-23039,00	9368,00→13299,73	24031,00→25544,33	14,13	76,47	81,42	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

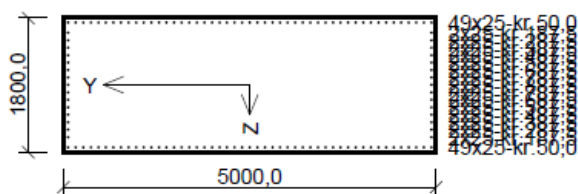
Mezní stav omezení šířky trhlin

Č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [mm]	w [mm]	Posouzení
1	Eqp	-19289,00	8258,00→11523,73	12248,00→13375,53	$121 \cdot 10^{-6}$	0,360	0,044	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE**

VYHOVUJE

Pilier8



Typ prvku: sloup

Prostředí: XC4, XD1, XF2

Beton: C 30/37

$f_{ck} = 30,0$ MPa; $f_{ctm} = 2,9$ MPa; $E_{cm} = 33000$ MPa

Ocel podélná: B500 ($f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa)

Ocel příčná: B500 ($f_{yk} = 500,0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa)

Vzpěr

Vzpěrná délka kolmo na osu Y: $l_{ef,y} = 8,25 \times 2,00 = 16,50$ m

Vzpěrná délka kolmo na osu Z: $l_{ef,z} = 8,25 \times 2,00 = 16,50$ m

S tlačnou výztuží je počítáno.

Obvodové třmínky

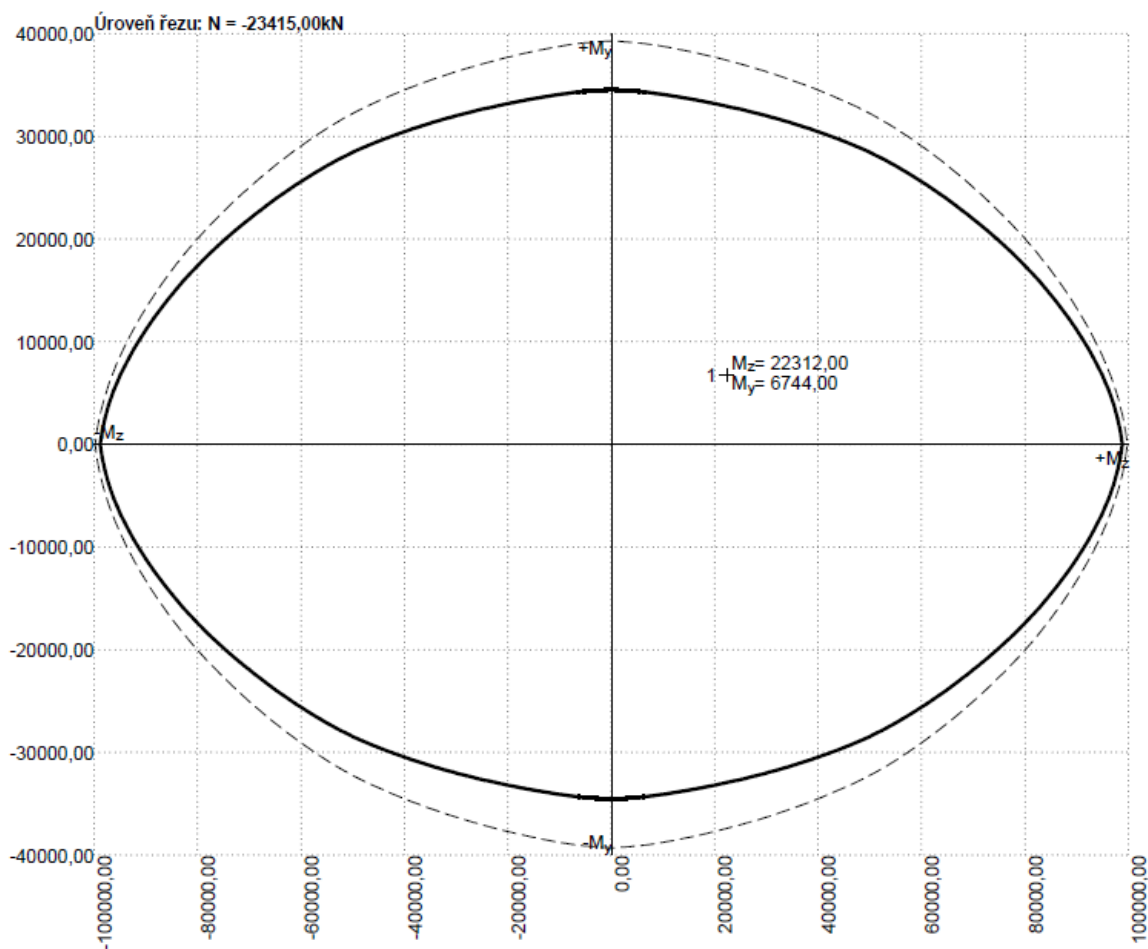
Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Krytí: 36,0 mm

Spony, vnitřní třmínky svislé

Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 16

Spony, vnitřní třmínky vodorovné

Profil: 14 mm; Vzdálenost: 150,0 mm; Střihy: 4



VYHOVUJE

Pilier8

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0,00698 \geq \rho_{s,min} = 0,002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0,00698 \leq \rho_{s,max} = 0,04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6,25 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{d,max} = 300,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{l,max} = 400,0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	T_{Ed} T_{Rd} [kNm]	Posouzení
1	Ed01	-23415,00 -178132,74	6744,00→7772,22 24094,99	22312,00→23236,56 72036,59	818,00 13910,24	469,00 7975,43	144,00 2448,75	Vyhovuje
2	Ed02	-21110,00 -178132,74	6744,00→7040,39 24586,37	18631,00→19449,80 67922,40	818,00 13024,51	653,00 10397,32	144,00 2292,82	Vyhovuje
3	Ed03	-21110,00 -178132,74	6744,00→7095,99 27207,93	15260,00→16056,47 61564,80	818,00 14715,48	244,00 4389,46	144,00 2590,50	Vyhovuje
4	Ed04	-22655,00 -178132,74	6166,00→7223,14 29043,62	13798,00→14651,20 58911,21	747,00 14565,36	469,00 9144,78	31,00 604,45	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Posouzení
1	Ek	-17515,00	5197,00→5393,68	18370,00→19065,21	6,97	22,02	40,76	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_1 \times f_{ck} / k_3 \times f_{yk}$					18,00	400,00		

Mezní stav omezení šířky trhlin

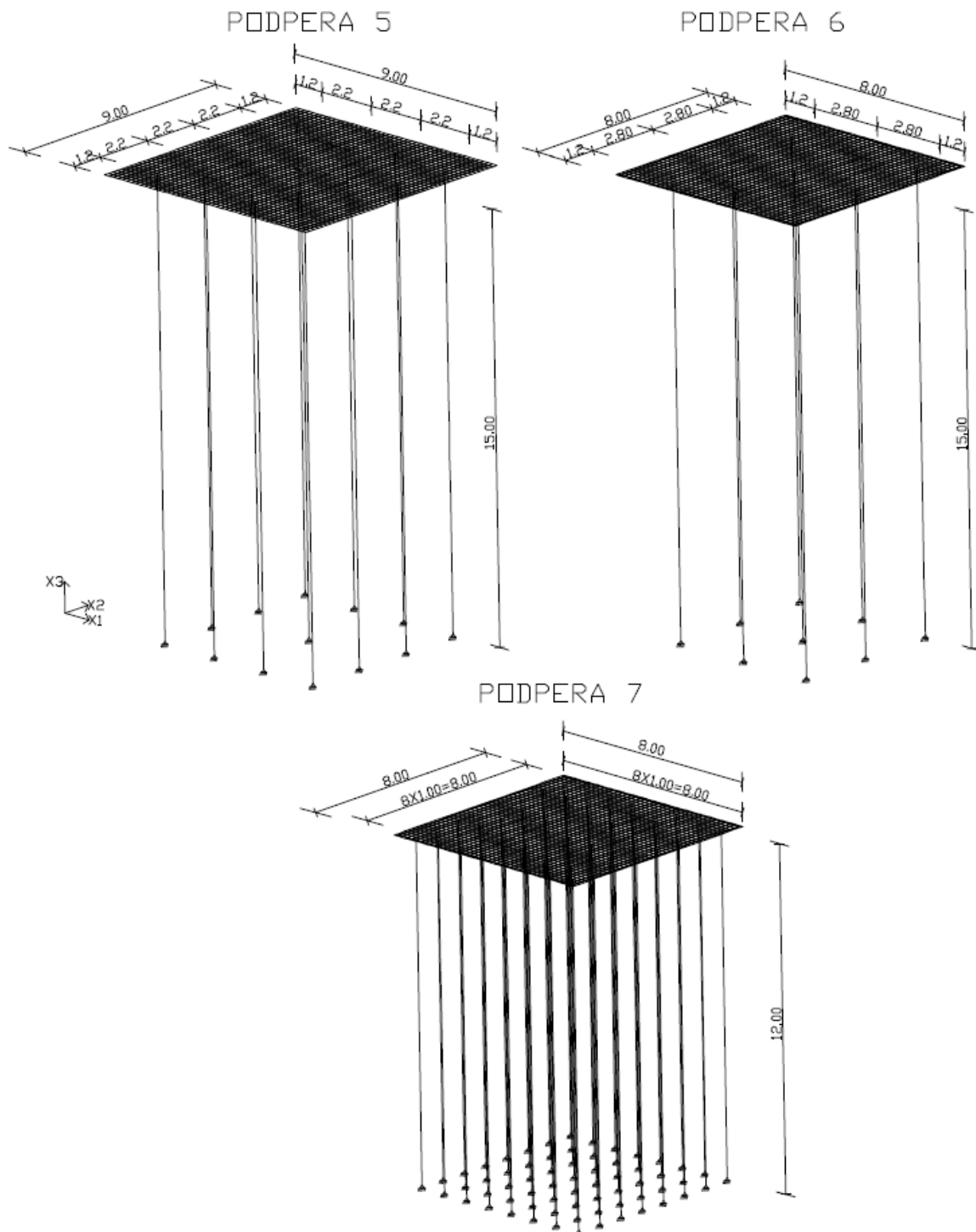
č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	$\Delta\epsilon$ [-]	$s_{r,max}$ [mm]	w [mm]	Posouzení
1	Eqp	-13912,00	4572,00→4845,19	8446,00→8950,67	$25,2 \cdot 10^{-6}$	0,323	0,008	Vyhovuje
Maximální povolená šířka w_{max}							0,300	

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE**

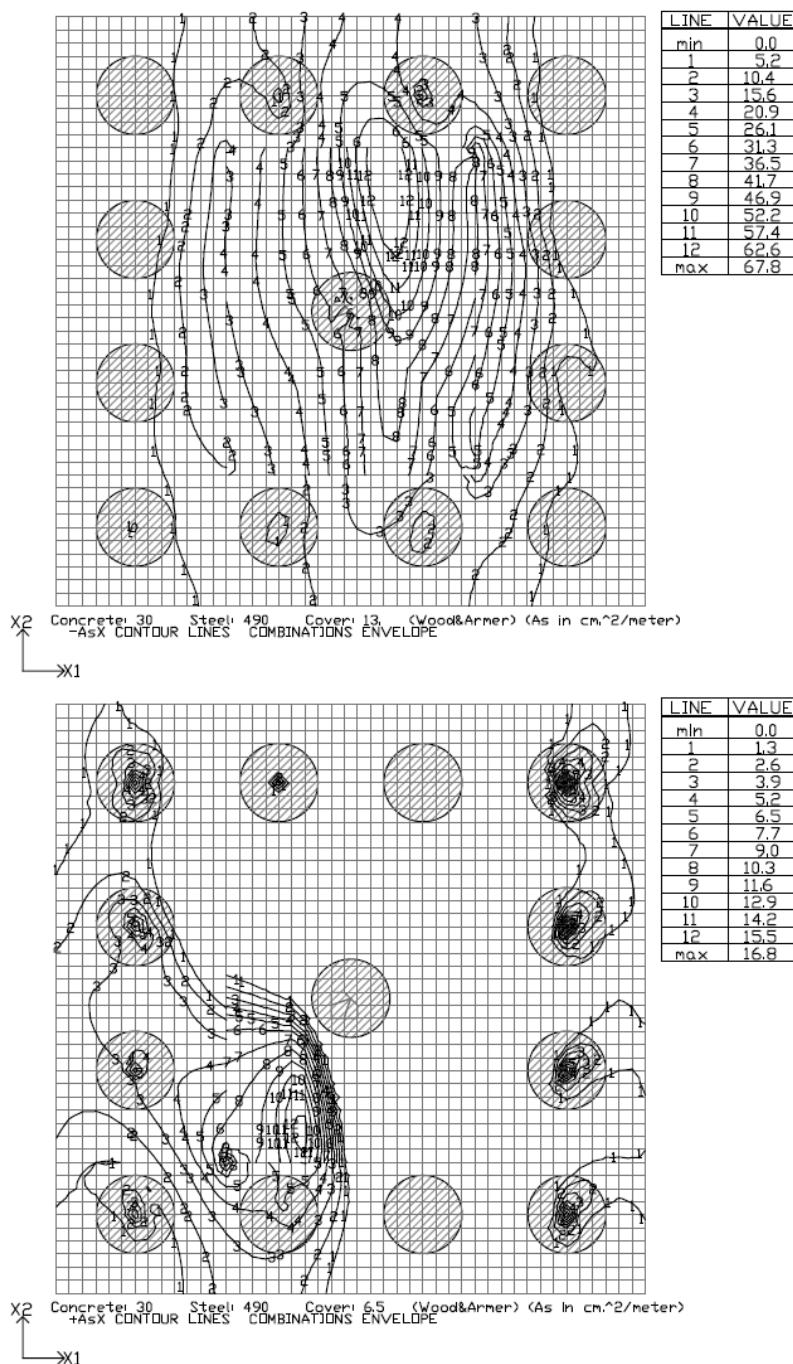
VYHOVUJE

4.4. Návrh výstuže v základoch podpier

Pre návrh výstuže v hlavici bol použitý doskový MKP model v systéme Strap. Vybraný bol základ piliera 5, 6 a 7, tieto základy boli zaťažené účinkami drieku piliera (so zohľadnením vzperu). Geometria výpočtových modelov:



4.4.1. Základ P5 – výstuž v smere X1



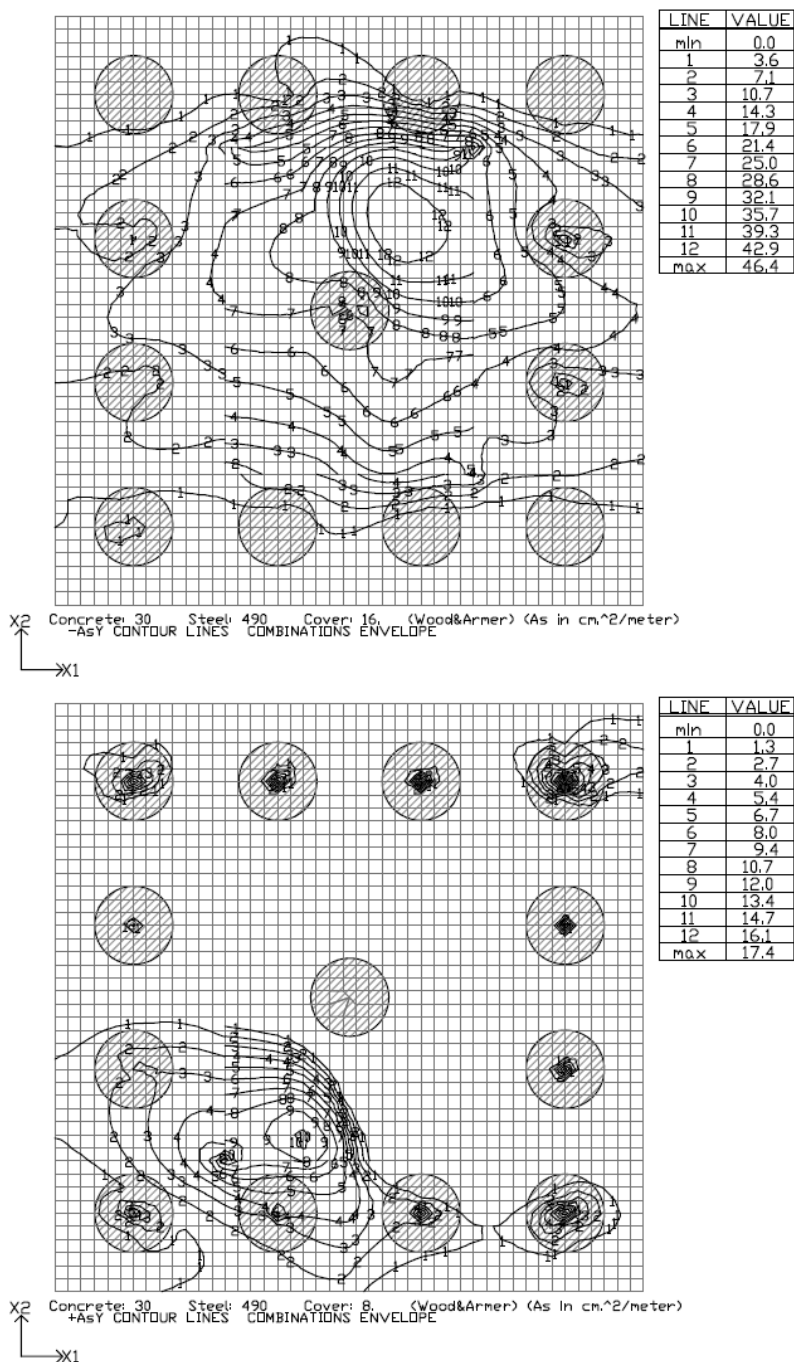
Pozn.: -Asx – hodnoty pre spodný povrch, +Asx – hodnoty pre horný povrch.

V horizontálnom smere X1 pri spodnom povrchu sú v základoch navrhnuté profily $\phi 32\text{mm}$ á 150mm ($A_s=53,6\text{cm}^2$), v druhej vrstve á 300mm ($A_s=26,8\text{cm}^2$), pri hornom povrchu $\phi 25\text{mm}$ á 150mm ($A_s=32,7\text{cm}^2$).

Minimálny stupeň vystuženia pre výstuž v smere X1 (spodný povrch):

$$A_{s,\min}=0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 1,94 \cdot 2,9 / 500 = 29,2\text{cm}^2.$$

4.4.2. Základ P5 – výstuž v smere X2



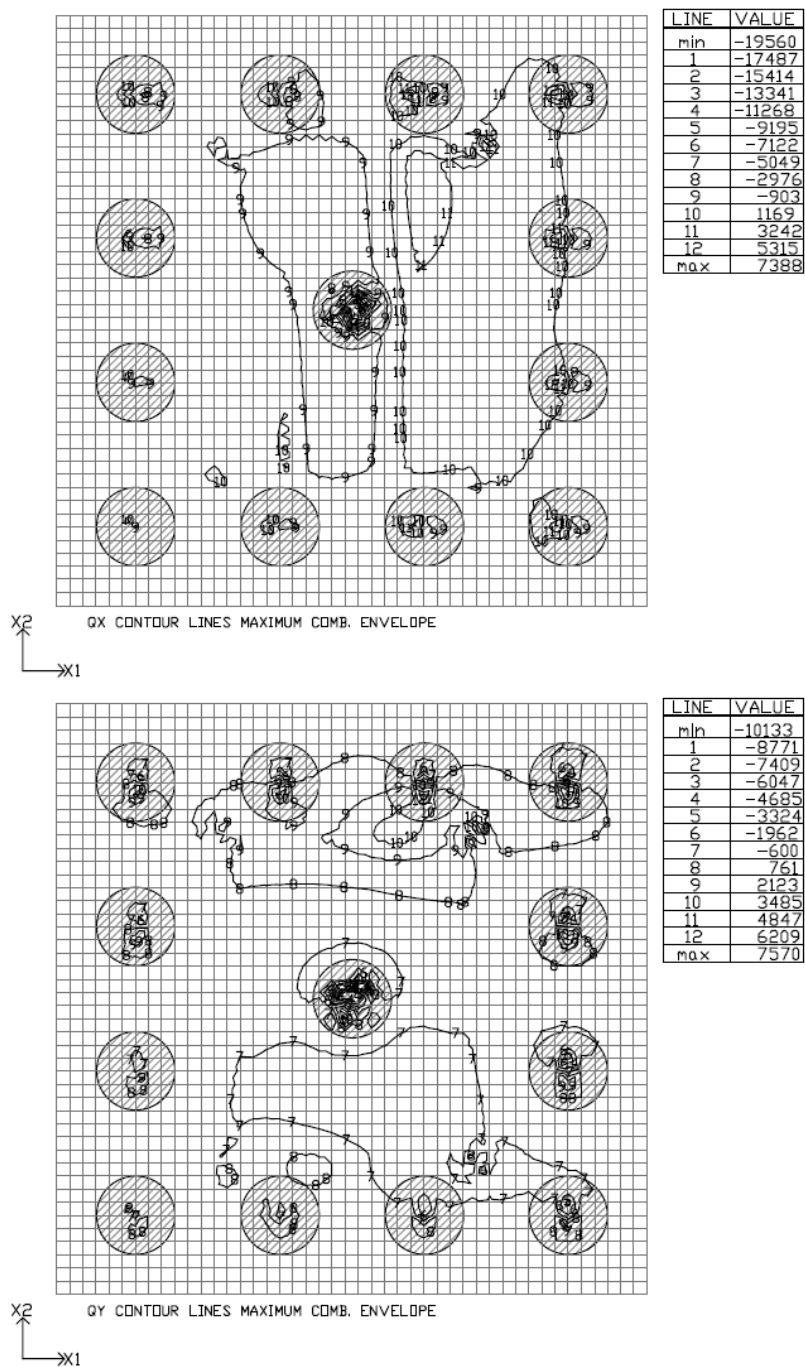
Pozn.: -Asy – hodnoty pre spodný povrch, +Asy – hodnoty pre horný povrch.

V horizontálnom smere X2 pri spodnom povrchu sú v základoch navrhnuté profily $\phi 32\text{mm}$ á 150mm ($A_s=53,6\text{cm}^2$), v druhej vrstve á 300mm ($A_s=26,8\text{cm}^2$), pri hornom povrchu $\phi 25\text{mm}$ á 150mm ($A_s=32,7\text{cm}^2$).

Minimálny stupeň vystuženia pre výstuž v smere X1 (spodný povrch):

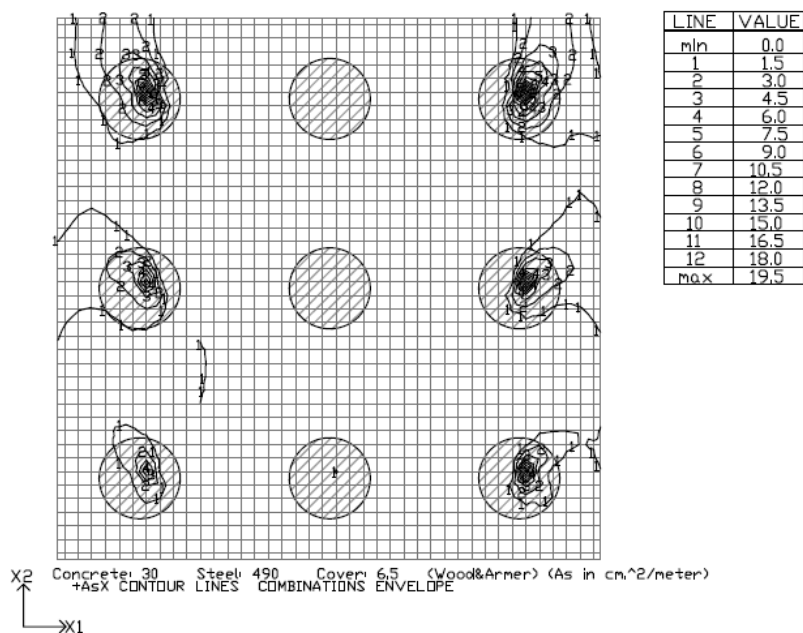
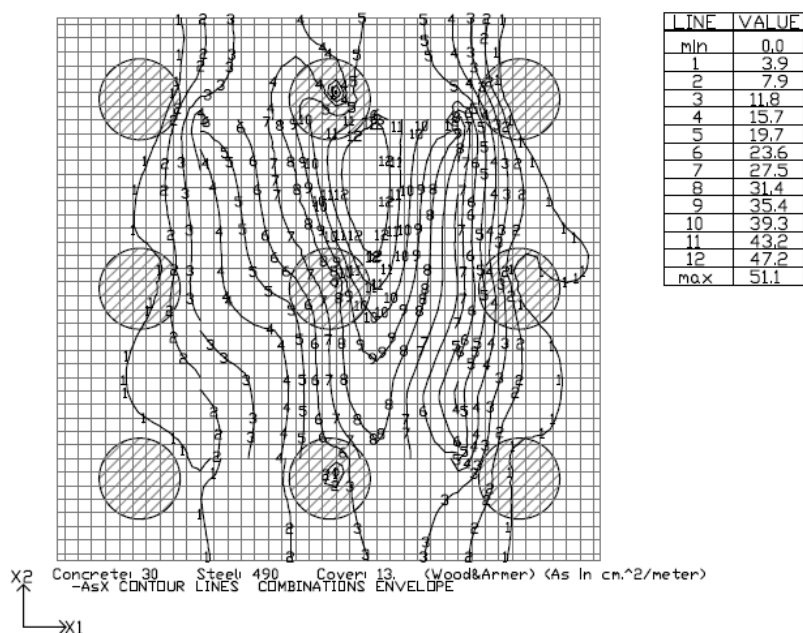
$$A_{s,\min}=0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 1,94 \cdot 2,9 / 500 = 29,2\text{cm}^2.$$

4.4.3. Základ P5 – šmykové sily



Šmykové sily budú prenesené čiastočne tlakovou diagonálou (1/3) a čiastočne šmykovou výstužou (2/3). V oblasti kontrolného obvodu vzdialeného $0,5d=0,97\text{m}$ sú navrhnuté strmene $\phi 14\text{mm}$ á $300/300\text{mm}$ s celkovou únosnosťou 3,9MN.

4.4.4. Základ P6 – výstuž v smere X1



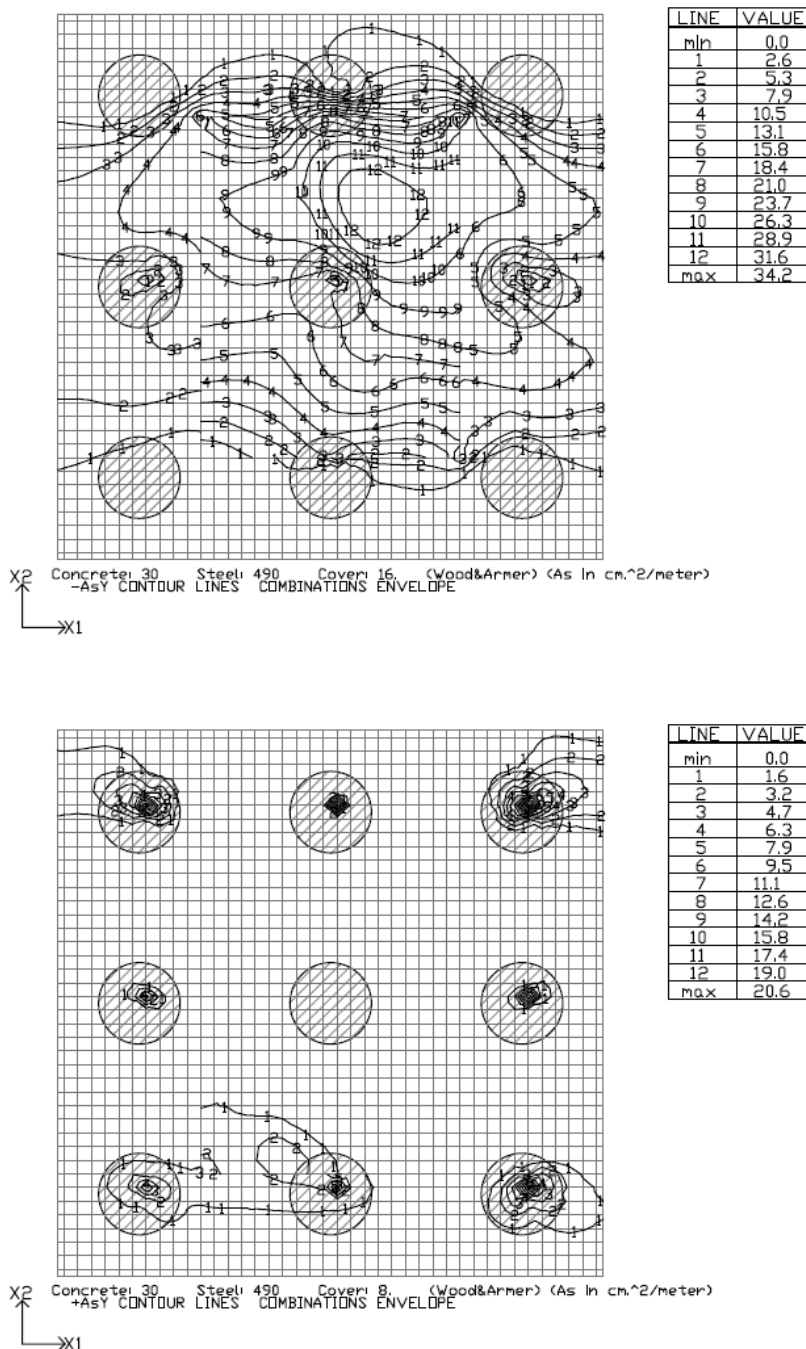
Pozn.: -Asx – hodnoty pre spodný povrch, +Asx – hodnoty pre horný povrch.

V horizontálnom smere X1 pri spodnom povrchu sú v základoch navrhnuté profily $\phi 28\text{mm}$ á 150mm ($A_s=41,1\text{cm}^2$), v druhej rade profily $\phi 28\text{mm}$ á 300mm ($A_s=20,5\text{cm}^2$), pri hornom povrchu $\phi 25\text{mm}$ á 150mm ($A_s=32,7\text{cm}^2$).

Minimálny stupeň vystuženia pre výstuž v smere X1 (spodný povrch):

$$A_{s,\min}=0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 1,94 \cdot 2,9 / 500 = 29,2\text{cm}^2.$$

4.4.5. Základ P6 – výstuž v smere X2



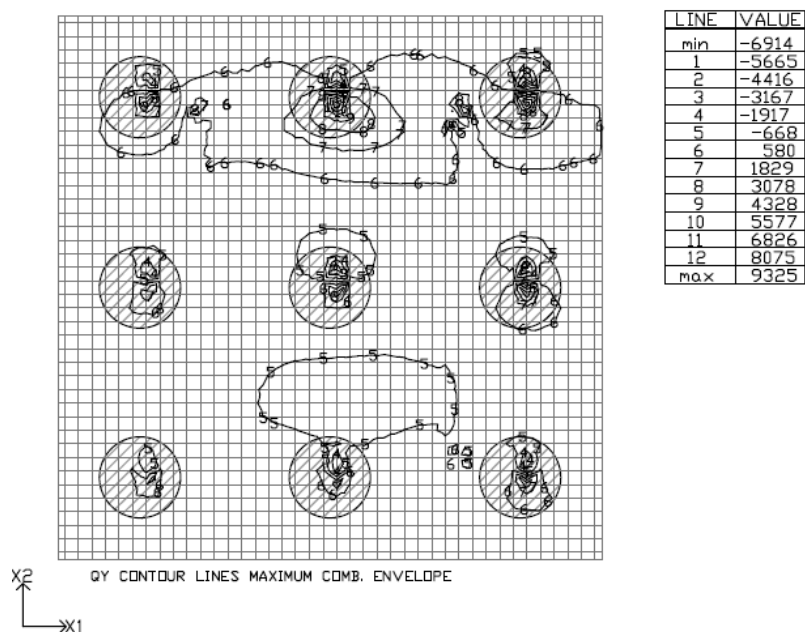
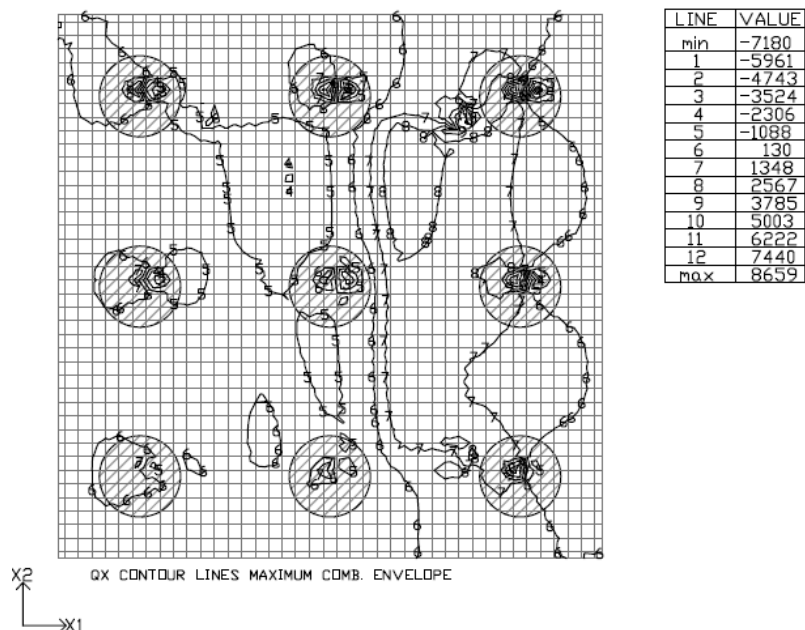
Pozn.: -Asy – hodnoty pre spodný povrch, +Asy – hodnoty pre horný povrch.

V horizontálnom smere X2 pri spodnom povrchu sú v základoch navrhnuté profily $\phi 28\text{mm}$ á 150mm ($A_s=41,1\text{cm}^2$), v druhej rade profily $\phi 28\text{mm}$ á 300mm ($A_s=20,5\text{cm}^2$), pri hornom povrchu $\phi 25\text{mm}$ á 150mm ($A_s=32,7\text{cm}^2$).

Minimálny stupeň vystuženia pre výstuž v smere X1 (spodný povrch):

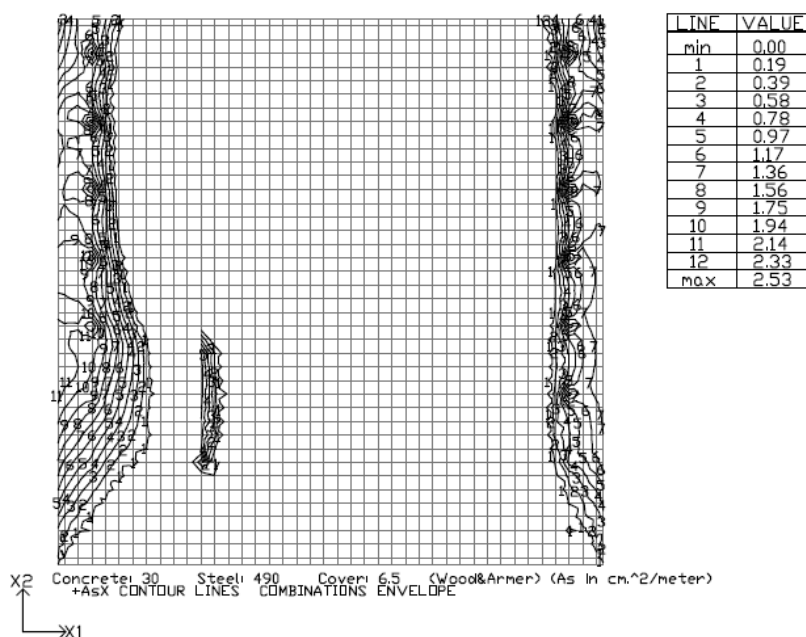
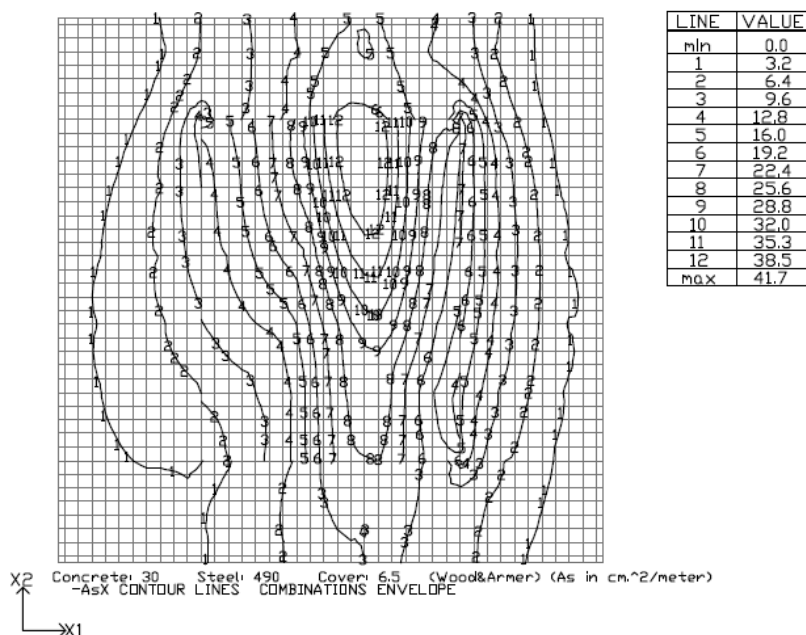
$$A_{s,\min}=0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 1,94 \cdot 2,9 / 500 = 29,2\text{cm}^2.$$

4.4.6. Základ P6 – šmykové sily



Šmykové sily budú prenesené čiastočne tlakovou diagonálou (1/3) a čiastočne šmykovou výstužou (2/3). V oblasti kontrolného obvodu vzdialeného $0,5d=0,97\text{m}$ sú navrhnuté strmene $\phi 14\text{mm}$ á $300/300\text{mm}$ s celkovou únosnosťou 3,9MN.

4.4.7. Základ P7 – výstuž v smere X1



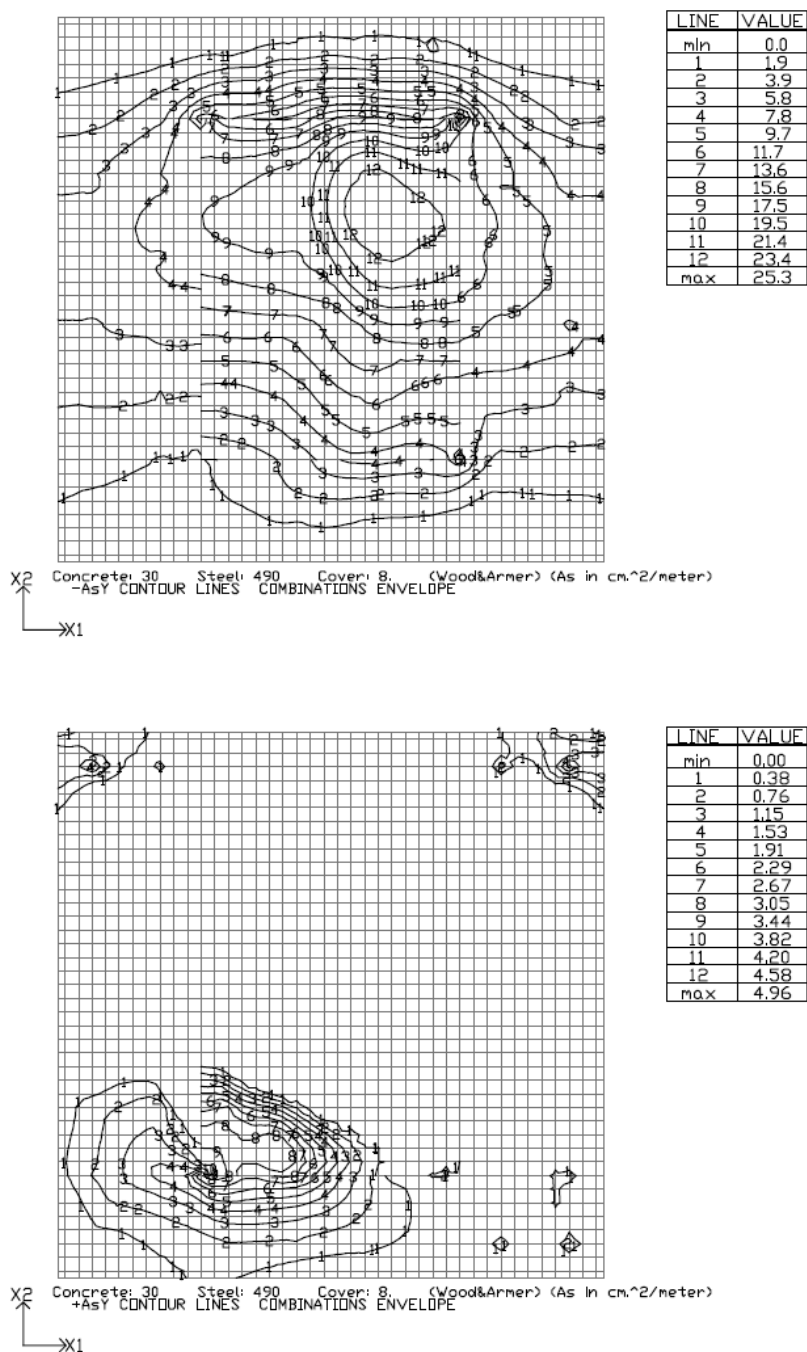
Pozn.: -Asx – hodnoty pre spodný povrch, +Asx – hodnoty pre horný povrch.

V horizontálnom smere X1 pri spodnom povrchu sú v základoch navrhnuté profily $\phi 28\text{mm}$ á 150mm ($A_s=41,1\text{cm}^2$), pri hornom povrchu $\phi 25\text{mm}$ á 150mm ($A_s=32,7\text{cm}^2$).

Minimálny stupeň výstuženia pre výstuž v smere X1 (spodný povrch):

$$A_{s,\min}=0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 1,94 \cdot 2,9 / 500 = 29,2\text{cm}^2.$$

4.4.8. Základ P7 – výstuž v smere X2



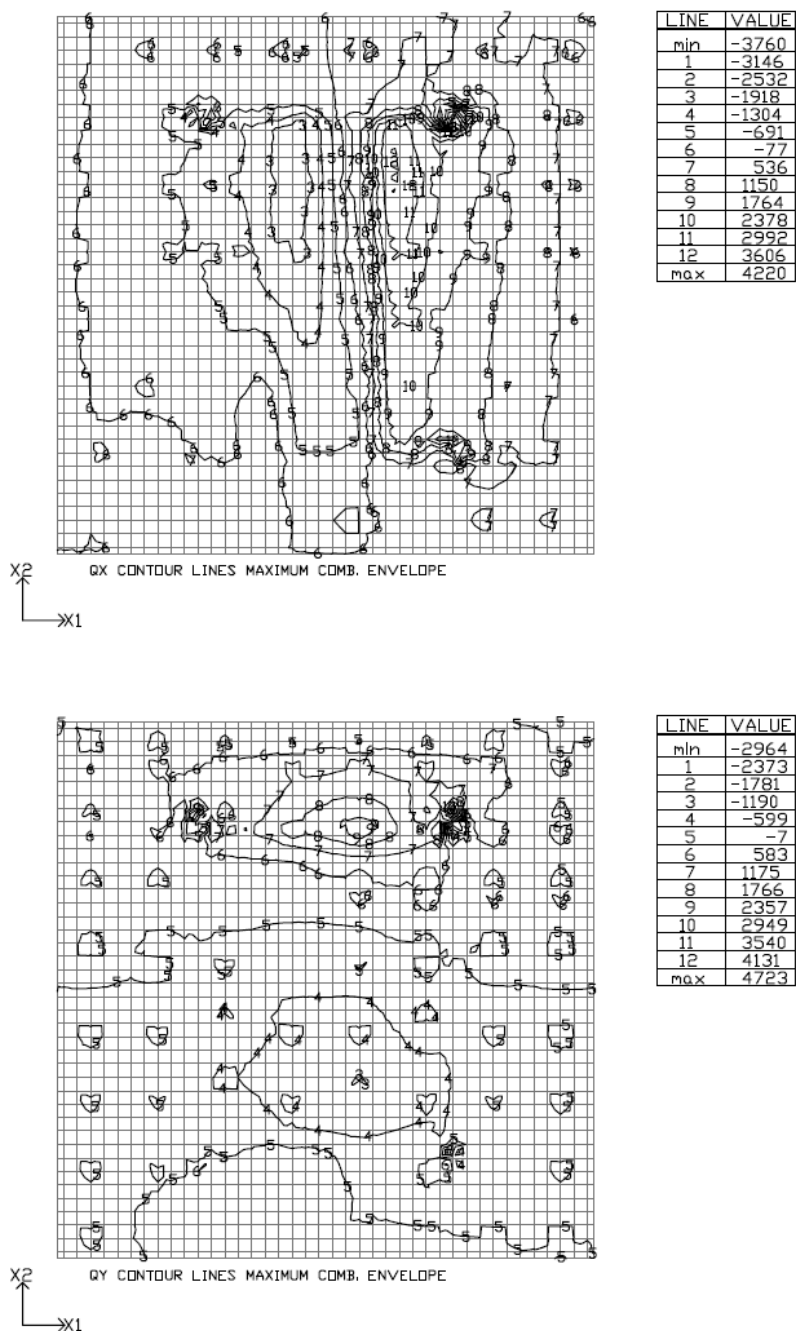
Pozn.: -Asy – hodnoty pre spodný povrch, +Asy – hodnoty pre horný povrch.

V horizontálnom smere X2 pri spodnom povrchu sú v základoch navrhnuté profily $\phi 28\text{mm}$ á 150mm ($A_s=41,1\text{cm}^2$), pri hornom povrchu $\phi 25\text{mm}$ á 150mm ($A_s=32,7\text{cm}^2$).

Minimálny stupeň vystuženia pre výstuž v smere X1 (spodný povrch):

$$A_{s,\min}=0,26 \cdot b \cdot d \cdot f_{ctm} / f_{yk} = 0,26 \cdot 1,0 \cdot 1,94 \cdot 2,9 / 500 = 29,2\text{cm}^2.$$

4.4.9. Základ P7 – šmykové sily



Šmykové sily budú prenesené čiastočne tlakovou diagonálou (1/3) a čiastočne šmykovou výstužou (2/3). V oblasti kontrolného obvodu vzdialeného $0,5d=0,97\text{m}$ sú navrhnuté strmene $\phi 14\text{mm}$ á $300/300\text{mm}$ s celkovou únosnosťou 3,9MN.

5. Záver

Spodná stavba bola navrhnutá v zmysle spoločných noriem pre navrhovanie STN EN, jednotlivé posudky vyhoveli na medzný stav únosnosti ako aj medzný stav použiteľnosti.

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 10.4.2015

Ing. Andrej Prítula, PhD.,

Ing. Peter Paulík, PhD.

Statický výpočet nosnej konštrukcie mosta
Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina
202-00 Most nad údolím v km 3,100
Seizmický výpočet

Vypracoval: prof. Ing. Jaroslav Halvonik, PhD.

 Ing. Andrej Prítula, PhD.

Bratislava 05/2015

Obsah

Úvod	3
1. Popis konštrukcie mostného objektu	3
2. Seizmická analýza konštrukcie a výpočtový model.....	4
3. Zaťaženie	5
3.1 Vlastná tiaž.....	5
3.2 Vozovka	5
3.3 Rímky a mostné príslušenstvo	5
3.4 Premenné zaťaženie.....	5
3.5 Seizmické zaťaženie.....	5
3.6 Kombinácie zaťažení	6
4. Výpočet vnútorných síl a overenie odolnosti pilierov.....	6
4.1 Vnútorné sily.....	6
4.2 Návrhové hodnoty zaťaženia v päte piliera.....	7
5. Ohybová a šmyková odolnosť.....	8
5.1 Betón.....	8
5.2 Betonárska výstuž.....	8
5.3 Vystuženie odolnosť pilierov	9
5.3.1 Pilier P5	10
5.3.2 Pilier P7 (pilieri P2 až P4, P6 až P8).....	15
Literatúra	9

Úvod

Predmetom statického výpočtu je overenie odolnosti mostných pilierov objektu č. 202-00 na účinky seizmického zaťaženia a výpočet vnútorných síl na základy od seizmického zaťaženia.

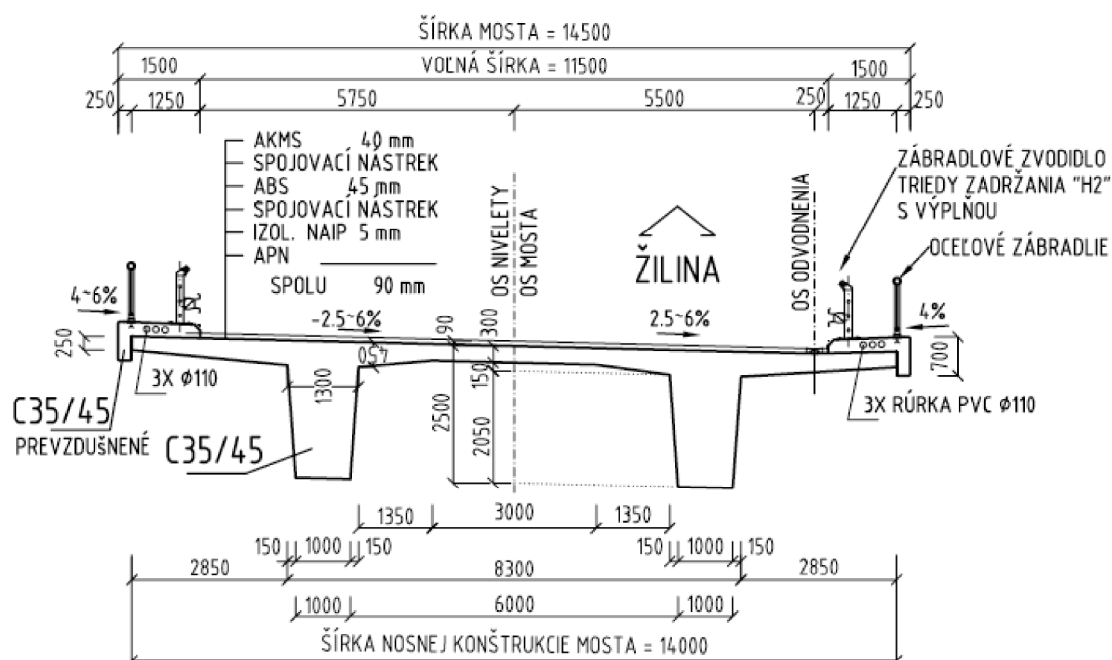
1 Popis konštrukcie mostného objektu

Premostenie je riešené kolmým monolitickým predpätým trámovým osemkoľovým mostom s rozpätiami polí 32,0 + 6 × 40,0 + 32,0 m. Nosná konštrukcia je navrhnutá ako spojitý trámový nosník z monolitického predpätého betónu C35/45 XC4, XD1, XF2. Priečny rez tvoria dva plnostenné trámové nosníky výšky 2,50 m, ktoré sú v hornej časti vzájomne spojené doskou. Šírka stien sa mení po výške od 1 m do 1,3 m v zvislom smere, pozri obr.1.1 a obr.1.2. Minimálna hrúbka dosky je 0,3 m medzi stenami a 0,25 m na konci konzolových častí. Nad podperami sú priečniky hrúbky 2,0 m, nad krajnými oporami 2,0 m. Priečny rez mostom je znázornený na obr.1.1.

Most je podopieraný stenovými 7 piliermi šírky 5 m a hrúbky 1,8 m. Dĺžka pilierov je premenná, pozri tab.1.1. Pilieri sú votknuté do základovej dosky prostredníctvom prahu rozmeru 3,8 × 5,0 × 1,0 m. Pilieri sú navrhnuté z betónu C30/37, XC4, XD1, XF2.

Tab 1.1 Dĺžky pilierov merané v osi mosta

Pilier č.	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
dĺžka v [m]	7,09	8,89	10,19	12,04	13,83	13,73	7,89



Obr.1.1 Typický priečny rez mosta v strede rozpätia

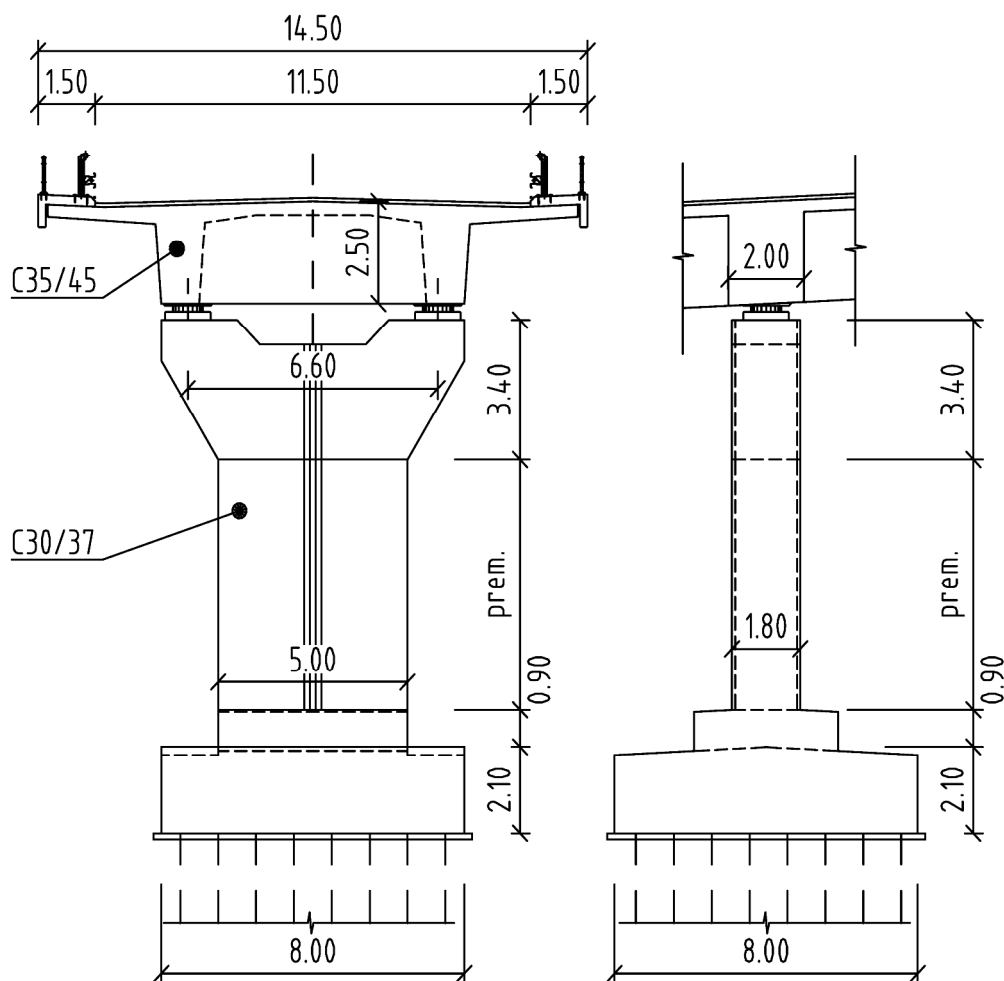
Základovú konštrukciu tvoria základové dosky rozmeru $8,0 \times 8,0 \times 2,0$ m s výnimkou piliera č.5 kde bola doska zväčšená na $9,0 \times 9,0 \times 2,0$ m. Základové dosky sú podopreté mikropilótami a navrhnuté z betónu C30/37 XA1, XC2 .

Opory mosta sú navrhnuté vo forme úložného prahu. Úložný prah opory č.1 má v mieste ložísk výšku 2,5 m, dĺžku 4,0 m a šírku 14 m. Záverný múrik má hrúbku 1,2 m a výšku 2,9 m. Opora je založená hĺbkovo na 24 šikmých mikropilotách s odklonom od zvislice 12°. Krídla opory sú založené na 4 mikropilotách a majú šírku 1,25 m, dĺžku 4 m a výšku premennú od 5,0 po 5,2 m. Úložný prah opory č.9 má v mieste ložísk premennú výšku 2,92 po 2,08 m, dĺžku 4,0 m a šírku 14 m. Opora je založená hĺbkovo na 24 šikmých mikropilotách s odklonom od zvislice 12°. Krídla sú rozdielne.

Úložne prahy sú navrhnuté z betónu C30/37, XC4, XD1. Prechodové dosky majú hrúbku 250 mm a dĺžku 6.0 m sú z betónu C25/30 XC2, XF2.

Vozovka na moste má hrúbku 90 mm. Šírka medzi cestnými záchytnými zariadeniami je 11,50 m. Na oboch stranách mosta sa nachádza revízný chodník šírky 750 mm s oceľovým zvodidlom a zábradlím, pozri.1.1. Hrúbka betónových rímsových chodníkov je 240 mm. Rozmer zavesenej časti rímsy je 250 × 700 mm. Rímsy sú navrhnuté z betónu C35/45, XC4 XD3 XF4.

Most bude uložený na hrncovými ložiskách. Pevne ložiská pre pozdĺžny smer budú na pilieri č.5. Usmernené ložiska s pohybom v pozdĺžnom smere mosta a všesmerné ložiska budú na ostatných pilieroch a oporách. Natočenie ložísk v pôdorysne zakrivenej časti mosta bude nasledovné: na opore tak aby pohyb mosta prebiehal kolmo na MZ, na pilieroch č.6, č.7, č.8 budú usmernené ložiska natočene o uhol α vzhľadom na spojnicu ložiska s pevným ložiskom na pilieri č.5. Uhol α je uhol, ktorý zvierajú spojnice usmerneného ložiska na opore č.9 s pevným ložiskom na pilieri č.5.



Obr.1.2 Uloženie mosta na pilier

Pevné ložiská pre pozdĺžny smer sú navrhnuté na podpere č.5. Jedno usmernené a jedno všesmerné ložisko je navrhnuté na ostatných pilieroch a oporách.

2. Seizmická analýza konštrukcie a výpočtový model

Analýza konštrukcie bola urobená v zmysle noriem [1] STN EN 1998-1 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť, časť 1: Všeobecné pravidla a pravidla pre budovy ; [2] STN EN 1998-2 Navrhovanie konštrukcií na seizmickú odolnosť časť 2: Mosty a [3] STN EN 1992-1-1 Navrhovanie betónových konštrukcií, časť 1-1: Všeobecné pravidla a pravidla pre budovy. Seizmické zrýchlenie podložia bolo prevzaté z NA normy [1].

Výpočtový model konštrukcie bol vytvorený z prútových prvkov (horná stavba, piliere) a dosko-stenových prvkov (základové dosky, opory) v programe STRAP. Pri analýze seizmických účinkov sa uvažovalo s nahradením mikropilót pružinovými konštantami, ktoré zohľadňujú zvýšenú tuhosť podložia. Moduly pružnosti betónov boli uvažované v súlade s [3], t.j. pre betón triedy C40/50 $E_{cm} = 35000$ MPa a pre betón C30/37 $E_{cm} = 33000$ MPa.

3. Zaťaženie

3.1 Vlastná tiaž (G_0)

Vlastná tiaž konštrukcie bola počítaná s objemovou tiažou predpätého betónu $\gamma_{pc} = 25 \text{ kN/m}^3$.
 $g_{0k} = \gamma_{pc} A_c = 25 \cdot 12,46 = 311,4 \text{ kN/m}$

3.2 Vozovka (G_{11})

Hrúbka vozovky bola uvažovaná 90 mm s objemovou tiažou asfaltobetónu $\gamma_{ab} = 24 \text{ kN/m}^3$.
 $g_{11km} = 0,09 \cdot 24,0 = 2,16 \text{ kN/m}^2 \rightarrow g_{11k} = 11,50 \cdot 2,16 = 24,84 \text{ kN/m}$
 $g_{11k,sup} = 1,4 \cdot 0,09 \cdot 24,0 = 3,024 \text{ kN/m}^2$; $g_{11k,inf} = 0,8 \cdot 0,09 \cdot 24,0 = 1,73 \text{ kN/m}^2$

3.3 Rímky a mostné príslušenstvo (G_{12})

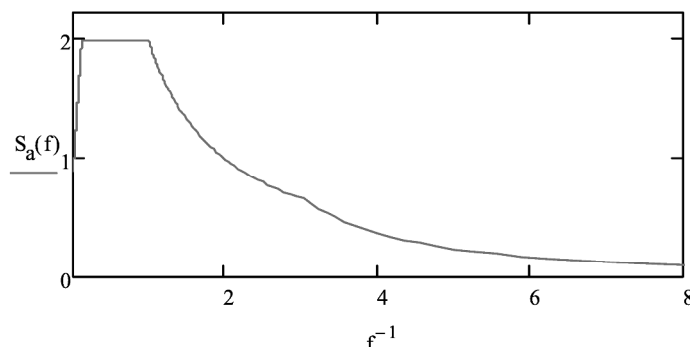
Plocha betónových rím: $A_{c1} = 0,475 \text{ m}^2$; $A_{c2} = 0,475 \text{ m}^2$; objemová tiaž ŽB: $\gamma_{fc} = 25 \text{ kN/m}^3$
zvodidlá: 0,8 kN/m ; zábradlie: 0,5 kN/m
 $g_{12k} = 25,0 \cdot (0,475 + 0,475) + 2 \cdot 0,8 + 2 \cdot 0,5 = 26,35 \text{ kN/m}$

3.4 Premenné zaťaženia

Premenným zaťažením od dopravy, vetra pri výpočte účinkov od seizmického zaťaženia nie je potrebné uvažovať, t.j. $\psi_2 = 0$. Rovnako účinky nepriamych zaťažení od poklesu podpier, teploty, zmrašťovania a dotvarovania betónu nie je potrebné uvažovať v seizmických návrhových kombináciách , pozri STN EN 1998-2.

3.5 Seizmické zaťaženie

Vodorovné zaťaženie od seizmických účinkov bolo generované programom Strap. Na určenie vodorovného zaťaženia od seizmických účinkov bol použitý pružno-lineárny viactvarový výpočet s uvažovaním návrhového spektra odozvy. Návrhové spektrá odozvy boli určené podľa STN EN 1998-1/NA, pričom sa uvažovalo s nasledujúcimi vstupnými údajmi:



Obr.3.1 Návrhové spektrum odozvy pre kategóriu podložia C

Boli predpokladané nasledujúce parametre pre seizmickú analýzu:

- Referenčné seizmické zrýchlenie a_{gR} pre kategóriu podložia A: $a_r = 0,63 \text{ m/s}^2$
- Kategória podložia: **C**
- Návrhové seizmické zrýchlenie : $a_g = 1,25 \cdot a_r = 0,788 \text{ m/s}^2$
- Súčiniteľ významnosti pre triedu dôležitosti CC2: $\gamma = 1,0$

Kde: $S_a(f)$ – návrhové spektrum odozvy – horizontálny smer

f – frekvencia a f^{-1} – perióda T

3.6 Kombinácie zaťažení

Návrhové kombinácie s uvažovaním seizmického zaťaženia boli vypočítané s použitím nasledujúcich kombinácií zaťažení:

$$\gamma_G(G_{0k} + G_{1k,sup}) + \gamma(\pm A_{E,prieč} \pm 0,30.A_{E,pozdl})$$

$$\gamma_G(G_{0k} + G_{1k,sup}) + \gamma(\pm 0,30.A_{E,prieč} \pm A_{E,pozdl})$$

Kde: G_{0k} sú účinky od vlastnej tiaže konštrukcie;

$G_{1k,sup}$ – účinky od tiaže zvršku horný fraktíl;

$A_{E,pozdl}$ – účinky seizmického zaťaženia v pozdĺžnom smere;

$A_{E,prieč}$ – účinky seizmického zaťaženia v priečnom smere;

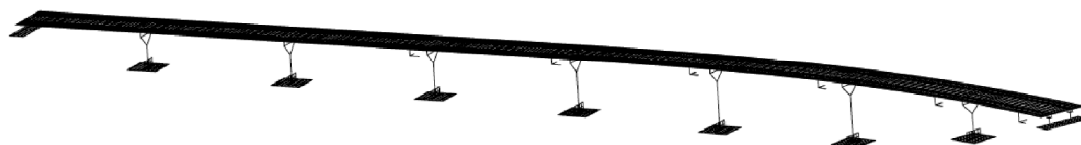
γ_G – parciálny súčiniteľ spoľahlivosti stáleho zaťaženia $\gamma_G = 1,0$;

γ – súčiniteľ významnosti konštrukcie, $\gamma = 1,0$.

4. Výpočet vnútorných síl a overenie odolnosti pilierov

4.1 Vnútorné sily

Na výpočet vnútorných síl bol použitý program pracujúci metódou konečných prvkov *STRAP*. Rozhodujúce vnútorné sily pre overenie ohybovej odolnosti pilierov sú zhrnuté v tab.4.2 až tab.4.3. Sily boli vypočítané so súčiniteľom správania $q = 1,0$ pre všetky podpory okrem podpory P5. V prípade podpory P5, kde bola konštrukcia uvažovaná ako poddajná bolo uvažované $q = 2,5 \leq 3,5$ ak hlavný smer zrýchlenia je totožný s pozdĺžnou osou mosta X1, $q = 1,5$ ak dominuje smer X2 a pre overenie zakladania $q = 1,0$. Pre zaistenie duktilného pôsobenia bola podpera P5 v mieste plastického kĺbu zosilnená prídavnou priečnou výstužou pre dosiahnutie ovinnutia piliera.



Obr.4.1 Model mosta použitý pre dynamickú analýzu



Obr.4.2 Prvý vlastný tvar kmitania mosta

Tab.4.1 Frekvencie a periódy vlastného kmitania mosta

MODAL DATA : Eigenvalues				
Mode No.	Eigenvalue (Ω^2)	Natural Frequency	Period	Max translation Node-DOF
1	3.833	0.3116	3.20914	1862-1
2	33.794	0.9252	1.08084	1672-2
3	64.171	1.2749	0.78435	836-2
4	133.568	1.8394	0.54366	2603-2
5	210.066	2.3067	0.43351	20178-1
6	232.904	2.4289	0.41171	3002-2
7	240.008	2.4657	0.40557	1824-3
8	290.939	2.7147	0.36837	2660-3
9	361.522	3.0261	0.33046	3230-2

4.2 Návrhové hodnoty zaťaženia v päte pilierov

Výrobné imperfekcie z nepresnosti osadenia ložiska boli uvažované $e_{i2} = \pm 30 \text{ mm}$ a z nepresnosti výstavby hodnotou e_{i2} .

$$e_{i1} = \frac{2}{\sqrt{\ell_p}} \theta_0 \cdot \ell_p$$

Kde: $\theta_0 = 1/200 \text{ rad}$

ℓ_p – dĺžka piliera bez náliatku

Tab.4.1 Výrobné imperfekcie pilierov

Pilier		P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8
Dĺžka ℓ_p	[m]	7,09	8,89	10,19	12,04	13,83	13,73	7,89
e_{i1}	[mm]	27	30	32	35	37	37	28

Návrhový ohybový moment v päte piliera:

$$M_{Edx} = (-1) \cdot N_{Ed} \cdot [e_{i1} + e_{i2} + \text{abs}(d_{Ady})] + \text{abs}(M_{Adx})$$

$$M_{Edy} = (-1) \cdot N_{Ed} \cdot [e_{i1} + e_{i2} + \text{abs}(d_{Adx})] + \text{abs}(M_{Ady})$$

N_{Ed} – návrhová osová sila v päte piliera od seizmickej návrhovej kombinácie,

$M_{Adx(y)}$ – ohybový moment od seizmických návrhových kombinácií v päte piliera, ktorý otáča okolo osi X2 (X1), pozri prílohu „A“,

$d_{Adx(y)}$ – posun hlavy piliera od seizmických návrhových kombinácií v smere osi X1 (X2) pre súčiniteľ správania $q = 1,0$, pozri prílohu „A“,

d_{rqd} – maximálna vodorovná výchylka hlavy piliera v smere osi x pri seizmickej návrhovej udalosti vypočítaná s $q = 1,0$; $d_{rqd} = 143 \text{ mm}$,

X1 \equiv x ; X2 \equiv y

Tab.4.2 Návrhové hodnoty vnútorných síl v päte piliera P5

komb.	pilier P5 q = 1,5 (12 m)					pilier P5 q = 2,5 (12 m)				
	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1
K1						-16333	44	2361	29446	-1016
K2						-16317	-1076	-1028	-12754	14767
K3						-16329	1266	-315	-3911	-16758
K4						-16321	-1262	322	4070	16940
K5	-16312	-1796	-1717	-21321	24563					
K6	-16331	2109	-528	-6575	-28005					
K7	-16318	-2105	535	6733	28187					
K8	-16337	1800	1724	21479	-24381					

Legenda: X1 – pozdĺžna os mosta x, X2 – priečna os mosta y

Momenty otáčajú okolo príslušnej osi

Tab.4.3 Návrhové hodnoty vnútorných síl v päte pilierov

Sily v päte piliera [kN], [kN.m] $q = 1,0$										
komb.	pilier P2 (7 m)					pilier P3 (9 m)				
	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1
K5	-15128	-1439	1	52	13033	-15688	-2178	2	102	24036
K6	-15154	1208	-1	-60	-11078	-15647	2421	-1	-114	-26637
K7	-15137	-1255	1	59	11407	-15664	-2428	1	114	26741
K8	-15163	1391	-1	-52	-12705	-15623	2171	-2	-102	-23933
komb.	pilier P4 (10 m)					pilier P6 (14 m)				
	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1
K5	-15757	-2856	6	135	34577	-16691	-2069	-582	-6946	32047
K6	-15856	3131	-7	-149	-37893	-16594	1863	218	3599	-28813
K7	-15843	-3129	7	151	37982	-16595	-1841	-214	-3406	29121
K8	-15942	2858	-6	-133	-34488	-16499	2090	586	7139	-31738
komb.	pilier P7 (14 m)					pilier P8 (8 m)				
	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1
K5	-16768	-2679	-335	-4541	41661	-15353	-1932	-100	-795	19425
K6	-16676	2985	374	5170	-45721	-15396	2190	114	929	-21393
K7	-16792	-2980	-373	-5057	46282	-15344	-2256	-117	-930	22561
K8	-16700	2683	336	4654	-41100	-15387	1866	97	794	-18258
komb.	pilier P5 $q = 1,0$ (12 m)					pilier P5 $q = 1,0$ pre zakladanie				
	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1	N	Vx2	Vx1	Mx2	Mx1
K1	-16304	-103	-5891	-73337	2858	-16304	-103	-3650	-43700	2858
K2	-16313	1654	-5356	-66705	-20785	-16313	1654	3650	43700	-20785
K3	-16336	-1649	5363	66863	20968	-16336	-1649	-3650	-43700	20968
K4	-16345	107	5898	73495	-2676	-16345	107	3650	43700	-2676
K5	-16305	-2693	-2576	-32004	36781	-16305	-2693	-2576	-32004	36781
K6	-16334	3161	-793	-9897	-42032	-16334	3161	-793	-9897	-42032
K7	-16315	-3157	801	10056	42214	-16315	-3157	801	10056	42214
K8	-16344	2697	2583	32163	-36599	-16344	2697	2583	32163	-36599

Legenda: X1 – pozdĺžna os mosta x, X2 – priečna os mosta y
Momenty otáčajú okolo príslušnej osi

5. Ohybová a šmyková odolnosť pilierov

5.1 Betón

Návrhová pevnosť betónu v tlaku C30/37: $f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 1,0 \cdot 30 / 1,35 = 22,2 \text{ MPa}$

Medzné pomerné pretvorenie betónu: $\varepsilon_{cu3} = 0,0035$, bilineárny diagram $\varepsilon_{c3} = 0,0175$

5.2 Betonárska výstuž B500B

Charakteristická medza klzu ocele B500B, resp. B500C: $f_{yk} = 500 \text{ MPa}$

Návrhová pevnosť výstuže $f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 500 / 1,10 = 454,5 \text{ MPa}$

Použité návrhové diagramy napätie - pretvorenie sú na obr.5.41

5.3.1 Pilier P5

$$\begin{aligned}
 f_{ck} &:= 30 \cdot \text{MPa} & f_{yk} &:= 500 \cdot \text{MPa} & E_s &:= 200000 \cdot \text{MPa} & E_{cm} &:= 33000 \cdot \text{MPa} \\
 f_{yd} &:= \frac{f_{yk}}{1.1} & f_{cd} &:= \frac{f_{ck}}{1.35} & f_y &:= f_{yd} & f_t &:= 1 \cdot f_y & \varepsilon_{uk} &:= 0.05 & \varepsilon_y &:= \frac{f_y}{E_s} \\
 B &:= 5000 \cdot \text{mm} & H &:= 1800 \cdot \text{mm} & f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \cdot \text{MPa} & f_{ym} &:= 1.15 \cdot f_{yk} & L &:= 12 \cdot \text{m} \\
 d_{bL} &:= 25 \cdot \text{mm} & L_p &:= 0.1 \cdot L + \frac{0.015}{\text{MPa}} \cdot f_{yk} \cdot d_{bL} & L_p &:= 1.388 \cdot \text{m} \\
 b(z) &:= 5 \cdot \text{m} & A_c &:= \int_0^H b(z) \, dz & A_c &:= 9 \cdot \text{m}^2 & I_c &:= \int_0^H b(z) \cdot [(0.5 \cdot H - z)^2] \, dz & I_c &:= 2.43 \cdot \text{m}^4 \\
 \phi_{s1} &:= 25 \cdot \text{mm} & A_{s1} &:= 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{s1}^2 & n_s &:= 20 \\
 A_{s1} &:= 9 \cdot A_{s1} & d_{s1} &:= 150 \cdot \text{mm} & A_{s2} &:= 42 \cdot A_{s1} & d_{s2} &:= 76.5 \cdot \text{mm} & i &:= 3..9 \\
 A_{si} &:= 2 \cdot A_{s1} & d_{si} &:= d_{s_{i-1}} + 103 \cdot \text{mm} & A_{s_{10}} &:= 1 \cdot A_{s1} & d_{s_{10}} &:= 900 \cdot \text{mm} & d_{si} &:= \\
 i &:= 1..10 & A_{s_{i+10}} &:= A_{si} & d_{s_{i+10}} &:= H - d_{si} \\
 A_{s_{cel}} &:= \sum_{i=1}^{n_s} A_{si} & A_{s_{cel}} &:= 648 \cdot \text{cm}^2 & \rho &:= \frac{A_{s_{cel}}}{A_c} & \rho &:= 7.199 \times 10^{-3}
 \end{aligned}$$

0.18
0.282
0.385
0.488
0.591
0.694
0.797

m

Výpočet ohybovej odolnosti MRdsup

$$\begin{aligned}
 f_{yk} &:= f_{ym} & f_t &:= 1 \cdot f_y & \varepsilon_{uk} &:= 0.05 & \varepsilon_y &:= \frac{f_y}{E_s} & f_y &:= 575 \cdot \text{MPa} \\
 f_c &:= f_{cm} & f_c &:= 38 \cdot \text{MPa} & \varepsilon_{c3} &:= 0.00175 & E_{cm} &:= 33000 \cdot \text{MPa} \\
 i &:= 1..n_s & N_{Ed} &:= 16.3 \cdot \text{MN} & N_E &:= -N_{Ed} & \eta &:= \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{ck}} & \eta &:= 0.06 \\
 \varepsilon_{cmax} &:= 0.0035 & x &:= 200.33 \cdot \text{mm} & \varepsilon_{si} &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (d_{si} - x) & k_{si} &:= \frac{\varepsilon_{si}}{|\varepsilon_{si}|} & \varepsilon_c(z, x) &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (x - z) \\
 \sigma_{si} &:= \begin{cases} \left[\frac{f_t - f_y}{\varepsilon_{uk} - \varepsilon_y} \cdot (\varepsilon_{uk} - \varepsilon_{si}) + f_y \right] \cdot k_{si} & \text{if } |E_s \cdot \varepsilon_{si}| > f_y \\ E_s \cdot \varepsilon_{si} & \text{otherwise} \end{cases} & \sigma_c(z, x) &:= \begin{cases} f_c & \text{if } \varepsilon_c(z, x) > \varepsilon_{c3} \\ f_c \cdot \frac{\varepsilon_c(z, x)}{\varepsilon_{c3}} & \text{otherwise} \end{cases} \\
 F_s &:= \sum_{i=1}^{n_s} (A_{si} \cdot \sigma_{si}) & F_s &:= 12.246 \cdot \text{MN} & F_c &:= \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \, dz & F_s - F_c - N_E &:= -0.771 \cdot \text{kN} \\
 M_{Rysup} &:= \sum_{i=1}^{n_s} \left[A_{si} \cdot \sigma_{si} \cdot (d_{si} - 0.5 \cdot H) \right] + \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \cdot (0.5 \cdot H - z) \, dz & M_{Rysup} &:= 43.697 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \\
 V_C &:= \frac{M_{Rysup}}{L} & V_C &:= 3.641 \cdot \text{MN} & \text{Max vodorovna sila v smere x} & & & & &
 \end{aligned}$$

Overenie rotacnej kapacity

$$\begin{aligned}
 A_{scl} &= 647.953 \text{ cm}^2 & \omega_{wmin} &:= 0.18 & \lambda &:= 0.37 & A_c &= 9 \text{ m}^2 \\
 \phi_{st} &:= 14 \cdot \text{mm} & s_L &:= 120 \cdot \text{mm} & A_{st} &:= 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2 & c_{\text{st}} &:= 50 \cdot \text{mm} + 0.5 \cdot \phi_{st} \\
 u_c &:= 2 \cdot (B + H) & u_c &= 13.6 \text{ m} & \Delta A_c &:= c \cdot u_c & \Delta A_c &= 0.775 \text{ m}^2 & A_{cc} &:= A_c - \Delta A_c \\
 \frac{A_{cc}}{A_c} &= 0.914 & \eta_k &:= \frac{(-1) \cdot N_E}{A_c \cdot f_{ck}} & \eta_k &= 0.06 & \rho_1 &:= \frac{A_{scl}}{A_c} & \rho_1 &= 7.199 \times 10^{-3} \\
 \omega_{wreq} &:= \frac{A_c}{A_{cc}} \cdot \lambda \cdot \eta_k + 0.13 \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} \cdot (\rho_1 - 0.01) & \omega_{wreq} &= 0.017 & A_{sw} &:= 24 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{st}^2}{4} & \rho_w &:= \frac{A_{sw}}{B \cdot s_L} \\
 \omega_w &:= \rho_w \cdot \frac{f_{yd}}{f_{cd}} & \omega_w &= 0.126 > \frac{2}{3} \cdot \omega_{wmin} = 0.12 & \sigma_e &:= \rho_w \cdot f_{ym} & \sigma_e &= 3.541 \text{ MPa} \\
 \lambda_c &:= 2.254 \cdot \left(1 + 7.94 \cdot \frac{\sigma_e}{f_{cm}} \right)^{0.5} - \frac{2 \cdot \sigma_e}{f_{cm}} - 1.254 & \lambda_c &= 1.533 & f_{cmc} &:= \lambda_c \cdot f_{cm} \\
 \varepsilon_{cuc} &:= 0.004 + \frac{1.4 \cdot \rho_w \cdot f_{ym} \cdot 0.05}{f_{cmc}} & \varepsilon_{cuc} &= 0.008 & f_{cmc} &= 58.243 \text{ MPa} & f_{\text{st}} &:= f_{ym} & f_{\text{st}} &:= 1 \cdot f_y \\
 \varepsilon_{uk} &:= 0.05 & \varepsilon_{\text{st}} &:= \frac{f_y}{E_s} & f_{\text{st}} &:= f_{cm} & f_c &= 38 \text{ MPa} & i &:= 1..n_s & N_E &= -16.3 \text{ MN} \\
 \varepsilon_{\text{st}} &:= \varepsilon_{cuc} & x &:= 156.93 \cdot \text{mm} & \varepsilon_{s_i} &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (d_{s_i} - x) & k_{s_i} &:= \frac{\varepsilon_{s_i}}{|\varepsilon_{s_i}|} & \varepsilon_c(z, x) &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (x - z) \\
 \sigma_{s_i} &:= \begin{cases} \left[\frac{f_t - f_y}{\varepsilon_{uk} - \varepsilon_y} \cdot (\varepsilon_{uk} - \varepsilon_{s_i}) + f_y \right] \cdot k_{s_i} & \text{if } |E_s \cdot \varepsilon_{s_i}| > f_y \\ E_s \cdot \varepsilon_{s_i} & \text{otherwise} \end{cases} & \sigma_c(z, x) &:= \begin{cases} f_c & \text{if } \varepsilon_c(z, x) > \varepsilon_{c3} \\ f_c \cdot \frac{\varepsilon_c(z, x)}{\varepsilon_{c3}} & \text{otherwise} \end{cases} \\
 F_{\text{st}} &:= \sum_{i=1}^{n_s} (A_{s_i} \cdot \sigma_{s_i}) & F_s &= 10.354 \text{ MN} & F_{\text{st}} &:= \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \, dz & F_c &= 26.656 \text{ MN} \\
 F_s - F_c - N_E &= -1.871 \text{ kN} & \Phi_u &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} & \Phi_u &= 0.0526 \text{ m}^{-1} \\
 \varepsilon_{\text{st}} &:= 0.001108 & x &:= 479.93 \cdot \text{mm} & \varepsilon_{s_i} &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (d_{s_i} - x) & k_{s_i} &:= \frac{\varepsilon_{s_i}}{|\varepsilon_{s_i}|} & \varepsilon_c(z, x) &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (x - z) \\
 \sigma_{s_i} &:= E_s \cdot \varepsilon_{s_i} & \sigma_c(z, x) &:= \begin{cases} f_c & \text{if } \varepsilon_c(z, x) > \varepsilon_{c3} \\ f_c \cdot \frac{\varepsilon_c(z, x)}{\varepsilon_{c3}} & \text{otherwise} \end{cases} & \sigma_{s_{12}} &= 574.2 \text{ MPa} & f_y &= 575 \text{ MPa} \\
 F_{\text{st}} &:= \sum_{i=1}^{n_s} (A_{s_i} \cdot \sigma_{s_i}) & F_s &= 12.568 \text{ MN} & F_{\text{st}} &:= \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \, dz & F_c &= 28.867 \text{ MN} \\
 F_s - F_c - N_E &= 0.641 \text{ kN} & \Phi_y &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} & \Phi_y &= 2.309 \times 10^{-3} \text{ m}^{-1} \\
 \theta_{pu} &:= (\Phi_u - \Phi_y) \cdot L_p \cdot \left(1 - \frac{L_p}{2 \cdot L} \right) & \theta_y &:= \Phi_y \cdot \frac{L}{3} & \theta_u &:= \theta_y + \theta_{pu} \\
 L_p &= 1.388 \text{ m} & L &= 12 \text{ m} & \alpha_s &:= \frac{L}{d_{s_{12}}} & \alpha_s &= 6.963 > 2 \\
 d_{rqd} &:= 143 \cdot \text{mm} < \theta_u \cdot L = 899.8 \text{ mm}
 \end{aligned}$$

Výpočet ohybovej odolnosti MRdx

$$f_{cd} := f_{cd} \quad f_{yd} := f_{yd} \quad b(z) := H \quad A_c := \int_0^B b(z) dz \quad A_c = 9 \text{ m}^2$$

$$N_{Ed} = 16.3 \text{ MN} \quad \eta := \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{cd}} \quad \eta = 0.06 \quad n_s := 52 \quad \phi_{s1} := 25 \cdot \text{mm} \quad A_{s1} := 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{s1}^2$$

$$A_{s1} := 17 \cdot A_{s1} \quad d_{s1} := 77 \cdot \text{mm} \quad i := 2..24 \quad A_{si} := 2 \cdot A_{s1} \quad d_{si} := d_{s_{i-1}} + 101 \cdot \text{mm}$$

$$A_{s25} := 2 \cdot A_{s1} \quad d_{s25} := 1900 \cdot \text{mm} \quad A_{s26} := 1 \cdot A_{s1} \quad d_{s26} := 2500 \cdot \text{mm}$$

$$i := 1..26 \quad A_{s_{i+26}} := A_{si} \quad d_{s_{i+26}} := B - d_{si}$$

$$A_{s_{scel}} := \sum_{i=1}^{n_s} A_{si} \quad \rho := \frac{A_{s_{scel}}}{A_c} \quad \rho = 7.199 \times 10^{-3} \quad i := 1..n_s$$

$$\varepsilon_{s_{max}} := 0.0035 \quad x := 1084.55 \cdot \text{mm} \quad \varepsilon_{si} := \frac{\varepsilon_{c_{max}}}{x} \cdot (d_{si} - x) \quad k_{si} := \frac{\varepsilon_{si}}{|\varepsilon_{si}|} \quad \varepsilon_c(z, x) := \frac{\varepsilon_{c_{max}}}{x} \cdot (x - z)$$

$$\sigma_{si} := \begin{cases} \left[\frac{f_t - f_y}{\varepsilon_{uk} - \varepsilon_y} \cdot (\varepsilon_{uk} - \varepsilon_{si}) + f_y \right] \cdot k_{si} & \text{if } |E_s \cdot \varepsilon_{si}| > f_y \\ E_s \cdot \varepsilon_{si} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \sigma_c(z, x) := \begin{cases} f_c & \text{if } \varepsilon_c(z, x) > \varepsilon_{c3} \\ f_c \cdot \frac{\varepsilon_c(z, x)}{\varepsilon_{c3}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_s := \sum_{i=1}^{n_s} (A_{si} \cdot \sigma_{si}) \quad F_s = 16.238 \text{ MN} \quad F_c := \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) dz \quad F_c = 32.536 \text{ MN}$$

$$F_s - F_c - N_E = 1.139 \text{ kN}$$

$$M_{Rdx} := \sum_{i=1}^{n_s} \left[A_{si} \cdot \sigma_{si} \cdot (d_{si} - 0.5 \cdot B) \right] + \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \cdot (0.5 \cdot B - z) dz \quad M_{Rdx} = 109.347 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Výpočet ohybovej odolnosti MRdy

$$\phi_{s1} := 25 \cdot \text{mm} \quad A_{s1} := 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{s1}^2 \quad n_s := 20$$

$$A_{s1} := 9 \cdot A_{s1} \quad d_{s1} := 150 \cdot \text{mm} \quad A_{s2} := 42 \cdot A_{s1} \quad d_{s2} := 76.5 \cdot \text{mm} \quad i := 3..9$$

$$A_{si} := 2 \cdot A_{s1} \quad d_{si} := d_{s_{i-1}} + 103 \cdot \text{mm} \quad A_{s10} := 1 \cdot A_{s1} \quad d_{s10} := 900 \cdot \text{mm} \quad d_{si} =$$

$$i := 1..10 \quad A_{s_{i+10}} := A_{si} \quad d_{s_{i+10}} := H - d_{si}$$

$$A_{s_{scel}} := \sum_{i=1}^{n_s} A_{si} \quad A_{s_{scel}} = 648 \text{ cm}^2 \quad \rho := \frac{A_{s_{scel}}}{A_c} \quad \rho = 7.199 \times 10^{-3}$$

0.18
0.282
0.385
0.488
0.591
0.694
0.797

m

$$\begin{aligned}
 f_{wd} &:= f_{cd} & f_c &= 22.222 \text{ MPa} & f_{wd} &:= f_{yd} & f_{yd} &= 454.5 \text{ MPa} & i &:= 1..n_s \\
 \varepsilon_{s_i}^{max} &:= 0.0035 & x_i &:= 622.8 \cdot \text{mm} & \varepsilon_{s_i} &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (d_{s_i} - x) & k_{s_i} &:= \frac{\varepsilon_{s_i}}{|\varepsilon_{s_i}|} & \varepsilon_c(z, x) &:= \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (x - z) \\
 \sigma_{s_i} &:= \begin{cases} \left[\frac{f_t - f_y}{\varepsilon_{uk} - \varepsilon_y} \cdot (\varepsilon_{uk} - \varepsilon_{s_i}) + f_y \right] \cdot k_{s_i} & \text{if } |E_s \cdot \varepsilon_{s_i}| > f_y \\ E_s \cdot \varepsilon_{s_i} & \text{otherwise} \end{cases} & \sigma_c(z, x) &:= \begin{cases} f_c & \text{if } \varepsilon_c(z, x) > \varepsilon_{c3} \\ f_c \cdot \frac{\varepsilon_c(z, x)}{\varepsilon_{c3}} & \text{otherwise} \end{cases} \\
 F_{s_i} &:= \sum_{i=1}^{n_s} (A_{s_i} \cdot \sigma_{s_i}) & F_s &= 2.383 \text{ MN} & F_{wc} &:= \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \, dz & F_c &= 18.684 \text{ MN} \\
 F_s - F_c - N_E &= -0.573 \text{ kN} \\
 M_{Rdy} &:= \sum_{i=1}^{n_s} \left[A_{s_i} \cdot \sigma_{s_i} \cdot (d_{s_i} - 0.5 \cdot H) \right] + \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \cdot (0.5 \cdot H - z) \, dz & M_{Rdy} &= 38.18 \text{ MN} \cdot \text{m} \\
 \frac{M_{Rdy}}{V_C} &= 10.485 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Posudenie piliera P5 ohyb $q = 1,5$ kombinácie K4 az K8

$$\begin{aligned}
 L_{wc} &:= 7.9 \cdot \text{m} & M_{Adx} &:= 24.563 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} & M_{A dy} &:= 21.121 \cdot (\text{MN} \cdot \text{m}) & N_{Ed} &= 16.3 \text{ MN} \\
 d_{Adx} &:= 41.6 \cdot \text{mm} & d_{A dy} &:= 39 \cdot \text{mm} & \text{imperfekcia lozisk} & & e_{i2} &:= 30 \cdot \text{mm} \\
 \theta_o &:= \frac{1}{200} & \alpha_h &:= \frac{2}{\sqrt{L \cdot \text{m}^{-1}}} & \alpha_h &= 0.712 & \theta_i &:= \theta_o \cdot \alpha_h & e_{i1} &:= \theta_i \cdot L & e_{i1} &= 28 \text{ mm} \\
 q &:= 1.5 & d_{Ex} &:= \frac{q+1}{2} \cdot (d_{Adx}) & d_{Edx} &:= d_{Ex} + e_{i1} + e_{i2} & d_{Edx} &= 110.107 \text{ mm} \\
 & & d_{Ey} &:= \frac{q+1}{2} \cdot (d_{A dy}) & d_{E dy} &:= d_{Ey} + e_{i1} + e_{i2} & d_{E dy} &= 106.857 \text{ mm} \\
 M_{E dy} &:= M_{A dy} + (1) \cdot N_{Ed} \cdot d_{Edx} & M_{E dy} &= 22.916 \text{ MN} \cdot \text{m} & & & M_{R dy} &= 38.18 \text{ MN} \cdot \text{m} \\
 M_{F dx} &:= M_{Adx} + (1) \cdot N_{Ed} \cdot d_{E dy} & M_{F dx} &= 26.305 \text{ MN} \cdot \text{m} & & & M_{R dx} &= 109.347 \text{ MN} \cdot \text{m} \\
 N_{Rd} &:= A_c \cdot f_{cd} + A_{scl} \cdot f_{yd} & N_{Rd} &= 229.452 \text{ MN} & n_{Ed} &:= \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} & n_{Ed} &= 0.071 \\
 a &:= \begin{cases} 1 & \text{if } n_{Ed} \leq 0.1 \\ \left[1 + \frac{0.5}{0.6} \cdot (n_{Ed} - 0.1) \right] & \text{if } 0.1 < n_{Ed} \leq 0.7 \\ \left[1.5 + \frac{0.5}{0.3} \cdot (n_{Ed} - 0.7) \right] & \text{if } 0.7 < n_{Ed} \leq 1 \end{cases} \\
 \left(\frac{M_{E dy}}{M_{R dy}} \right)^a + \left(\frac{M_{F dx}}{M_{R dx}} \right)^a &= 0.841 < 1
 \end{aligned}$$

Kombinácie K1 a K4 pre $q = 2,5 < q_{\max} = 3,0$

$$\begin{aligned} L &:= 12 \cdot \text{m} & M_{\text{Adx}} &:= 1,0 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} & M_{\text{Ady}} &:= 29,5 \cdot (\text{MN} \cdot \text{m}) & N_{\text{Ed}} &= 16,3 \text{ MN} \\ d_{\text{Adx}} &:= 57 \cdot \text{mm} & d_{\text{Ady}} &:= 5 \cdot \text{mm} & \text{imperfekcia lozisk} & & e_{i2} &:= 30 \cdot \text{mm} \\ q &:= 2,5 & d_{\text{Edx}} &:= \frac{q+1}{2} \cdot (d_{\text{Adx}}) & d_{\text{Edx}} &:= d_{\text{Ex}} + e_{i1} + e_{i2} & d_{\text{Edx}} &= 157,857 \text{ mm} \\ & & d_{\text{Edy}} &:= \frac{q+1}{2} \cdot (d_{\text{Ady}}) & d_{\text{Edy}} &:= d_{\text{Ey}} + e_{i1} + e_{i2} & d_{\text{Edy}} &= 66,857 \text{ mm} \\ M_{\text{Edy}} &:= M_{\text{Ady}} + (1) \cdot N_{\text{Ed}} \cdot d_{\text{Edx}} & M_{\text{Edy}} &= 32,073 \text{ MN} \cdot \text{m} < & M_{\text{Rdy}} &= 38,18 \text{ MN} \cdot \text{m} \\ M_{\text{Edx}} &:= M_{\text{Adx}} + (1) \cdot N_{\text{Ed}} \cdot d_{\text{Edy}} & M_{\text{Edx}} &= 2,09 \text{ MN} \cdot \text{m} < & M_{\text{Rdx}} &= 109,347 \text{ MN} \cdot \text{m} \\ \left(\frac{M_{\text{Edy}}}{M_{\text{Rdy}}} \right)^a + \left(\frac{M_{\text{Edx}}}{M_{\text{Rdx}}} \right)^a &= 0,859 < 1 & a &= 1 \end{aligned}$$

Smyk - piler P5

$$\begin{aligned} \phi_{\text{st}} &:= 12 \cdot \text{mm} & s_L &:= 200 \cdot \text{mm} & A_{\text{st}} &:= 0,25 \cdot \pi \cdot \phi_{\text{st}}^2 & \gamma_{\text{Bd}} &:= 1,25 & \theta &:= 45 \cdot \text{deg} \\ v &:= 0,6 \cdot \left(1 - \frac{f_{\text{ck}}}{250 \cdot \text{MPa}} \right) & v &= 0,528 & f_{\text{cd}} &= 22,222 \text{ MPa} & f_{\text{yd}} &= 454,5 \text{ MPa} \\ b_{\text{effy}} &:= 1,7 \cdot \text{m} & d_{\text{ey}} &:= 4,94 \cdot \text{m} & z_y &:= d_{\text{ey}} \cdot 0,85 & z_y &= 4,199 \text{ m} \\ b_{\text{effx}} &:= 5 \cdot \text{m} & d_{\text{ex}} &:= 1,74 \cdot \text{m} & z_x &:= d_{\text{ex}} \cdot 0,85 & z_x &= 1,479 \text{ m} \\ V_{\text{Ax}} &:= V_{\text{C}} & V_{\text{Ay}} &:= 1,654 \cdot \text{MN} & \gamma_{\text{Bd1}} &:= 1,25 \\ \sigma_{\text{c wd}} &:= \left(\frac{V_{\text{Ax}}}{z_x \cdot b_{\text{effx}}} + \frac{V_{\text{Ay}}}{z_y \cdot b_{\text{effy}}} \right) \cdot (\cot(\theta) + \tan(\theta)) & \sigma_{\text{c wd}} &= 1,448 \text{ MPa} < & \frac{f_{\text{cd}} \cdot v}{\gamma_{\text{Bd1}}} &= 9,387 \text{ MPa} \\ A_{\text{swy}} &:= 4 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{\text{st}}^2}{4} & A_{\text{swy}} &= 4,524 \text{ cm}^2 & A_{\text{swx}} &:= 14 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{\text{st}}^2}{4} & A_{\text{swx}} &= 15,834 \text{ cm}^2 \\ V_{\text{Rdsy}} &:= \frac{1}{\gamma_{\text{Bd1}}} \cdot \frac{A_{\text{swy}}}{s_L} \cdot f_{\text{yd}} \cdot z_y \cdot \cot(\theta) & V_{\text{Rdsx}} &:= \frac{1}{\gamma_{\text{Bd1}}} \cdot \frac{A_{\text{swx}}}{s_L} \cdot f_{\text{yd}} \cdot z_x \cdot \cot(\theta) \\ V_{\text{Rdsy}} &= 3,454 \text{ MN} > & V_{\text{Ay}} &= 1,654 \text{ MN} & V_{\text{Rdsx}} &= 4,258 \text{ MN} > & V_{\text{Ax}} &= 3,641 \text{ MN} \\ V_{\text{Ax}} &:= 2,16 \cdot \text{MN} & V_{\text{Ay}} &:= 3,156 \cdot \text{MN} \\ \sigma_{\text{c wd}} &:= \left(\frac{V_{\text{Ax}}}{z_x \cdot b_{\text{effx}}} + \frac{V_{\text{Ay}}}{z_y \cdot b_{\text{effy}}} \right) \cdot (\cot(\theta) + \tan(\theta)) & \sigma_{\text{c wd}} &= 1,468 \text{ MPa} < & \frac{f_{\text{cd}} \cdot v}{\gamma_{\text{Bd1}}} &= 9,387 \text{ MPa} \\ A_{\text{swy}} &:= 4 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{\text{st}}^2}{4} & A_{\text{swy}} &= 4,524 \text{ cm}^2 & A_{\text{swx}} &:= 14 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{\text{st}}^2}{4} & A_{\text{swx}} &= 15,834 \text{ cm}^2 \\ V_{\text{Rdsy}} &:= \frac{1}{\gamma_{\text{Bd1}}} \cdot \frac{A_{\text{swy}}}{s_L} \cdot f_{\text{yd}} \cdot z_y \cdot \cot(\theta) & V_{\text{Rdsx}} &:= \frac{1}{\gamma_{\text{Bd1}}} \cdot \frac{A_{\text{swx}}}{s_L} \cdot f_{\text{yd}} \cdot z_x \cdot \cot(\theta) \\ V_{\text{Rdsy}} &= 3,454 \text{ MN} > & V_{\text{Ay}} &= 3,156 \text{ MN} & V_{\text{Rdsx}} &= 4,258 \text{ MN} > & V_{\text{Ax}} &= 2,16 \text{ MN} \end{aligned}$$

5.3.2 Pilier P7 (P2,P3,P4,P6,P8) $q = 1,0$

$$M_{Adx} := 46.29 \cdot \text{MN} \cdot \text{m} \quad M_{Ady} := 6 \cdot (\text{MN} \cdot \text{m}) \quad N_{Ed} := 16.9 \cdot \text{MN} \quad d_{Adx} := 0 \cdot \text{mm} \quad d_{Ady} := 43 \cdot \text{mm}$$

Vypocet ohybovej odolnosti MRdx

$$L_x := 14 \cdot \text{m}$$

$$f_{cd} := f_{cd} \quad f_{yd} := f_{yd} \quad b(z) := H \quad A_c := \int_0^B b(z) dz \quad A_c = 9 \text{ m}^2$$

$$N_{Ed} = 16.9 \text{ MN} \quad \eta := \frac{N_{Ed}}{A_c \cdot f_{ck}} \quad \eta = 0.063 \quad n_s := 52 \quad \phi_{s1} := 25 \cdot \text{mm} \quad A_{s1} := 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{s1}^2$$

$$A_{s1} := 17 \cdot A_{s1} \quad d_{s1} := 77 \cdot \text{mm} \quad i := 2..24 \quad A_{si} := 2 \cdot A_{s1} \quad d_{si} := d_{s_{i-1}} + 101 \cdot \text{mm}$$

$$A_{s25} := 2 \cdot A_{s1} \quad d_{s25} := 1900 \cdot \text{mm} \quad A_{s26} := 1 \cdot A_{s1} \quad d_{s26} := 2500 \cdot \text{mm}$$

$$i := 1..26 \quad A_{s_{i+26}} := A_{s_i} \quad d_{s_{i+26}} := B - d_{s_i}$$

$$A_{s_{scel}} := \sum_{i=1}^{n_s} A_{s_i} \quad \rho := \frac{A_{s_{scel}}}{A_c} \quad \rho = 7.199 \times 10^{-3} \quad i := 1..n_s \quad N_{Ed} := -N_{Ed}$$

$$\varepsilon_{cmax} := 0.0035 \quad x := 1097.25 \cdot \text{mm} \quad \varepsilon_{si} := \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (d_{si} - x) \quad k_{si} := \frac{\varepsilon_{si}}{|\varepsilon_{si}|} \quad \varepsilon_c(z, x) := \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (x - z)$$

$$\sigma_{si} := \begin{cases} \left[\frac{f_t - f_y}{\varepsilon_{uk} - \varepsilon_y} \cdot (\varepsilon_{uk} - \varepsilon_{si}) + f_y \right] \cdot k_{si} & \text{if } |E_s \cdot \varepsilon_{si}| > f_y \\ E_s \cdot \varepsilon_{si} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \sigma_c(z, x) := \begin{cases} f_c & \text{if } \varepsilon_c(z, x) > \varepsilon_{c3} \\ f_c \cdot \frac{\varepsilon_c(z, x)}{\varepsilon_{c3}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_s := \sum_{i=1}^{n_s} (A_{s_i} \cdot \sigma_{si}) \quad F_s = 16.018 \text{ MN} \quad F_c := \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) dz \quad F_c = 32.917 \text{ MN}$$

$$F_s - F_c - N_E = 0.605 \text{ kN}$$

$$M_{Rdx} := \sum_{i=1}^{n_s} [A_{s_i} \cdot \sigma_{si} \cdot (d_{si} - 0.5 \cdot B)] + \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \cdot (0.5 \cdot B - z) dz \quad M_{Rdx} = 110.221 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

Vypocet ohybovej odolnosti MRdy

$$f_{cd} := f_{cd} \quad f_c = 22.222 \text{ MPa} \quad f_{yd} := f_{yd} \quad f_y = 454.5 \text{ MPa} \quad f_c = 22.222 \text{ MPa}$$

$$\phi_{s1} := 25 \cdot \text{mm} \quad A_{s1} := 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{s1}^2 \quad n_s := 20$$

$$A_{s1} := 9 \cdot A_{s1} \quad d_{s1} := 150 \cdot \text{mm} \quad A_{s2} := 42 \cdot A_{s1} \quad d_{s2} := 76.5 \cdot \text{mm} \quad i := 3..9$$

$$A_{si} := 2 \cdot A_{s1} \quad d_{si} := d_{s_{i-1}} + 103 \cdot \text{mm} \quad A_{s10} := 1 \cdot A_{s1} \quad d_{s10} := 900 \cdot \text{mm} \quad d_{si} =$$

$$i := 1..10 \quad A_{s_{i+10}} := A_{s_i} \quad d_{s_{i+10}} := H - d_{s_i}$$

$$A_{s_{scel}} := \sum_{i=1}^{n_s} A_{s_i} \quad A_{s_{scel}} = 648 \text{ cm}^2 \quad \rho := \frac{A_{s_{scel}}}{A_c} \quad \rho = 7.199 \times 10^{-3}$$

$$\varepsilon_{cmax} := 0.0035 \quad x := 638.64 \cdot \text{mm} \quad N_E = -16.9 \text{ MN} \quad i := 1..n_s$$

$$\varepsilon_{si} := \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (d_{si} - x) \quad k_{si} := \frac{\varepsilon_{si}}{|\varepsilon_{si}|} \quad \varepsilon_c(z, x) := \frac{\varepsilon_{cmax}}{x} \cdot (x - z)$$

0.18	m
0.282	
0.385	
0.488	
0.591	
0.694	
0.797	

$$\sigma_{s_i} := \begin{cases} \left[\frac{f_t - f_y}{\varepsilon_{uk} - \varepsilon_y} \cdot (\varepsilon_{s_i} - \varepsilon_{s_i}) + f_y \right] \cdot k_{s_i} & \text{if } |E_s \cdot \varepsilon_{s_i}| > f_y \\ E_s \cdot \varepsilon_{s_i} & \text{otherwise} \end{cases} \quad \sigma_c(z, x) := \begin{cases} f_c & \text{if } \varepsilon_c(z, x) > \varepsilon_{c3} \\ f_c \cdot \frac{\varepsilon_c(z, x)}{\varepsilon_{c3}} & \text{otherwise} \end{cases}$$

$$F_s := \sum_{i=1}^{n_s} (A_{s_i} \cdot \sigma_{s_i}) \quad F_s = 2.26 \text{ MN} \quad F_c := \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \, dz \quad F_c = 19.159 \text{ MN}$$

$$F_s - F_c - N_E = 0.742 \text{ kN}$$

$$M_{Rdy} := \sum_{i=1}^{n_s} [A_{s_i} \cdot \sigma_{s_i} \cdot (d_{s_i} - 0.5 \cdot H)] + \int_0^x \sigma_c(z, x) \cdot b(z) \cdot (0.5 \cdot H - z) \, dz \quad M_{Rdy} = 38.413 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$\theta_w := \frac{1}{200} \quad \alpha_w := \frac{2}{\sqrt{L \cdot m^{-1}}} \quad \alpha_h = 0.535 \quad \theta_i := \theta_o \cdot \alpha_h \quad e_{i1} := \theta_i \cdot L \quad e_{i1} = 37 \text{ mm} \quad e_{i2} := 30 \cdot \text{mm}$$

$$q := 1 \quad d_{Ex} := \frac{q+1}{2} \cdot (d_{Adx}) \quad d_{Edx} := d_{Ex} + e_{i1} + e_{i2} \quad d_{Edx} = 67.417 \text{ mm}$$

$$d_{Ey} := \frac{q+1}{2} \cdot (d_{Ady}) \quad d_{Edy} := d_{Ey} + e_{i1} + e_{i2} \quad d_{Edy} = 110.417 \text{ mm}$$

$$M_{Edy} := M_{Ady} + (1) \cdot N_{Ed} \cdot d_{Edx} \quad M_{Edy} = 7.139 \text{ MN} \cdot \text{m} < M_{Rdy} = 38.413 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$M_{Edx} := M_{Adx} + (1) \cdot N_{Ed} \cdot d_{Edy} \quad M_{Edx} = 48.156 \text{ MN} \cdot \text{m} < M_{Rdx} = 110.221 \text{ MN} \cdot \text{m}$$

$$N_{Rd} := A_c \cdot f_{cd} + A_{scl} \cdot f_{yd} \quad N_{Rd} = 229.452 \text{ MN} \quad n_{Ed} := \frac{N_{Ed}}{N_{Rd}} \quad n_{Ed} = 0.074$$

$$a := \begin{cases} 1 & \text{if } n_{Ed} \leq 0.1 \\ \left[1 + \frac{0.5}{0.6} \cdot (n_{Ed} - 0.1) \right] & \text{if } 0.1 < n_{Ed} \leq 0.7 \\ \left[1.5 + \frac{0.5}{0.3} \cdot (n_{Ed} - 0.7) \right] & \text{if } 0.7 < n_{Ed} \leq 1 \end{cases} \quad \left(\frac{M_{Edy}}{M_{Rdy}} \right)^a + \left(\frac{M_{Edx}}{M_{Rdx}} \right)^a = 0.623 < 1$$

Smyk $\gamma_{Rd} := 1.25 \quad \theta := 40 \cdot \text{deg}$

$$\phi_{st} := 12 \cdot \text{mm} \quad s_{Lw} := 200 \cdot \text{mm} \quad A_{sw} := 0.25 \cdot \pi \cdot \phi_{st}^2$$

$$v := 0.6 \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250 \cdot \text{MPa}} \right) \quad v = 0.528 \quad f_{cd} = 22.222 \text{ MPa} \quad f_{yd} = 454.5 \text{ MPa}$$

$$V_{Ax} := 0.1 \cdot \text{MN} \quad V_{Ay} := 3.15 \cdot \text{MN} \quad \gamma_{Rd1} := 1.25$$

$$b_{effx} := 1.7 \cdot \text{m} \quad d_{ey} := 4.94 \cdot \text{m} \quad z_y := d_{ey} \cdot 0.85 \quad z_y = 4.199 \text{ m}$$

$$b_{effy} := 5 \cdot \text{m} \quad d_{ex} := 1.74 \cdot \text{m} \quad z_x := d_{ex} \cdot 0.85 \quad z_x = 1.479 \text{ m}$$

$$\sigma_{cwd} := \left(\frac{V_{Ax}}{z_x \cdot b_{effx}} + \frac{V_{Ay}}{z_y \cdot b_{effy}} \right) \cdot (\cot(\theta) + \tan(\theta)) \quad \sigma_{cwd} = 0.924 \text{ MPa} < \frac{f_{cd} \cdot v}{\gamma_{Bd1}} = 9.387 \text{ MPa}$$

$$A_{sw} := 4 \cdot \frac{\pi \cdot \phi_{st}^2}{4} \quad A_{swy} = 4.524 \text{ cm}^2 \quad V_{Rdsy} := \frac{1}{\gamma_{Bd1}} \cdot \frac{A_{swy}}{s_L} \cdot f_{yd} \cdot z_y \cdot \cot(\theta)$$

$$V_{Rdsy} = 4.116 \text{ MN} > V_{Ay} = 3.15 \text{ MN}$$

Prof. Ing. Peter TURČEK, PhD.
autorizovaný stavebný inžinier pre kategóriu
Statika stavieb - geotechnika, reg. č. 0225*A*3-1
Ul. 29. augusta 32/B, 811 09 Bratislava

**Založenie objektu č. 202 „Most nad údolím
v km 0,950“ na diaľničnom privádzači
Lietavská Lúčka - Žilina**

Statický výpočet

Vypracoval: prof. Ing. Peter Turček, PhD.

Bratislava, máj 2014

1. ÚVOD

Mostný objekt 202 bol projektovaný pred zavedením Eurokódov. Z dôvodu dodržania všetkých právnych predpisov a noriem je potrebné preukázať, že projektové riešenie vyhovuje súčasne platným normám, prípadne sa niektoré detaily upravajú. Predkladaný statický výpočet posudzuje pôvodný návrh zakladania so zohľadnením STN EN 1997-1, Národnej prílohy k tejto európskej norme a revidovanej STN 73 1001. Ako podklad k statickým výpočtom boli dodané tieto materiály:

- výkresová dokumentácia projektového riešenia;
- technická správa statiky.

K overovaciemu statickému výpočtu rešpektujúcemu platné európske a národné normy nebol dodaný uskutočnený inžinierskogeologický prieskum. Údaje o podloží potrebné pre založenie opôr a pilierov boli prevzaté z technickej správy, kde sa nachádza iba litologický opis hornín. Treba zdôrazniť, že pre účely zakladania sa predmetný mostný objekt zatrieduje do tretej geotechnickej kategórie, pre ktorú platia veľmi prísne požiadavky na poznanie podrobností o vlastnostiach podložia.

2. GEOLOGICKÉ POMERY LOKALITY

Pre statický návrh zakladania budú vytvorené pre jednotlivé opory a piliere geotechniké a následne výpočtové modely podložia, ktoré vychádzajú z litologického opisu hornín s opisnými charakteristikami jednotlivých litologických typov hornín podložia uvedených v Technickej správe k DSP, ktorú vypracoval DOPRAVOPROJEKT, a.s. Bratislava. Takto zaradeným triedam zemín boli vo fáze hodnotenia spôsobu zakladania prisúdené charakteristiky získané z porovnateľnej skúsenosti. Inžinierskogeologické pomery územia boli preskúmané firmou GEOFOS Žilina v rokoch 1998 a 2006.

Kopané sondy:

ŠP-2 (407,57 m n.m.)

0,0 – 0,1 m	íl piesčitý, deluviálny;
0,1 – 0,6 m	sut' hlinitá až hlinito-kamenitá, deluviálna;
0,6 – 1,3 m	sut' kamenitá;
1,3 – 2,0 m	sut' hlinito-kamenitá, deluviálna;
2,0 – 2,2 m	íl deluviálny až hlinitá sut';
2,2 – 3,2 m	sut' hlinitá;
3,2 – 5,0 m	sut' hlinito-kamenitá;

HPV nebola narazená

ŠP-3 (404,96 m n.m.)

0,0 – 0,1 m	hlina prekorenená;
0,1 – 0,5 m	íl deluviálny;
0,5 – 1,2 m	sut' hlinitá, deluviálna;
1,2 – 2,0 m	sut' hlinito-kamenitá;
2,0 – 2,7 m	sut' kamenitá;

2,7 – 4,0 m suť kamenito-hlinitá, deluviálna;
HPV nebola narazená

K-2 (416,78 m n.m.)

0,0 – 1,3 m suť kamenito-ílovitá;
1,3 – 3,0 m mezozoikum: vápenec
HPV nebola narazená

MP- 5 (396,16 m n.m.; staničenie 0,806 km)

0,0 – 4,6 m íl so strednou plasticitou (F6 CI), tuhej konzistencie, deluviálny, hnedý;
4,6 – 5,2 m íl so strednou plasticitou (F6 CI), tuhý, deluviálny, výrazne nasýtený vodou;
5,2 – 7,3 m suť ílovitá (íl štrkovitý F2 CG), v polohe 5,3-5,9 m až suť ílovito-kamenitá, deluviálna, suť ílovitá tvorená ílom so strednou plasticitou, tuhej konzistencie;
7,3 – 7,9 m íl so strednou plasticitou (F6 CI), tuhej konzistencie, deluviálny, hnedý až červenohnedý, s ojedinelými úlomkami do 5-10 %, veľkosti do 10-20 mm;
7,9 – 10,0 m suť ílovitá (íl štrkovitý F2 CG), deluviálna, tvorená ílom so strednou plasticitou, pevnej konzistencie, s prímiesou ostrohranných úlomkov;
10,0 – 11,4 m suť ílovitá až suť ílovito-kamenitá (G5 GC), tvorená ostrohrannými úlomkami slienitých, vápencov; výplň íl so strednou plasticitou, tuhej konzistencie;
11,4 – 12,5 m íl s nízkou plasticitou, pevný, (rozsypavý), deluviálny, hnedý, červenohnedý s prímiesou úlomkov vápencov do 20 mm, obsah do 10 – 30 %;
12,5 – 13,4 m íl s vysokou plasticitou (F8 CH), tuhej konzistencie, bez prímiesy úlomkov; 13,4 – 13,8 m suť kamenitá, deluviálna (G5 GC), hnedá až hnedočervená, s obsahom ostrohranných úlomkov sivých vápencov, veľkosti do 60-80 mm;
13,8 – 14,0 m íl piesčitý až íl s nízkou plasticitou, tuhý, fluviálny – terasový, jemne sľudnatý, ojediniele úlomky a valúniky slabo opracované;
14,0 – 15,9 m štrk ílovitý (G5 GC), terasový, hnedý, slabo hrdzavohnedý, tvorený zvetranými, lokálne až rozloženými valúnmi granitov; výplň tvorí íl so strednou plasticitou, pevnej konzistencie;
15,9 – 16,9 m suť kamenitá, deluviálna, hnedosivá-sivá, tvorená úlomkami až balvanmi sivých, svetlosivých kryštallických vápencov, pevných, 150 – 200 mm;
16,9 – 18,8 m štrk ílovitý (G5 GC), terasový, hrdzavohnedý, lokálne íl štrkovitý; štrk je tvorený valúnmi do 40-60 mm, kremencom až do 180 mm; výplň íl piesčitý až íl s nízkou plasticitou, hrdzavý, pevnej konzistencie;
18,8 – 20,0 m súvrstvie slieňovcov, slienitých bridlic silne zvetrané až rozložené, sivé charakteru sute ílovitej (štrku ílovitého G5-GC), s výplňou ílu s nízkou plasticitou, nasýteného vodou;
20,0 – 21,0 m súvrstvie slienitých, tenkodoskovitých vápencov, navetrané až zvetrané, so stredným až vysokým stupňom pevnosti, ťažko rozbízateľné kladivom;
HPV: narazená –18,40 m, ustálená –17,65 m pod úrovňou terénu

CPT 4/202-00-01 ($\approx 395,50$ m n.m.) (dodatočne zistená sonda v priestore opory 1)

0,0 – 0,4 m humózna hlina piesčitá $I_c = 0,7$ (F3);
0,4 – 1,2 m hlina so strednou plasticitou, tuhá $I_c = 0,95$ (F5);
1,2 – 1,6 m íl so strednou plasticitou, tuhý, $I_c = 0,73$ (F6);
1,6 – 2,4 m hlina piesčitá tuhá, $I_c = 0,85$ (F3);
2,4 – 2,8 m ílovitý piesok, kyprý, $I_D = 0,31$ (S5);

- 2,8 – 4,0 m piesčité il, tuhý, $I_c = 0,68$ (F4);
- 4,0 – 5,4 m štrkovitá hlina, tuhá $I_c = 0,85$ (F1);
- 5,4 – 6,0 m hlinité piesok, stredne uľahnúty $I_D = 0,35$ (S4);
- 6,0 – 6,4 m piesok s jemnozrnnou prímiesou, uľahnúty $I_D = 0,88$ (S3);
- 6,4 – 8,8 m il so strednou plasticitou, pevný, s prímiesou úlomkov do 30 %, $I_c = 1,08$ (F6);
- 8,8 – 10,6 m prachovitý il s prímiesou úlomkov (do 30 %), $I_c = 1,11$ (F6);
- 10,6 – 11,0 m štrkovitá hlina s ojedinelými balvanmi, $I_c = 1,05$ (F1);
- 11,0 – 11,8 m štrkovitá hlina s ojedinelými balvanmi, pevná, $I_c = 1,05$ (F1);
- 11,8 – 12,6 m il so strednou plasticitou, pevný $I_c = 1,16$ (F6);
- 12,6 – 13,6 m il so strednou plasticitou, pevný, $I_c = 1,22$ (F6);
- 13,6 – 14,0 m il so strednou plasticitou, pevný $I_c = 1,30$ (F6);
- 14,0 – 14,4 m vápenc ilovitý, zvetraný, s veľmi vysokou hustotou diskontinuit (R5);

MP- 6 (396,57m n.m.; staničenie 0,873 km)

- 0,0 – 0,7 m il hnedý až hnedosivý, do 0,2 m tmavohnedý, prekorený, tuhej konzistencie s prímiesou ostrohranných úlomkov karbonátov, deluviálny;
 - 0,7 – 1,0 m suť hlinito-kamenitá, sivá, ostrohrannými úlomkami do 30 – 100 mm;
 - 1,0 – 3,4 m suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5-GC), deluviálna, hnedosivá až sivá;
 - 3,4 – 4,4 m il so strednou plasticitou, tuhý, hnedý s úlomkami do 5 – 20 mm;
 - 4,4 – 6,3 m suť;
 - 6,3 – 8,3 m suť ílovitá (F2-CG), hnedá, uľahlá tvorená ílom;
 - 8,3 – 10,2 m suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5-GC); výplň tvorí il so strednou plasticitou, tuhej konzistencie;
 - 10,2 – 11,6 m suť ílovitá (F2-CG) až il s úlomkami, deluviálna, hnedosivej farby;
 - 11,6 – 12,0 m suť kamenitá (G5-GC), sivá s úlomkami do veľkosti 20 – 40 mm;
 - 12,0 – 12,8 m il so strednou až vysokou plasticitou (F6-CI až F8-CH), tuhej konzistencie;
 - 12,8 – 14,4 m il piesčité (F4-CS), tuhej konzistencie, nasýtený vodou, deluviálny; výplň tvorí il s vysokou plasticitou;
 - 14,4 – 15,2 m il štrkovitý (F2 CG), terasový, s nízkou plasticitou, tuhej konzistencie, sivý;
 - 15,2 – 17,8 m štrk ílovitý (G5 GC), terasový, hnedý, hrdzavohnedý až suť deluviálna; výplň tvorí il so strednou plasticitou;
 - 17,8 – 20,0 m mezozoikum: súvrstvie sivých, tmavosivých slienitých vápencov, zvetrané;
- HPV: narazená –18,50 m, ustálená –17,40 m pod úrovňou terénu

CPT 4/202-00-04 ($\approx 394,20$ m n.m.) (dodatočne zistená sonda v priestore piliera 4)

- 0,0 – 0,6 m piesčité il tuhý až mäkký, $I_c = 0,48$ (F4);
- 0,6 – 2,6 m prachovitý il s prímiesou úlomkov do 20 %, $I_c = 1,18$ (F6);
- 2,6 – 3,6 m il s nízkou plasticitou, tuhý $I_c = 0,88$ (F6);
- 3,6 – 4,0 m ílovitý piesok, stredne uľahnúty $I_D = 0,4$ (S5);
- 4,0 – 4,8 m piesčité il, pevný $I_c = 1,23$ (F4);
- 4,8 – 5,2 m piesčitá hlina, pevná $I_c = 1,23$ (F3);
- 5,2 – 6,0 m il so strednou plasticitou, pevný $I_c = 1,01$ (F6);
- 6,0 – 6,4 m il s nízkou plasticitou, pevný $I_c = 1,07$ (F6);
- 6,4 – 7,4 m ílovitý piesok s prímiesou úlomkov do 30 %, uľahnúty $I_D = 0,75$ (S5);
- 7,4 – 8,8 m piesčité il s prímiesou úlomkov do 20 %, pevný $I_c = 1,21$ (F4);
- 8,8 – 10,4 m štrkovitá hlina, tuhá $I_c = 0,8$ (F1);
- 10,4 – 11,0 m štrkovitý il, pevný $I_c = 1,05$ (F2);

MP-7 (394,22 m n.m.; staničenie 0,904 km)

- 0,0–0,5 m íl so strednou plasticitou (F6-CI), tuhej konzistencie, deluviálny, tmavohnedý až hnedý, do 0,1 m humózný;
- 0,5 – 9,0 m suť ílovitá (íl štrkovitý F2-CG), tvorená ílom so strednou plasticitou, tuhej konzistencie; v úsekoch 4,0 – 5,4 m; 5,9 – 6,0 m; 6,2 – 6,3 m a 7,5 – 7,6 m je tvorená úlomkami s obsahom 40 – 60 % – suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5 GC); úlomky sú tvorené sivými až tmavosivými slienitými vápencami, pevnými, na povrchu zvetranými;
- 10,2 – 11,0 m íl s vysokou plasticitou (F8 CH), tuhej až pevnej konzistencie, nasýtený vodou, deluviálny, hrdzavo až červenohnedý;
- 11,1 – 12,4 m suť ílovito-kamenitá, od cca 12,0 m ílovitá tvorená ílom hnedej až hrdzavohnedej farby, pevnej až tvrdej konzistencie;
- 12,4 – 15,6 m štrk s prímiesou jemnozrnnej zeminy (G3 GF), terasový, tvorený valúnmi granitov, kremencov, karbonátov; výplň tvorí íl so strednou plasticitou;
- 15,6 – 17,5 m mezozoikum: slienité vápence, zvetrané až silne zvetrané, hnedosivé až hnedé;
- 17,5 – 20,0 m slienité vápence zvetrané, lokálne až navetrané, charakteru prevažne doskovitých úlomkov. Úlomky vápencov s vysokým stupňom pevnosti, ťažko rozbíjateľné kladivom, veľkosti do 30 – 60 až do 150 mm;

HPV nebola narazená

KSP-3 (400,61 m n.m.; staničenie 0,998 km)

- 0,0 – 0,8 m íl tmavohnedý, prekorený (lesná pôda);
- 0,8 – 1,2 m suť ílovitá až suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5 GC), deluviálna, uľahlá;
- 1,2 – 3,1 m mezozoikum: súvrstvie doskovitých až tenkodoskovitých vápencov a slienitých bridlíc, zvetrané až silne zvetrané; povrchová vrstva podložia reprezentuje zónu elúvia až delúvia s náznakom plazenia sutí po svahu;
- 3,1 – 4,3 m súvrstvie doskovitých vápencov, zvetraných až navetraných;

HPV nebola narazená

CPT 4/202-00-08 ($\approx 397,20$ m n.m.) (dodatočne zistená sonda pod pilierom 8)

- 0,0 – 0,2 m humózna hloina, tuhá (F5);
- 0,2 – 0,6 m ílovitý piesok, stredne uľahnutý $I_D = 0,57$ (S5);
- 0,6 – 1,0 m íl so strednou plasticitou, tuhý $I_C = 0,8$ (F6);
- 1,0 – 2,4 m štrkovitá hlina, pevná $I_C = 1,05$ (F1);
- 2,4 – 3,8 m íl so strednou plasticitou, pevný $I_C = 1,13$ (F6);
- 3,8 – 4,2 m íl s nízkou plasticitou, pevný $I_C = 1,06$ (F6);
- 4,2 – 5,2 m vápenec ílovitý zvetraný, s veľmi veľkou hustotou diskontinuit (R5);

KSP-4 (408,24 m n.m.; staničenie 1,041 km)

- 0,0 – 0,7 m íl so strednou plasticitou, tmavohnedý, prekorený (lesná pôda);
- 0,7 – 1,4 m suť ílovitá až suť ílovité-kamenitá, deluviálna, hnedosivá, zelenosivá, tvorená úlomkami až blokmi slienitých vápencov, prevažne doskovitých;
- 1,4 – 2,9 m mezozoikum: slienité vápence v súvrství so slienitými bridlicami, silne zvetrané
- 2,9 – 4,0 m súvrstvie doskovitých vápencov, zvetrané až navetrané, so sklonom vrstiev do svahu; pôvodná súvislá doskovitá vrstevnatá textúra je porušená v zóne rozvoľnenia priečnymi, nepriebežnými puklinami na doskovité úlomky;

HPV nebola narazená

CPT 4/202-00-10 ($\approx 406,10$ m n.m.) (dodatočne zistená sonda pod pilierom 10)

- 0,0 – 0,4 m humózná hlina, tuhá $I_c = 0,75$ (F5);
- 0,4 – 1,4 m štrkovitá hlina, pevná $I_c = 1,05$ (F1);
- 1,4 – 1,6 m vápenec ílovitý, zvetraný s veľkou hustotou diskontinuit (R4);

KSP-5 (412,15 m n.m.; staničenie 1,075 km)

- 0,0– 0,3 m íl s nízkou až strednou plasticitou, pevnej konzistencie, deluviálny;
- 0,3– 1,0 m suť hlinitá, deluviálna, hnedá, hnedosivá, nazelenalá, tvorená ílom so strednou až vysokou plasticitou, tuhej konzistencie;
- 1,0 – 1,3 m mezozoikum: intenzívne rozvoľnené a až rozložené súvrstvie slienitých bridlíc s blokmi rozvoľnených a zvetraných vápencov v povrchovej vrstve;
- 1,3 – 3,4 m súvrstvie slienitých bridlíc, silne zvetraných až zvetraných;
- 3,4 – 4,0 m súvrstvie slienitých bridlíc a tenkodoskovitých vápencov, zvetrané až navetrané so sklonom vrstiev do svahu, mierne zvlnené; prevláda doskovitá vrstevnatosť s hrúbkou vrstiev 20 – 60 mm, mierne zvrásnená; úlomky, najmä vápencov sú pevnosti R2 – R3.

HPV nebola narazená

KSP-6 (398,49 m n.m.; staničenie km)

- 0,0 – 0,5 m íl so strednou plasticitou (F6-CI), tuhej konzistencie, deluviálny, tmavonedý;
- 0,5 – 1,6 m suť ílovitá, deluviálna, hnedá, zelenohnedá, tvorená ílom so strednou plasticitou tuhej konzistencie, s obsahom nerovnomerne zastúpených úlomkov do 30 – 60 mm, čiastočne usmernené po svahu;
- 1,6 – 2,2 m suť kamenitá, deluviálna, hnedosivá až sivá, tvorená ostrohrannými úlomkami až balvanmi karbonátov, sivej farby, veľkosti do 150 mm;
- 2,2 – 2,4 m íl so strednou plasticitou, tuhej konzistencie, deluviálny, s obsahom nerovnomerne zastúpených úlomkov do obsahu 20 %, veľkosti do 10-40 mm, čiastočne usmernené po svahu;
- 2,4 – 4,1 m suť ílovitá, deluviálna, hnedá, hnedosivá až zelenohnedá, tvorená ílom so strednou až vysokou plasticitou, tuhej až pevnej konzistencie, s obsahom úlomkov do 30-50 %, veľkosti do 50 – 60 mm;
- 4,1 – 5,0 m suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5 GC), deluviálna, tvorená ílom so strednou až vysokou plasticitou, tuhej až pevnej konzistencie, s úlomkami do veľkosti 30 – 50 mm, obsahu 50 – 60 %.

Záujmové území sa v zmysle STN 73 0036 (09.97) nachádza v zdrojovej oblasti seizmického rizika č.2, ktorej sa priraduje základné seizmické zrýchlenie $a_r = 1,0 \text{ m.s}^{-2}$. Geologické podložie budované formáciou mezozoických hornín, vápencov a slieňovcov sa zaraďuje v zmysle STN 73 0036 (09.97) ako geologické podložie do kategórie A. Podložie tvorené paleogénnym súvrstvom ílovcov a prachovcov s vložkami pieskovcov, zaraďujeme podľa citovanej STN do kategórie B.

Odporúčania prieskumu:

- objekt južnej mostnej opory a piliere č. 1 až 5 zakladať hĺbkovo na VP resp. na mikropilótach zo stavebnej jamy hĺbky (2 – 3 m),

- pilier č.6 a severnú oporu zakladať v otvorenej stavebnej jame, v skalnom záreze, s dočasnými sklonmi zárezu 3:1 až 5:1 podľa stupňa porušenia s využitím hĺbkového založenia na mikropilótach,
- pri realizácii prístupových ciest a zárezov v strmom svahu zabezpečiť dostatočne bezpečný dočasný zárez, spevnený zasieťovaním a striekaným betónom,
- pri realizácii je nutné zabezpečiť odvodnenie svahov v miestach výverov, odstránenie uvoľnených blokov,
- svahy chrániť pred eróziou a zvetrávaním, najmä v prípade prezimovania z dôvodu intenzívneho rozvoľňovania bridličnatých polôh a šošoviek vápencov v podloží,
- v polohách s prevahou doskovitých vápencov a pri vŕtatelnosti v triede >3 možno lokálne očakávať vysokú pevnosť v prostom tlaku.

Podrobnosti o uvažovaných vlastnostiach jednotlivých vrstiev hornín, ktoré sa nachádzajú v podloží posudzovaných mostných opôr a pilierov, sú uvádzané samostatne pri každom výpočte.

3. ZAŤAŽENIE OPÔR A PILIEROV

3.1 Opory 1 a 9

Do výpočtov únosnosti a použiteľnosti boli zadávané zaťaženia z rôznych zaťažovacích kombinácií. Označenie v nich bude jednotné a znamená:

V_d – návrhová hodnota vertikálnej sily;

M_{x1} – moment okolo pozdĺžnej osi mosta;

M_{x2} – moment okolo priečnej osi mosta;

H_{x1} – vodorovná sila v smere pozdĺžnej osi mosta;

H_{x2} – vodorovná sila v smere priečnej osi mosta.

Opora 1 má rozmery 14,0 x 4,0 m (dlhší rozmer je kolmý k pozdĺžnej osi mosta) a prečnievajúce krídla 4,0 x 1,25 m. Výška mostného prahu (základu) je 2,5 m. Poloha základovej škáry pod povrchom terénu je voči pôvodnému terénu premenlivá; vzhľadom k upravenému terénu je 0,8 m. Na vzdušnej strane je od okraja opory svah so sklonom 1:1,5, ktorý znižuje únosnosť plošného základu. V ďalšom sa bude predpokladať, že zaťažovacie údaje bude prenášať základ opory bez zohľadnenia vplyvu krídiel. Hodnoty zaťaženia opory mostom vrátane seizmického účinku sú zhrnuté v tab. 1 a 2.

Opora 9 má rozmery 14,0 x 4,0 m a nadväzujúce krídla nemajú rovnakú dĺžku: pri pohľade na oporu v smere jazdy na Žilinu má ľavé krídlo šírku 1,25 m a celkovú dĺžku 13,0 m s tým že je výškovo odstupňované s krokom 1,0 m v 4 úsekoch (každý z nich je podopieraný 3 mikropilótami). Pravé mostné krídlo má dĺžku iba 2,0 m a šírku 1,25 m bez podopierania mikropilótami.

Tabuľka 1: Zaťaženie základu opôr 1 a 9

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	20250	-11124	10698	5711	113
2	12012	-2207	10471	5448	188
3	13597	-10402	10661	5512	113
4	19689	-11026	11408	5947	113
5	12012	-2207	10471	5448	188
6	20250	-9331	10698	5711	113
7	13597	-9757	10661	5512	0
výpočet sadania					
1	13158	-956	15481	3822	0

Tabuľka 2: Seizmické zaťaženie základu opôr 1 a 9

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
1	10164	5861	12337	3822	835
2	10174	5731	12348	3822	989
3	10107	7021	12278	3822	1271

Stanovenie najnepriaznivejšej kombinácie zaťažení opôr 1 a 9:

Pre kombináciu zaťažení 1:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{10698}{20250} = 0,528 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{11124}{20250} = 0,549 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 4,0 - 2 \cdot 0,528 = 2,944 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 14,0 - 2 \cdot 0,549 = 12,902 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,944 \cdot 12,902 = 37,983 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{20250}{37,983} = 533,133 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťažení 2:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{10471}{12012} = 0,872 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{-2207}{12012} = -0,184 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 4,0 - 2 \cdot 0,872 = 2,256 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 14,0 - 2 \cdot 0,184 = 13,632 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,256 \cdot 13,632 = 30,754 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{12012}{30,754} = 390,583 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 3:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{10661}{13597} = 0,784 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{-10402}{13597} = -0,765 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 4,0 - 2 \cdot 0,784 = 2,432 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 14,0 - 2 \cdot 0,765 = 12,432 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,432 \cdot 12,432 = 30,235 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{13597}{30,235} = 449,71 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 4:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{11408}{19689} = 0,579 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{-11026}{19689} = -0,56 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 4,0 - 2 \cdot 0,579 = 2,842 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 14,0 - 2 \cdot 0,56 = 12,88 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,842 \cdot 12,88 = 36,605 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{19689}{36,605} = 537,88 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 5:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{10471}{12012} = 0,872 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{-2207}{12012} = -0,184 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 4,0 - 2 \cdot 0,872 = 2,256 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 14,0 - 2 \cdot 0,184 = 13,632 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,256 \cdot 13,632 = 30,754 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{12012}{30,754} = 390,583 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{10698}{20250} = 0,528 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{-9331}{20250} = -0,461 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 4,0 - 2 \cdot 0,528 = 2,944 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 14,0 - 2 \cdot 0,461 = 13,078 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,944 \cdot 13,078 = 38,502 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{20250}{38,502} = 525,947 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženie 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{10661}{13597} = 0,784 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{-9757}{13597} = -0,718 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 4,0 - 2 \cdot 0,784 = 2,432 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 14,0 - 2 \cdot 0,718 = 12,564 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 2,432 \cdot 12,564 = 30,556 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{13597}{30,556} = 444,986 \text{ kPa}$$

Seizmické zaťaženie dáva menšie účinky ako statické zaťaženia.

3.2 Pilieri 2 a 8

Piliere 2 a 8 majú pôdorysné rozmery 8,0 x 8,0 m; výška základovej dosky 2,0 m; poloha základovej škáry piliera 2 je 2,0 m pod terénom. Pilier 8 má základovú škáru s premenlivou hĺbkou pod terénom, pretože je situovaný vo svahu: hĺbka je v osi mosta v intervale 4,0 až 6,0 m; najnepriaznivejšie miesto (roh základu má základovú škáru 2,0 m pod terénom). Sklon terénu je približne 12°.

Tabuľka 3: Zaťaženie základu pilierov 2 a 8

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	31886	22279	12279	853	55
2	18668	15214	6850	437	423
3	22178	23200	7874	500	416
4	30726	23352	12189	807	92
5	15669	15114	6159	392	423
6	30013	19979	13840	933	55
7	19774	20192	8490	558	162
8	31132	23979	13738	931	55
výpočet sadania					
1	18490	7096	500	-	-

Tabuľka 4: Seizmické zaťaženie základu piliera 2

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	21203	18024	730	1	1439
2	19654	15377	739	1	1208
3	19637	15847	738	1	1255
4	21238	17554	731	1	1391

Tabuľka 5: Seizmické zaťaženie základu piliera 8

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	21428	25896	1771	100	1932
2	21471	28637	1945	114	2190
3	21419	30003	1956	117	2256
4	21462	24531	1760	97	1866

Stanovenie najnepriaznivejšej kombinácie zaťaženia pre piliere 2 a 8:

Pre kombináciu zaťaženia 1:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{12279}{31886} = 0,385 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{22279}{31886} = 0,699 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,385 = 7,23 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,699 = 6,602 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,23 \cdot 6,602 = 47,732 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{31886}{47,732} = 668,021 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženia 2:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{6850}{18668} = 0,367 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{15214}{18668} = 0,815 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,367 = 7,266 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,815 = 6,37 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,266 \cdot 6,37 = 46,284 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{18668}{46,284} = 403,34 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 3:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{7874}{22178} = 0,355 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{23200}{22178} = 1,046 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,355 = 7,29 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,046 = 5,908 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,29 \cdot 5,908 = 43,069 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22178}{43,069} = 514,94 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 4:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{12189}{30726} = 0,397 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{23352}{30726} = 0,76 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,397 = 7,206 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,76 = 6,48 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,206 \cdot 6,48 = 46,695 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{30726}{46,695} = 658,015 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 5:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{6159}{15669} = 0,393 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{15114}{15669} = 0,965 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,393 = 7,214 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,965 = 6,07 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,214 \cdot 6,07 = 43,789 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{15669}{43,789} = 357,83 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{13840}{30013} = 0,461 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{19979}{30013} = 0,666 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,461 = 7,078 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,666 = 6,668 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,078 \cdot 6,668 = 47,196 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{30013}{47,196} = 635,922 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{8490}{19774} = 0,429 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{20192}{19774} = 1,021 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,429 = 7,142 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,021 = 5,958 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,142 \cdot 5,958 = 42,552 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{19774}{42,552} = 464,702 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 8:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{13738}{31132} = 0,441 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{23979}{31132} = 0,77 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,441 = 7,118 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,77 = 6,46 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,118 \cdot 6,46 = 45,982 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{31132}{45,982} = 677,048 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia na pilieri 2:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{730}{21203} = 0,034 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{18024}{21203} = 0,85 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,034 = 7,932 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,85 = 6,3 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,932 \cdot 6,3 = 49,97 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{21203}{49,97} = 423,31 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia na pilieri 8:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{1956}{21419} = 0,091 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{30003}{21419} = 1,401 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,091 = 7,818 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,401 = 5,198 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,818 \cdot 5,198 = 40,638 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{21419}{40,638} = 527,07 \text{ kPa}$$

3.3 Piliere 3 a 4

Piliere 3 a 4 majú pôdorysné rozmery 8,0 x 8,0 m; výška základovej dosky 2,0 m; poloha základovej škáry pilierov 3 aj 4 je 3,8 m pod terénom. Terén v okolí pilierov je približne vodorovný.

Tabuľka 6: Zaťaženie základu pilierov 3 a 4

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	35297	18337	17309	967	281
2	22384	9911	8857	491	468
3	25250	18737	10786	605	281
4	34080	19637	16511	918	281
5	19354	9811	8064	445	468
6	33424	14337	18807	1066	281
7	22814	14175	11839	682	0
výpočet sadania					
1	21915	779	500	-	-

Tabuľka 7: Seizmické zaťaženie základu piliera 3

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	21763	31244	783	2	2178
2	21722	34574	793	1	2421
3	21739	34699	794	1	2428
4	21698	31120	782	2	2171

Tabuľka 8: Seizmické zaťaženie základu piliera 4

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	21832	43819	827	6	2856
2	21931	47963	844	7	3131
3	21918	48044	847	7	3129
4	22017	43737	825	6	2858

Stanovenie najnepriaznivejšej kombinácie zaťažení pre piliere 3 a 4:

Pre kombináciu zaťažení 1:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{17309}{35297} = 0,49 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{18337}{35297} = 0,52 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,49 = 7,02 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,52 = 6,96 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,02 \cdot 6,96 = 48,859 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{35297}{48,859} = 722,426 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťažení 2:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{8857}{22384} = 0,396 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{9911}{22384} = 0,443 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,396 = 7,208 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,443 = 7,114 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,208 \cdot 7,114 = 51,278 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22384}{51,278} = 436,522 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťažení 3:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{10786}{25250} = 0,427 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{18737}{25250} = 0,742 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,427 = 7,146 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,742 = 6,516 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,146 \cdot 6,516 = 46,563 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{25250}{46,563} = 542,276 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťažení 4:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{16511}{34080} = 0,484 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{19637}{34080} = 0,576 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,484 = 7,032 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,576 = 6,848 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,032 \cdot 6,848 = 48,155 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{34080}{48,155} = 707,415 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 5:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{8064}{19354} = 0,417 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{9811}{19354} = 0,507 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,417 = 7,166 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,507 = 6,986 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,166 \cdot 6,986 = 50,062 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{19354}{50,062} = 386,60 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{18807}{33424} = 0,563 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{14337}{33424} = 0,429 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,563 = 6,874 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,429 = 7,142 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,874 \cdot 7,142 = 49,094 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{33424}{49,094} = 680,816 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{11839}{22814} = 0,519 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{14175}{22814} = 0,621 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,519 = 6,962 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,621 = 6,758 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,962 \cdot 6,758 = 47,049 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22814}{47,049} = 484,90 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu 3 seizmického zaťaženia na pilieri 3:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{794}{21739} = 0,037 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{34699}{21739} = 1,596 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,037 = 7,926 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,596 = 4,808 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,926 \cdot 4,808 = 38,108 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{21739}{38,108} = 570,458 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu 3 seizmického zaťaženia na pilieri 4:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{847}{21918} = 0,039 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{47044}{21918} = 2,146 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,039 = 7,922 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 2,146 = 3,708 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,922 \cdot 3,708 = 29,375 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{21918}{29,375} = 746,145 \text{ kPa}$$

3.4 Pilier 5

Pilier 5 má pôdorysné rozmery 9,0 x 9,0 m; výška základovej dosky 2,0 m; poloha základovej škáry je 3,8 m pod terénom. Terén v okolí pilierov je približne vodorovný.

Tabuľka 9: Zaťaženie základu piliera 5

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	36098	15775	13989	657	0
2	36098	20837	3375	0	281
3	33828	11275	24205	1215	0
4	32410	12375	23905	1215	0
5	20000	5075	20405	1215	0
6	20000	13411	1875	0	468
7	24460	22037	2375	0	281
8	34748	23037	3275	0	281
výpočet sadania					
1	23267	3027	500	0	0

Tabuľka 10: Seizmické zaťaženie základu piliera 5

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	22379	3841	55325	3650	103
2	22388	26421	55325	3650	1654
3	22411	26591	55325	3650	1649
4	22420	3672	55325	3650	107
5	22380	45535	40406	2576	2693
6	22409	52190	12953	793	3161
7	22390	52360	13132	801	3157
8	22419	45365	40586	2583	2697

Stanovenie najnepriaznivejšej kombinácie zaťaženia pre pilier 5:

Pre kombináciu zaťaženia 1:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{13989}{36098} = 0,388 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{15775}{36098} = 0,437 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 0,388 = 8,224 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 0,437 = 8,126 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 8,224 \cdot 8,126 = 66,828 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{36098}{66,828} = 540,163 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženia 2:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{3375}{36088} = 0,094 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{20837}{36098} = 0,577 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 0,094 = 8,812 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 0,577 = 7,846 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 8,812 \cdot 7,846 = 69,139 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{36098}{69,139} = 522,108 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženia 3:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{24205}{33828} = 0,716 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{11275}{33828} = 0,333 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 0,716 = 7,568 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 0,333 = 8,334 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,568 \cdot 8,334 = 63,072 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{33828}{63,072} = 536,339 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 4:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{23905}{32410} = 0,738 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{12375}{32410} = 0,382 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 0,738 = 7,524 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 0,382 = 8,236 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,524 \cdot 8,236 = 61,968 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{32410}{61,968} = 523,012 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 5:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{20405}{20000} = 1,02 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{5075}{20000} = 0,254 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 1,02 = 6,96 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 0,254 = 8,492 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,96 \cdot 8,492 = 59,104 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{20000}{59,104} = 338,387 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{1875}{20000} = 0,094 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{13411}{20000} = 0,671 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 0,094 = 8,812 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 0,671 = 7,658 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 8,812 \cdot 7,658 = 67,482 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{20000}{67,482} = 296,375 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{2375}{24460} = 0,097 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{22037}{24460} = 0,901 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 0,097 = 8,806 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 0,901 = 7,198 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 8,806 \cdot 7,198 = 63,386 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{24460}{63,386} = 385,89 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 8:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{3275}{34748} = 0,094 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{23037}{34758} = 0,663 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 0,094 = 8,812 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 0,663 = 7,674 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 8,812 \cdot 7,674 = 67,623 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{34748}{67,623} = 558,212 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 3:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{55325}{22411} = 2,469 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{26591}{22411} = 1,187 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 2,469 = 4,062 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 1,187 = 6,626 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 4,062 \cdot 6,626 = 26,915 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22411}{26,915} = 832,658 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 5:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{40406}{22380} = 1,805 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{45535}{22380} = 2,035 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 1,805 = 5,39 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 2,035 = 4,93 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 5,39 \cdot 4,93 = 26,573 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22380}{26,573} = 842,208 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 8:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{40586}{22419} = 1,810 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{45365}{22419} = 2,024 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 9,0 - 2 \cdot 1,81 = 5,38 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 9,0 - 2 \cdot 2,024 = 4,952 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 5,38 \cdot 4,952 = 26,642 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22419}{26,642} = 841,491 \text{ kPa}$$

3.5 Piliere 6 a 7

Piliere 6 a 7 majú pôdorysné rozmery 8,0 x 8,0 m; výšku základovej dosky majú 2,0 m; poloha základovej škáry piliera 6 je 3,6 m pod povrchom terénu, ktorý má v okolí piliera sklon 6 %; u piliera 7 je základová škára najplytšie 3,6 m a najhlbšie 4,2 m pod terénom. Sklon terénu sa pri pilieri 7 mení z 6 % na 10 %.

Tabuľka 11: Zaťaženie základu pilierov 6 a 7

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	35342	30057	23807	966	82
2	20407	22529	11644	485	468
3	23472	31078	14490	607	443
4	34126	31430	22510	917	119
5	19249	22329	10552	438	468
6	35342	24857	25268	1096	82
7	22908	25217	16505	715	162
výpočet sadania					
1	22796	7937	500	0	0

Tabuľka 12: Seizmické zaťaženie základu piliera 6

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	22766	38929	9367	582	2069
2	22669	35076	4928	218	1863
3	22670	35321	4723	214	1841
4	22574	38684	9572	586	2090

Tabuľka 13: Seizmické zaťaženie základu piliera 7

Zaťažovacia kombinácia	V_d (kN)	M_{x1} (kNm)	M_{x2} (kNm)	H_{x1} (kN)	H_{x2} (kN)
výpočet únosnosti					
1	22843	50372	6221	335	2679
2	22751	55350	6967	374	2985
3	22867	55898	6852	373	2980
4	22775	49824	6336	336	2683

Stanovenie najnepriaznivejšej kombinácie zaťaženia pre piliere 6 a 7:

Pre kombináciu zaťaženia 1:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{23807}{35342} = 0,674 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{30057}{35342} = 0,85 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,674 = 6,652 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,85 = 6,3 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,652 \cdot 6,3 = 41,908 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{35342}{41,908} = 843,323 \text{ kPa} \quad \text{najnepriaznivejšie zať. pre pilier 6}$$

Pre kombináciu zaťaženia 2:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{11644}{20407} = 0,571 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{22529}{20407} = 1,104 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,571 = 6,858 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,104 = 5,792 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,858 \cdot 5,792 = 39,722 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{20407}{39,722} = 513,746 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženia 3:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{14490}{23472} = 0,617 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{31078}{23472} = 1,324 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,617 = 6,766 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,324 = 5,352 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,766 \cdot 5,352 = 36,212 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{23472}{36,212} = 648,183 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 4:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{22510}{34126} = 0,66 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{31430}{34126} = 0,921 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,66 = 6,68 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,921 = 6,158 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,68 \cdot 6,158 = 41,135 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{34126}{41,135} = 829,61 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 5:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{10552}{19249} = 0,548 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{22329}{19249} = 1,16 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,548 = 6,904 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,16 = 5,68 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,904 \cdot 5,68 = 39,215 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{19249}{39,215} = 490,858 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{25268}{35342} = 0,715 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{24857}{35342} = 0,703 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,715 = 6,57 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 0,703 = 6,594 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,57 \cdot 6,594 = 43,322 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{35342}{43,322} = 815,798 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu zaťaženi 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{16505}{22908} = 0,720 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{25217}{22908} = 1,101 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,72 = 6,56 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,101 = 5,798 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 6,56 \cdot 5,798 = 38,035 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22908}{38,035} = 602,287 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 1 pod pilierom 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{9367}{22766} = 0,411 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{38929}{22766} = 1,71 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,411 = 7,178 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,71 = 4,58 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,178 \cdot 4,58 = 32,875 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22766}{32,875} = 692,502 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 2 pod pilierom 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{4928}{22669} = 0,217 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{35076}{22669} = 1,547 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,217 = 7,566 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,547 = 4,906 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,566 \cdot 4,906 = 37,12 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22669}{37,12} = 610,70 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 3 pod pilierom 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{4723}{22670} = 0,208 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{35321}{22670} = 1,558 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,208 = 7,584 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,558 = 4,884 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,584 \cdot 4,884 = 37,04 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22670}{37,04} = 612,041 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 4 pod pilierom 6:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{9572}{22574} = 0,424 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{38684}{22574} = 1,714 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,424 = 7,152 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 1,714 = 4,572 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,152 \cdot 4,572 = 32,699 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22574}{32,699} = 690,358 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 1 pod pilierom 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{6221}{22843} = 0,272 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{50372}{22843} = 2,205 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,272 = 7,456 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 2,205 = 3,59 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,456 \cdot 3,59 = 26,767 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22843}{26,767} = 853,402 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 2 pod pilierom 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{6967}{22751} = 0,306 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{55350}{22751} = 2,433 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,306 = 7,388 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 2,433 = 3,134 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,388 \cdot 3,134 = 23,154 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22751}{23,154} = 982,595 \text{ kPa}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 3 pod pilierom 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{6852}{22867} = 0,30 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{55898}{22867} = 2,444 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,30 = 7,4 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 2,444 = 3,112 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,4 \cdot 3,112 = 23,03 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22867}{23,03} = 992,922 \text{ kPa} \quad \text{najnepriaznivejšia kombinácia pre pilier 7}$$

Pre kombináciu seizmického zaťaženia 4 pod pilierom 7:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{6336}{22775} = 0,278 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{49824}{22775} = 2,188 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 8,0 - 2 \cdot 0,278 = 7,444 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 8,0 - 2 \cdot 2,188 = 3,624 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 7,444 \cdot 3,624 = 26,977 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22775}{26,977} = 844,238 \text{ kPa}$$

4. NÁVRH ZAKLADANIA

Zakladanie piliera 7, 8 a opory 9 je navrhnuté na základových doskách podopieraných mikropilótami, votknutými do mezozoických hornín. Okrem toho boli posudzované aj možnosti založenia na základových doskách bez podopierania mikropilótami. Návrh mikropilót, resp. plošných prvkov rešpektuje STN EN 1997-1, Národnú prílohu k STN EN 1997-1 a revidovanú STN 73 1001.

4.1 Pilier 7

Pilier 7 má pôdorysné rozmery 8,0 x 8,0 m a výšku základovej dosky 2,0 m; poloha základovej škáry piliera 7 je 3,6 m pod terénom na kóte 394,50 m n.m. Základ piliera je podopieraný 64 mikropilótami so vzdialenosťou medzi sebou po 1,0 m. Výsledky kopanej sondy KSP-3 neponúkajú dostatočne spoľahlivé informácie o podloží, pretože sonda hlboká 4,3 m sa kopala na kóte 400,61 m n.m. (jej dno je 2,5 m pod povrchom terénu, teda je vyššie ako je základová škára základovej dosky). Situovanie kopanej sondy v blízkosti základu umožňuje predpokladať, že na hodnotenie vlastností hornín podložia budú čiastočne aplikované prenesené poznatky z vrtu MP-7.

Najnepriaznivejšie kontaktné napäie v základovej škáre bude spôsobené seizmickým zaťažením v kombinácii zaťaženia 3:

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22867}{23,03} = 992,922 \text{ kPa}$$

$$\text{kde } B' = 3,112 \text{ m} \quad L' = 7,4 \text{ m} \quad A' = B' \cdot L' = 7,4 \cdot 3,112 = 23,03 \text{ m}^2$$

Pilier 7 sa nachádza pri päte svahu. Zvretané mezozoické vápence a slienité bridlice tu vystupujú 1,2 m pod povrch terénu. Výškový rozdiel povrchu terénu medzi najvyšším a najnižším bodom okraja základu dosahuje 3 m. Dá sa predpokladať, že vo svojej najnižšej časti bude základová doska piliera už spočívať v zvetrovanom mezozoickom súvrství. Do výpočtu sadania budú vstupovať charakteristiky tejto polohy. Z porovnateľnej skúsenosti sú priradené podložiu tieto charakteristiky šmykovej pevnosti $\varphi = 33^\circ$; $c = 0 \text{ kPa}$

$$R_d = (c_d' N_c s_c d_c i_c j_c + q' N_q s_q d_q i_q j_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma j_\gamma) / \gamma_R = (0 \cdot 38,63 \cdot 1,084 \cdot 1,107 \cdot 1,0 + 18,5 \cdot 2,5 \cdot 26,09 \cdot 1,184 \cdot 1,095 \cdot 1,0 + 0,5 \cdot 18,5 \cdot 3,112 \cdot 24,44 \cdot 0,874 \cdot 1,0) / 1,4 = (0 + 1564,41 + 598,26) / 1,4 = 1544,76 \text{ kPa} > 992,922 \text{ kPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

kde čiastkové súčinitele nadobudnú hodnoty:

$$N_q = \text{tg}^2 (45 + \varphi_d / 2) \cdot \exp (\pi \text{tg} \varphi_d) = \text{tg}^2 (45 + 33/2) \cdot \exp (\pi \text{tg} 33) = 26,09$$

$$N_c = (N_d - 1) \cotg \varphi_d = (26,09 - 1) \cotg 33^\circ = 38,63$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_d - 1) \text{tg} \varphi_d = 1,5 (26,09 - 1) \text{tg} 33^\circ = 24,44$$

$$s_c = 1 + 0,2 (B' / L') = 1 + 0,2 (3,112 / 7,4) = 1,084$$

$$s_q = 1 + (B' / L') \sin \varphi_d = 1 + (3,112 / 7,4) \sin 26^\circ = 1,184$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 (B' / L') = 1 - 0,3 (3,112 / 7,4) = 0,874$$

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{D}{B'}} = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{3,6}{3,112}} = 1,107 \quad d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{D}{B'}} \sin 2\varphi_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{3,6}{3,112}} \sin 2 \cdot 26 = 1,095 \quad i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

Do výpočtu sadania vstupujú údaje z tab. 11:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{500}{22796} = 0,022 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{7937}{22796} = 0,348 \text{ m}$$

5 % zo šírky základu 8,0 m je 0,4 m. Pretože excentricita je menšia ako 0,4 m, možno ju v ďalšom zanedbať.

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{22796}{8,0 \cdot 8,0} = 356,19 \text{ kPa}$$

$\sigma_{ol} = 356,19 - (3,6 \cdot 19,5) = 285,99 \text{ kPa}$; v podloží sa pod základovou škárou predpokladá nasledovné zloženie:

do hĺbky 3,1 m pod základovou škárou zvetrané až silne zvetrané slienité bridlice a vápence $E_{def} = 120 \text{ MPa}$; hlbšie navetrané až zvetrané slienité bridlice a vápence $E_{def} = 250 \text{ MPa}$

Tabuľka 14: Priemerné sadanie pod základovou doskou piliera 7

Vrstva č.	H (m)	z (m)	z / B	I_2	σ_z (kPa)	σ_{or} (kPa)	$m \sigma_{or}$ (kPa)	E_{oed} (MPa)	Δs (m)
1	1,0	0,50	0,062	0,97	277,41	79,95	15,99	120	0,00218
2	2,1	2,05	0,256	0,60	171,59	110,17	22,03	120	0,00262
3	2,0	4,10	0,512	0,40	114,40	150,15	30,03	250	0,00067
4	2,0	6,10	0,762	0,30	85,80	189,15	37,83	250	0,00038
5	2,0	8,10	1,012	0,21	60,06	228,15	45,63	250	0,00012
6	2,0	10,10	1,262	0,18	51,48	267,15	53,43	250	-
7	2,0	12,10	1,512	0,13	37,18	306,15	61,23	250	-
celkové sadanie Σs									0,00627

Predpokladané sadanie základu piliera č. 7 dosiahne pri predpoklade výskytu zvetraných mezozoických hornín pod základovou škárou hodnotu 6,27 mm. Podoprenie základu mikropilótami je zbytočné.

4.2 Pilier 8

Pilier 8 má pôdorysné rozmery 8,0 x 8,0 m a výšku základovej dosky 2,0 m; poloha základovej škáry piliera 8 je 4,2 m pod terénom na kóte 402,00 m n.m. Základ piliera je v pôvodnom projekte podopieraný 64 mikropilótami so vzdialenosťou medzi sebou po 1,0 m. Výsledky kopanej sondy KSP-4 možno brať do úvahy, pretože sa nachádza tesne pri základe piliera. Sonda KSP-4 je situovaná pri rohu základu s povrchom terénu 408,24 m n.m. (jej dno je 2,0 m nad úrovňou základovej škáry). Výškový rozdiel v rozsahu základu dosahuje 5 m; možno predpokladať, že základová škára piliera bude výškovo situovaná do rozhrania ílovito-kamenitej sute so silne zvetraným slienitým vápencom. Sklon vrstiev do svahu nevytvára riziko aktivizovania zosuvu. Z porovnateľnej skúsenosti sú priradené podložíu tieto charakteristiky šmykovej pevnosti $\varphi = 33^\circ$; $c = 0$ kPa.

Najnepriaznivejšie kontaktné napätie v základovej škáre bude spôsobené kombináciou zaťaženi 8:

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{31132}{45,982} = 677,048 \text{ kPa}$$

$$\text{kde } B' = 6,46 \text{ m} \quad L' = 7,118 \text{ m} \quad A' = B' \cdot L' = 6,46 \cdot 7,118 = 45,982 \text{ m}^2$$

$$R_d = (c_d' N_c s_c d_c i_c j_c + q' N_q s_q d_q i_q j_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma j_\gamma) / \gamma_R = (0 \cdot 38,63 \cdot 1,18 \cdot 1,053 \cdot 1,0 \cdot 0,721 + 18,5 \cdot 3,1 \cdot 26,09 \cdot 1,49 \cdot 1,053 \cdot 1,0 \cdot 0,732 + 0,5 \cdot 18,5 \cdot 6,46 \cdot 24,44 \cdot 0,727 \cdot 1,0 \cdot 0,732) / 1,4 = (0 + 1718,43 + 777,18) / 1,4 = 1782,58 \text{ kPa} > 677,048 \text{ kPa} \Rightarrow \text{vyhovuje}$$

kde čiastkové súčinitele nadobudnú hodnoty:

$$N_q = \text{tg}^2 (45 + \varphi_d / 2) \cdot \exp (\pi \text{tg } \varphi_d) = \text{tg}^2 (45 + 33/2) \cdot \exp (\pi \text{tg } 33) = 26,09$$

$$N_c = (N_d - 1) \cotg \varphi_d = (26,09 - 1) \cotg 33^\circ = 38,63$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_d - 1) \text{tg } \varphi_d = 1,5 (26,09 - 1) \text{tg } 33^\circ = 24,44$$

$$s_c = 1 + 0,2 (B' / L') = 1 + 0,2 (6,46 / 7,118) = 1,18$$

$$s_q = 1 + (B' / L') \sin \varphi_d = 1 + (6,46 / 7,118) \sin 33^\circ = 1,49$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 (B' / L') = 1 - 0,3 (6,46 / 7,118) = 0,727$$

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{D}{B'}} = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{2}{6,46}} = 1,055 \quad d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{D}{B'}} \sin 2\varphi_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{2}{6,46}} \sin 2 \cdot 33 = 1,053 \quad i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$j_q = j_\gamma = (1 - \operatorname{tg} \beta)^2 = (1 - \operatorname{tg} 15^\circ)^2 = 0,732$$

$$j_c = j_q - \frac{1 - j_q}{N_c \operatorname{tg} \varphi_d} = 0,732 - \frac{1 - 0,732}{38,63 \cdot \operatorname{tg} 33} = 0,721$$

Do výpočtu sadania vstupujú údaje z tab. 3:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{500}{18490} = 0,027 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{7096}{18490} = 0,384 \text{ m}$$

5 % zo šírky základu 8,0 m je 0,4 m. Pretože excentricita je menšia ako 0,4 m, možno ju v ďalšom zanedbať.

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{18490}{8,0 \cdot 8,0} = 288,91 \text{ kPa}$$

$\sigma_{ol} = 288,91 - (1,5 \cdot 19,5) = 259,66 \text{ kPa}$; v podloží sa pod základovou škárou predpokladá nasledovné zloženie:

do hĺbky 1,5 m pod základovou škárou zvetrané až silne zvetrané slienité bridlice a vápence $E_{\text{def}} = 85 \text{ MPa}$; hlbšie navetrané až zvetrané slienité bridlice a vápence $E_{\text{def}} = 250 \text{ MPa}$

Tabuľka 15: Priemerné sadanie pod základovou doskou piliera 8

Vrstva č.	H (m)	z (m)	z / B	I ₂	σ _z (kPa)	σ _{or} (kPa)	m σ _{or} (kPa)	E _{oed} (MPa)	Δs (m)
1	1,5	0,75	0,094	0,92	238,88	43,87	8,77	90	0,00384
2	2,0	2,50	0,312	0,54	140,22	78,00	15,60	250	0,00100
3	2,0	4,50	0,562	0,38	98,67	117,00	23,40	250	0,00061
4	2,0	6,50	0,812	0,28	72,70	156,00	31,20	250	0,00033
5	2,0	8,50	1,062	0,21	54,53	195,00	39,00	250	0,00012
6	2,0	10,50	1,312	0,17	44,14	234,00	46,80	250	-
7	2,0	12,50	1,562	0,13	33,76	273,00	54,60	250	-
celkové sadanie Σ s									0,00590

Predpokladané sadanie základu piliera č. 8 dosiahne pri predpoklade výskytu zvetraných mezozoických hornín pod základovou škárou hodnotu 5,9 mm. Podoprenie základu mikropilótami je zbytočné.

4.3 Opora 9

Opora 9 má pôdorysné rozmery 4,0 x 14,0 m a výšku základovej dosky premenlivú: od 2,08 m po 2,92 m (priemerne 2,5 m). Kóta základovej škáry je 411,496 m n.m. V najnepriaznivejšom mieste – pri rohu základu – je základová doska 1,0 m pod povrchom terénu. Porovnaním so sondou KSP-5 a najnižším miestom základovej škáry dosky vychádza, že celá základová doska by mala spočívať na intenzívne rozvoľnenom mezozoickom podloží tvorenom slienitými bridlicami a blokmi rozvoľnených a zvetraných vápencov. Základ opory je v pôvodnom projekte podopieraný 24 mikropilótami so vzdialenosťou medzi sebou po 1,2 m. Strmý svah, do ktorého je opora vložená, bude zabezpečený oporným múrom (objekt 223-00). Z prieskumu zistený sklon vrstiev (smerujúci do svahu) nevytvára riziko aktivizovania zosuvu. Z porovnateľnej skúsenosti sú priradené podložíu tieto charakteristiky šmykovej pevnosti $\varphi = 33^\circ$; $c = 0$ kPa.

Najnepriaznivejšie kontaktné napätie v základovej škáre bude spôsobené kombináciou zaťaženií 4:

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{19689}{36,605} = 537,88 \text{ kPa}$$

$$\text{kde } B' = 2,842 \text{ m} \quad L' = 12,88 \text{ m} \quad A' = B' \cdot L' = 2,842 \cdot 12,88 = 36,605 \text{ m}^2$$

$$R_d = (c_d' N_c s_c d_c i_c j_c + q' N_q s_q d_q i_q j_q + 0,5 \gamma' B' N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma j_\gamma) / \gamma_R = (0 \cdot 38,63 \cdot 1,044 \cdot 1,084 \cdot 1,0 \cdot 0,49 + 18,5 \cdot 1,0 \cdot 26,09 \cdot 1,12 \cdot 1,08 \cdot 1,0 \cdot 0,49 + 0,5 \cdot 18,5 \cdot 2,842 \cdot 24,44 \cdot 0,934 \cdot 1,0 \cdot 0,469) / 1,4 = (0 + 286,08 + 281,44) / 1,4 = 412,51 \text{ kPa} < 537,88 \text{ kPa} \Rightarrow$$

nevyhovuje

kde čiastkové súčinitele nadobudnú hodnoty:

$$N_q = \text{tg}^2 (45 + \varphi_d / 2) \cdot \exp (\pi \text{tg } \varphi_d) = \text{tg}^2 (45 + 33/2) \cdot \exp (\pi \text{tg } 33) = 26,09$$

$$N_c = (N_d - 1) \cotg \varphi_d = (26,09 - 1) \cotg 33^\circ = 38,63$$

$$N_\gamma = 1,5 (N_d - 1) \text{tg } \varphi_d = 1,5 (26,09 - 1) \text{tg } 33^\circ = 24,44$$

$$s_c = 1 + 0,2 (B' / L') = 1 + 0,2 (2,842 / 12,88) = 1,044$$

$$s_q = 1 + (B' / L') \sin \varphi_d = 1 + (2,842 / 12,88) \sin 33^\circ = 1,12$$

$$s_\gamma = 1 - 0,3 (B' / L') = 1 - 0,3 (2,842 / 12,88) = 0,934$$

$$d_c = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{D}{B'}} = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{2}{2,842}} = 1,084 \quad d_\gamma = 1$$

$$d_q = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{D}{B}} \sin 2\varphi_d = 1 + 0,1 \sqrt{\frac{2}{2,842}} \sin 2 \cdot 33 = 1,08 \quad i_c = i_q = i_\gamma = 1$$

$$j_q = j_\gamma = (1 - \operatorname{tg} \beta)^2 = (1 - \operatorname{tg} 27^\circ) = 0,49$$

$$j_c = j_q - \frac{1 - j_q}{N_c \operatorname{tg} \varphi_d} = 0,49 - \frac{1 - 0,49}{38,63 \cdot \operatorname{tg} 33} = 0,469$$

Z dôvodu nedostatočnej únosnosti plošného základu, čo spôsobuje veľmi strmý svah do ktorého je opora vložená, bude potrebné podopierať základ mikropilótami. Navrhujem mikropilóty z hrubostenných oceľových rúrok $\varnothing 89/10$ mm, dlhé 6,0 m (z toho 0,5 m bude votknuté do základovej dosky a 0,5 m bude vylúčené z prenosu zvislých zaťažení).

Únosnosť mikropilóty celkovej dĺžky 6,0 m

Mikropilóta bude votknutá 0,5 m do základu opory. Z plášťového trenia bude vylúčená oblasť 0,5 m tesne pod základovou škárou dosky, ktorá môže byť nerovnorodá, príp. znehodnotená. Na účinnom úseku dlhom 5,0 m sa bude vyskytovať: 2,5 m silne zvetrané slienité bridlice a 2,5 m zvetrané slienité bridlice striedané s tenko doskovitým vápencom.

Potom charakteristická únosnosť mikropilóty bude:

$$R_{s,k} = \pi d (l_1 \tau_{d1} + l_2 \tau_{d2}) = \pi \cdot 0,15 (2,5 \cdot 250 + 2,5 \cdot 450) = 1750 \text{ kN}$$

kde d je priemer vrtu;

l_i – účinná dĺžka mikropilóty v i -tej vrstve zeminy;

τ_{di} – mobilizované trenie na plášti v i -tej vrstve zeminy;

Poznámka:

Hodnoty mobilizovaného napätia na plášti mikropilóty boli použité z porovnateľnej skúsenosti, opierajúcej sa o zaťažovacie skúšky (pozri Turček, P. – Slávik, I.: Zakladanie stavieb, 2002).

Pretože u mikropilót sa zanedbáva únosnosť päty, návrhová hodnota únosnosti bude

$$R_{c,d} = R_{s,k} / (\gamma_s \cdot \gamma_{R,d}) = 1750 / (1,1 \cdot 1,1) = 1446,28 \text{ kN}$$

Vzhľadom na charakter zemín podložia (tuhá konzistencia ílovitých polôh) nie je potrebné posudzovať únosnosť oceľovej tyče na vzper. Zaťaženie najviac namáhanej mikropilóty bude pri rešpektovaní spolupôsobenia so základovou doskou so zohľadnením výrazne vyššej tuhosti v mieste ukotvenia mikropilót ($F_{c,d} = 19689 \cdot 0,6 = 11813,4 \text{ kN}$):

$$F_i = \frac{F_{c;d}}{n} \pm \frac{F_{c;d} e_1 z}{\sum z^2} \pm \frac{F_{c;d} e_2 y}{\sum y^2} = \frac{11813,4}{24} \pm \frac{11813,4 \cdot 0,56 \cdot 6,6}{4(6,6^2 + 5,4^2 + 4,2^2 + 3^2 + 1,8^2 + 0,6^2)} \pm \frac{11813,4 \cdot 0,579 \cdot 0,979}{24 \cdot 0,979^2} = 492,225 \pm 106,02 \pm 291,11 = 889,36 \text{ kN, resp. } 95,1 \text{ kN}$$

(najviac a najmenej namáhaná mikropilóta)

$$F_i = 889,36 < R_{c;d} = 1446,28 \text{ kN} \text{ **vyhovuje**}$$

Do výpočtu sadania vstupujú údaje z tab. 1:

$$e_{x1} = \frac{M_{x2}}{V} = \frac{15481}{13158} = 1,177 \text{ m} \quad e_{x2} = \frac{M_{x1}}{V} = \frac{-956}{13158} = -0,073 \text{ m}$$

$$B' = B - 2e_{x1} = 4,0 - 2 \cdot 1,177 = 1,646 \text{ m} \quad L' = L - 2e_{x2} = 14,0 - 2 \cdot 0,073 = 13,854 \text{ m}$$

$$A' = B' \cdot L' = 1,646 \cdot 13,854 = 22,8 \text{ m}^2$$

$$\sigma = \frac{V}{A'} = \frac{13158}{22,8} = 577,11 \text{ kPa} \quad L/B = 14/4 = 3,5$$

$\sigma_{ol} = 577,11 - (1,0 \cdot 19,5) = 557,61 \text{ kPa}$; v podloží sa pod základovou škárou predpokladá nasledovné zloženie:

do hĺbky 2,5 m pod základovou škárou zvetrané až silne zvetrané slienité bridlice a vápence $E_{\text{def}} = 75 \text{ MPa}$; hlbšie navetrané až zvetrané slienité bridlice a vápence $E_{\text{def}} = 250 \text{ MPa}$

Tabuľka 16: Priemerné sadanie pod základovou doskou opory 9 (bez mikropilót)

Vrstva č.	H (m)	Z (m)	z/B	I_2	σ_z (kPa)	σ_{or} (kPa)	$m \sigma_{or}$ (kPa)	E_{oed} (MPa)	Δs (m)
1	1,0	0,50	0,128	0,94	524,15	29,25	5,85	80	0,00648
2	1,5	1,75	0,448	0,61	340,14	53,62	10,72	80	0,00618
3	2,0	3,50	0,897	0,40	223,04	87,75	17,55	250	0,00164
4	2,0	5,50	1,410	0,27	150,55	126,75	25,35	250	0,00100
5	2,0	7,50	1,923	0,21	117,10	165,75	33,15	250	0,00067
6	2,0	9,50	2,435	0,16	89,22	204,75	40,95	250	0,00039
7	2,0	11,50	2,949	0,12	66,91	243,75	48,75	250	0,00015
celkové sadanie Σs									0,01651

Predpokladané sadanie základu opory 9 bez uvažovania mikropilót dosiahne pri predpoklade výskytu zvetraných mezozoických hornín pod základovou škárou hodnotu 16,51 mm. Prognóza sadania opory so zahrnutím mikropilót je vypočítaná v tab. 27. V tomto prípade sa zaťaženie bude prenášať až do zvetraných, resp. navetraných mezozoických slienitých bridlíc a vápencov, ktoré sú relatívne málo stlačiteľné.

Tabuľka 17: Priemerné sadanie pod základovou doskou opory 9 podpieranej mikropilótami

Vrstva č.	H (m)	z (m)	z/B	I_2	σ_z (kPa)	σ_{or} (kPa)	$m \sigma_{or}$ (kPa)	E_{oed} (MPa)	Δs (m)
1	1,0	0,50	0,128	0,94	524,15	117,0	23,4	250	0,00200
2	1,5	1,75	0,448	0,61	340,14	141,3	28,3	250	0,00187
3	2,0	3,50	0,897	0,40	223,04	175,5	35,1	250	0,00150
4	2,0	5,50	1,410	0,27	150,55	214,5	42,9	250	0,00086
5	2,0	7,50	1,923	0,21	117,10	253,5	50,7	250	0,00053
6	2,0	9,50	2,435	0,16	89,22	292,5	58,5	250	0,00025
7	2,0	11,50	2,949	0,12	66,91	331,5	66,3	250	0,00001
celkové sadanie Σs									0,00702

Sadanie so zohľadnením podpieranania mikropilótami by malo dosahovať hodnotu 7,02 mm.

5. ZÁVER

Po stanovení zaťaženia a s využitím podkladov inžinierskogeologického prieskumu boli prepočítané základy 1 opory a 2 pilierov. Zachované boli tvary pôvodne navrhnutých konštrukcií (opôr, pilierov a hrúbky základovej dosky). V statických výpočtoch boli vzhľadom k neistotám stanovených vlastností hornín podložia uvažované konzervatívne hodnoty; okrem toho boli zadávané nepriaznivejšie geometrické rozmery (napr. hĺbka základovej škáry pod povrchom terénu). Hrúbka základovej dosky dáva predpoklad tuhého prvku a zabezpečí rovnomerné rozloženie napätia v základovej škáre.

Potreba minimalizovania nadmerného, príp. nerovnomerného sadania medzi jednotlivými piliermi, resp. pilierom a oporou, viedli k nevyhnutnosti podprieť základové dosky mikropilótami \varnothing 89/10. Dĺžka mikropilótpilót bola zvolená s ohľadom na geologické podmienky a podľa možnosti bola snaha ponechať dĺžky z pôvodného projektu. Dôsledné zohľadnenia zaťaženia a geologických podmienok viedli k niektorým úpravám. Za pomerne dôležitú požiadavku treba považovať votknutie mikropilót do zvetraných skalných hornín.

Tabuľka 18: Zhrnutie požiadaviek na návrh opôr a pilierov mostu 202

základ	počet mikropilót	dĺžka mikropilót (mm)	únosnosť mikropilóty (kN)	sadanie základu (mm)
pilier 7	-	-	-	6,27
pilier 8	-	-	-	5,90
opora 9	24	6	1446,28	7,02

Pod piliermi č. 7 a 8 nie je potrebné zhotoviť mikropilóty, pretože základová škára týchto pilierov by sa mala nachádzať vo vrstve zvetraných mezozoických hornín.

Väčšie rozkolísanie vo výpočtoch predpokladaného sadania je spôsobených najmä vlastnosťami podložia, ktoré bolo aplikované z porovnateľnej skúsenosti. Dá sa predpokladať, že vzhľadom k dosadzovaniu skôr pesimistickejších očakávaných vlastností by sa mali skutočné hodnoty vyskytovať priaznivejšie. Jedná sa predovšetkým o silne zvetrané a zvetrané horniny. Dôležité tiež bude, aby sa dodržali správne technologické postupy počas zhotovovania mikropilót a nenastalo zhoršenie vlastností (napr. rozbrednutie ílovcovitých polôh). V prípade zistených anomálií (najmä horších vlastností podložia než bolo uvažované v statickom výpočte), bude potrebné okamžite kontaktovať spracovateľa statického riešenia zakladania, aby navrhol primerané opatrenia.

Prof. Ing. Peter Turček, PhD.

V Bratislave, 27.05.2014

**Diaľničný privádzač Lietavská Lúčka - Žilina
202-00 Most nad údolím v km 3,100**

STATICKÝ VÝPOČET

Časť „ZAKLADANIE NA VEĽKOPRIEMEROVÝCH PILÓTACH“

Obsah

1	Zakladanie	4
1.1	Geológia.....	4
1.2	Posúdenie hĺbkového zakladania	9
1.2.1	Založenie opory č.1.....	12
1.2.1.1	Zaťaženie pilótového základu	12
1.2.1.2	Zaťaženie pilóty	12
1.2.1.3	Posúdenie osamelej pilóty.....	13
1.2.1.4	Posúdenie skupiny pilót.....	19
1.2.2	Založenie piliera č.2	24
1.2.2.1	Zaťaženie pilótového základu	24
1.2.2.2	Zaťaženie pilóty	24
1.2.2.3	Posúdenie osamelej pilóty.....	25
1.2.2.4	Posúdenie skupiny pilót.....	30
1.2.3	Založenie piliera č.3	35
1.2.3.1	Zaťaženie pilótového základu	35
1.2.3.2	Zaťaženie pilóty	35
1.2.3.3	Posúdenie osamelej pilóty.....	36
1.2.3.4	Posúdenie skupiny pilót.....	41
1.2.4	Založenie piliera č.4	46
1.2.4.1	Zaťaženie pilótového základu	46
1.2.4.2	Zaťaženie pilóty	46
1.2.4.3	Posúdenie osamelej pilóty.....	47
1.2.4.4	Posúdenie skupiny pilót.....	52
1.2.5	Založenie piliera č.5	57
1.2.5.1	Zaťaženie pilótového základu	57
1.2.5.2	Zaťaženie pilóty	57
1.2.5.3	Posúdenie osamelej pilóty.....	58
1.2.5.4	Posúdenie skupiny pilót.....	63
1.2.6	Založenie piliera č.6	68
1.2.6.1	Zaťaženie pilótového základu	68
1.2.6.2	Zaťaženie pilóty	68
1.2.6.3	Posúdenie osamelej pilóty.....	69
1.2.6.4	Posúdenie skupiny pilót.....	75

1.2.7	Posúdenie výstuže pilót.....	80
1.2.7.1	Pilóta opory č.1.....	80
1.2.7.2	Pilóta piliera č.2	81
1.2.7.3	Pilóta piliera č.3	83
1.2.7.4	Pilóta piliera č.4	84
1.2.7.5	Pilóta piliera č.5	86
1.2.7.6	Pilóta piliera č.6	88
1.3	Zhodnotenie výsledkov – osamelá pilóta	90
1.4	Zhodnotenie výsledkov – pilótový základ.....	91
2	Záver	92

1 Zakladanie

Zakladanie opory 1 a pilierov 2-6 je navrhnuté na základových doskách podopieraných veľkopriemerovými pilótami priemeru 1,2m votknutými do mezozoických hornín.

1.1 Geológia

Pre statický návrh zakladania sú vytvorené pre oporu a piliere geotechniké a následne výpočtové modely podložia, ktoré vychádzajú z litologického opisu hornín s opisnými charakteristikami jednotlivých litologických typov hornín podložia. Takto zaradeným triedam zemín boli vo fáze hodnotenia spôsobu zakladania prisúdené charakteristiky získané z porovnateľnej skúsenosti. Inžinierskogeologické pomery územia boli preskúmané firmou GEOFOS Žilina v rokoch 1998 a 2006, dodatočné sondy so statickými penetračnými sondami boli vyhotovené firmou INSET Žilina v roku 2010.

Kopané sondy:

ŠP-2 (407,57 m n.m.)

0,0 – 0,1 m íl piesčitý, deluviálny;
0,1 – 0,6 m suť hlinitá až hlinito-kamenitá, deluviálna;
0,6 – 1,3 m suť kamenitá;
1,3 – 2,0 m suť hlinito-kamenitá, deluviálna;
2,0 – 2,2 m íl deluviálny až hlinitá suť;
2,2 – 3,2 m suť hlinitá;
3,2 – 5,0 m suť hlinito-kamenitá;
HPV nebola narazená

ŠP-3 (404,96 m n.m.)

0,0 – 0,1 m hlina prekorenená;
0,1 – 0,5 m íl deluviálny;
0,5 – 1,2 m suť hlinitá, deluviálna;
1,2 – 2,0 m suť hlinito-kamenitá;
2,0 – 2,7 m suť kamenitá;
2,7 – 4,0 m suť kamenito-hlinitá, deluviálna;
HPV nebola narazená

K-2 (416,78 m n.m.)

0,0 – 1,3 m suť kamenito-ílovitá;
1,3 – 3,0 m mezozoikum: vápenec
HPV nebola narazená

MP- 5 (396,16 m n.m.; staničenie 0,806 km)

0,0 – 4,6 m íl so strednou plasticitou (F6 CI), tuhej konzistencie, deluviálny, hnedý;
4,6 – 5,2 m íl so strednou plasticitou (F6 CI), tuhý, deluviálny, výrazne nasýtený vodou;
5,2 – 7,3 m suť ílovitá (íl štrkovitý F2 CG), v polohe 5,3-5,9 m až suť ílovito-kamenitá, deluviálna, suť ílovitá tvorená ílom so strednou plasticitou, tuhej konzistencie;
7,3 – 7,9 m íl so strednou plasticitou (F6 CI), tuhej konzistencie, deluviálny, hnedý až červenohnedý, s ojedinelými úlomkami do 5-10 %, veľkosti do 10-20 mm;
7,9 – 10,0 m suť ílovitá (íl štrkovitý F2 CG), deluviálna, tvorená ílom so strednou plasticitou, pevnej konzistencie, s prímiesou ostrohranných úlomkov;

10,0 – 11,4 m	suť ílovitá až suť ílovito-kamenitá (G5 GC), tvorená ostrohrannými úlomkami slienitých, vápencov; výplň íl so strednou plasticitou, tuhej konzistencie;
11,4 – 12,5 m	íl s nízkou plasticitou, pevný, (rozsýpavý), deluviálny, hnedý, červenohnedý s prímiesou úlomkov vápencov do 20 mm, obsah do 10 – 30 %;
12,5 – 13,4 m	íl s vysokou plasticitou (F8 CH), tuhej konzistencie, bez prímiesi úlomkov; 13,4 – 13,8 m suť kamenitá, deluviálna (G5 GC), hnedá až hnedočervená, s obsahom ostrohranných úlomkov sivých vápencov, veľkosti do 60-80 mm;
13,8 – 14,0 m	íl piesčitý až íl s nízkou plasticitou, tuhý, fluviálny – terasový, jemne sľudnatý, ojedinele úlomky a valúniky slabo opracované;
14,0 – 15,9 m	štrk ílovitý (G5 GC), terasový, hnedý, slabo hrdzavohnedý, tvorený zvetranými, lokálne až rozloženými valúmi granitov; výplň tvorí íl so strednou plasticitou, pevnej konzistencie;
15,9 – 16,9 m	suť kamenitá, deluviálna, hnedosivá-sivá, tvorená úlomkami až balvanmi sivých, svetlosivých kryštálických vápencov, pevných, 150 – 200 mm;
16,9 – 18,8 m	štrk ílovitý (G5 GC), terasový, hrdzavohnedý, lokálne íl štrkovitý; štrk je tvorený valúmi do 40-60 mm, kremencom až do 180 mm; výplň íl piesčitý až íl s nízkou plasticitou, hrdzavý, pevnej konzistencie;
18,8 – 20,0 m	súvrstvie slieňovcov, slienitých bridlíc silne zvetrané až rozložené, sivé charakteru sute ílovitej (štrku ílovitého G5-GC), s výplňou ílu s nízkou plasticitou, nasýteného vodou;
20,0 – 21,0 m	súvrstvie slienitých, tenkodoskovitých vápencov, navetrané až zvetrané, so stredným až vysokým stupňom pevnosti, ťažko rozbíjateľné kladivom;
HPV: narazená –18,40 m, ustálená –17,65 m pod úrovňou terénu	

CPT 4/202-00-01 (≈ 395,50 m n.mn.) (dodatočne zistená sonda v priestore opory 1)

0,0 – 0,4 m	humózná hlina piesčitá $I_c = 0,7$ (F3);
0,4 – 1,2 m	hlina so strednou plasticitou, tuhá $I_c = 0,95$ (F5);
1,2 – 1,6 m	íl so strednou plasticitou, tuhý, $I_c = 0,73$ (F6);
1,6 – 2,4 m	hlina piesčitá tuhá, $I_c = 0,85$ (F3);
2,4 – 2,8 m	ílovitý piesok, kyprý, $I_D = 0,31$ (S5);
2,8 – 4,0 m	piesčitý íl, tuhý, $I_c = 0,68$ (F4);
4,0 – 5,4 m	štrkovitá hlina, tuhá $I_c = 0,85$ (F1);
5,4 – 6,0 m	hlinitý piesok, stredne uľahnurý $I_D = 0,35$ (S4);
6,0 – 6,4 m	piesok s jemnozrnnou prímiesou, uľahnurý $I_D = 0,88$ (S3);
6,4 – 8,8 m	íl so strednou plasticitou, pevný, s prímiesou úlomkov do 30 %, $I_c = 1,08$ (F6);
8,8 – 10,6 m	prachovitý íl s prímiesou úlomkov (do 30 %), $I_c = 1,11$ (F6);
10,6 – 11,0 m	štrkovitá hlina s ojedinelými balvanmi, $I_c = 1,05$ (F1);
11,0 – 11,8 m	štrkovitá hlina s ojedinelými balvanmi, pevná, $I_c = 1,05$ (F1);
11,8 – 12,6 m	íl so strednou plasticitou, pevný $I_c = 1,16$ (F6);
12,6 – 13,6 m	íl so strednou plasticitou, pevný, $I_c = 1,22$ (F6);
13,6 – 14,0 m	íl so strednou plasticitou, pevný $I_c = 1,30$ (F6);
14,0 – 14,4 m	vápenec ílovitý, zvetraný, s veľmi vysokou hustotou diskontinuit (R5);

MP- 6 (396,57m n.m.; staničenie 0,873 km)

0,0 – 0,7 m	íl hnedý až hnedosivý, do 0,2 m tmavohnedý, prekorenělý, tuhej konzistencie s prímiesou ostrohranných úlomkov karbonátov, deluviálny;
0,7 – 1,0 m	suť hlinito-kamenitá, sivá, ostrohrannými úlomkami do 30 – 100 mm;
1,0 – 3,4 m	suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5-GC), deluviálna, hnedosivá až sivá;
3,4 – 4,4 m	íl so strednou plasticitou, tuhý, hnedý s úlomkami do 5 – 20 mm;
4,4 – 6,3 m	suť;

6,3 – 8,3 m	suť ílovitá (F2-CG), hnedá, uľahlá tvorená ílom;
8,3 – 10,2 m	suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5-GC); výplň tvorí íl so strednou plasticitou, tuhej konzistencie;
10,2 – 11,6 m	suť ílovitá (F2-CG) až íl s úlomkami, deluviálna, hnedosivej farby;
11,6 – 12,0 m	suť kamenitá (G5-GC), sivá s úlomkami do veľkosti 20 – 40 mm;
12,0 – 12,8 m	íl so strednou až vysokou plasticitou (F6-CI až F8-CH), tuhej konzistencie;
12,8 – 14,4 m	íl piesčitý (F4-CS), tuhej konzistencie, nasýtený vodou, deluviálny; výplň tvorí íl s vysokou plasticitou;
14,4 – 15,2 m	íl štrkovitý (F2 CG), terasový, s nízkou plasticitou, tuhej konzistencie, sivý;
15,2 – 17,8 m	štrk ílovitý (G5 GC), terasový, hnedý, hrdzavohnedý až suť deluviálna; výplň tvorí íl so strednou plasticitou;
17,8 – 20,0 m	mezozoikum: súvrstvie sivých, tmavosivých slienitých vápencov, zvetrané;
HPV: narazená –18,50 m, ustálená –17,40 m pod úrovňou terénu	

CPT 4/202-00-04 (≈ 394,20 m n.m.) (dodatočne zistená sonda v priestore piliera 4)

0,0 – 0,6 m	piesčitý íl tuhý až mäkký, $I_c = 0,48$ (F4);
0,6 – 2,6 m	prachovitý íl s prímесou úlomkov do 20 %, $I_c = 1,18$ (F6);
2,6 – 3,6 m	íl s nízkou plasticitou, tuhý $I_c = 0,88$ (F6);
3,6 – 4,0 m	ílovitý piesok, stredne uľahnutý $I_D = 0,4$ (S5);
4,0 – 4,8 m	piesčitý íl, pevný $I_c = 1,23$ (F4);
4,8 – 5,2 m	piesčitá hlina, pevná $I_c = 1,23$ (F3);
5,2 – 6,0 m	íl so strednou plasticitou, pevný $I_c = 1,01$ (F6);
6,0 – 6,4 m	íl s nízkou plasticitou, pevný $I_c = 1,07$ (F6);
6,4 – 7,4 m	ílovitý piesok s prímесou úlomkov do 30 %, uľahnutý $I_D = 0,75$ (S5);
7,4 – 8,8 m	piesčitý íl s prímесou úlomkov do 20 %, pevný $I_c = 1,21$ (F4);
8,8 – 10,4 m	štrkovitá hlina, tuhá $I_c = 0,8$ (F1);
10,4 – 11,0 m	štrkovitý íl, pevný $I_c = 1,05$ (F2);

MP-7 (394,22 m n.m.; staničenie 0,904 km)

0,0–0,5 m	íl so strednou plasticitou (F6-CI), tuhej konzistencie, deluviálny, tmavohnedý až hnedý, do 0,1 m humózný;
0,5 – 9,0 m	suť ílovitá (íl štrkovitý F2-CG), tvorená ílom so strednou plasticitou, tuhej konzistencie; v úsekoch 4,0 – 5,4 m; 5,9 – 6,0 m; 6,2 – 6,3 m a 7,5 – 7,6 m je tvorená úlomkami s obsahom 40 – 60 % – suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5 GC); úlomky sú tvorené sivými až tmavosivými slienitými vápencami, pevnými, na povrchu zvetranými;
10,2 – 11,0 m	íl s vysokou plasticitou (F8 CH), tuhej až pevnej konzistencie, nasýtený vodou, deluviálny, hrdzavo až červenohnedý;
11,1 – 12,4 m	suť ílovito-kamenitá, od cca 12,0 m ílovitá tvorená ílom hnedej až hrdzavohnedej farby, pevnej až tvrdej konzistencie;
12,4 – 15,6 m	štrk s prímесou jemnozrnej zeminy (G3 GF), terasový, tvorený valúnmi granitov, kremencov, karbonátov; výplň tvorí íl so strednou plasticitou;
15,6 – 17,5 m	mezozoikum: slienité vápence, zvetrané až silne zvetrané, hnedosivé až hnedé;
17,5 – 20,0 m	slienité vápence zvetrané, lokálne až navetrané, charakteru prevažne doskovitých úlomkov. Úlomky vápencov s vysokým stupňom pevnosti, ťažko rozbíjateľné kladivom, veľkosti do 30 – 60 až do 150 mm;

HPV nebola narazená

KSP-3 (400,61 m n.m.; staničenie 0,998 km)

0,0 – 0,8 m	íl tmavonedý, prekorený (lesná pôda);
-------------	---------------------------------------

- 0,8 – 1,2 m suť ílovitá až suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5 GC), deluviálna, uľahlá;
 1,2 – 3,1 m mezozoikum: súvrstvie doskovitých až tenkodoskovitých vápencov a slienitých bridlíc, zvetrané až silne zvetrané; povrchová vrstva podložia reprezentuje zónu elúvia až delúvia s náznakom plazenia sutí po svahu;
 3,1 – 4,3 m súvrstvie doskovitých vápencov, zvetraných až navetraných;
 HPV nebola narazená

CPT 4/202-00-08 (≈ 397,20 m n.m.) (dodatočne zistená sonda pod pilierom 8)

- 0,0 – 0,2 m humózna hloina, tuhá (F5);
 0,2 – 0,6 m ílovitý piesok, stredne uľahnutý $I_D = 0,57$ (S5);
 0,6 – 1,0 m íl so strednou plasticitou, tuhý $I_C = 0,8$ (F6);
 1,0 – 2,4 m štrkovitá hlina, pevná $I_C = 1,05$ (F1);
 2,4 – 3,8 m íl so strednou plasticitou, pevný $I_C = 1,13$ (F6);
 3,8 – 4,2 m íl s nízkou plasticitou, pevný $I_C = 1,06$ (F6);
 4,2 – 5,2 m vápenec ílovitý zvetraný, s veľmi veľkou hustotou diskontinuít (R5);

KSP-4 (408,24 m n.m.; staničenie 1,041 km)

- 0,0 – 0,7 m íl so strednou plasticitou, tmavonedý, prekorený (lesná pôda);
 0,7 – 1,4 m suť ílovitá až suť ílovité-kamenitá, deluviálna, hnedosivá, zelenosivá, tvorená úlomkami až blokmi slienitých vápencov, prevažne doskovitých;
 1,4 – 2,9 m mezozoikum: slienité vápence v súvrství so slienitými bridlicami, silne zvetrané
 2,9 – 4,0 m súvrstvie doskovitých vápencov, zvetrané až navetrané, so sklonom vrstiev do svahu; pôvodná súvislá doskovitá vrstevnatá textúra je porušená v zóne rozvoľnenia priečnymi, nepriebežnými puklinami na doskovité úlomky;

HPV nebola narazená

CPT 4/202-00-10 (≈ 406,10 m n.m.) (dodatočne zistená sonda pod pilierom 10)

- 0,0 – 0,4 m humózna hlina, tuhá $I_C = 0,75$ (F5);
 0,4 – 1,4 m štrkovitá hlina, pevná $I_C = 1,05$ (F1);
 1,4 – 1,6 m vápenec ílovitý, zvetraný s veľkou hustotou diskontinuít (R4);

KSP-5 (412,15 m n.m.; staničenie 1,075 km)

- 0,0 – 0,3 m íl s nízkou až strednou plasticitou, pevnej konzistencie, deluviálny;
 0,3 – 1,0 m suť hlinitá, deluviálna, hnedá, hnedosivá, nazelenalá, tvorená ílom so strednou až vysokou plasticitou, tuhej konzistencie;
 1,0 – 1,3 m mezozoikum: intenzívne rozvoľnené a až rozložené súvrstvie slienitých bridlíc s blokmi rozvoľnených a zvetraných vápencov v povrchovej vrstve;
 1,3 – 3,4 m súvrstvie slienitých bridlíc, silne zvetraných až zvetraných;
 3,4 – 4,0 m súvrstvie slienitých bridlíc a tenkodoskovitých vápencov, zvetrané až navetrané so sklonom vrstiev do svahu, mierne zvlnené; prevláda doskovitá vrstevnatosť s hrúbkou vrstiev 20 – 60 mm, mierne zvrásnená; úlomky, najmä vápencov sú pevnosti R2 – R3.

HPV nebola narazená

KSP-6 (398,49 m n.m.; staničenie km)

- 0,0 – 0,5 m íl so strednou plasticitou (F6-CI), tuhej konzistencie, deluviálny, tmavonedý;
 0,5 – 1,6 m suť ílovitá, deluviálna, hnedá, zelenohnedá, tvorená ílom so strednou plasticitou tuhej konzistencie, s obsahom nerovnomerne zastúpených úlomkov do 30 – 60 mm, čiastočne usmernené po svahu;
 1,6 – 2,2 m suť kamenitá, deluviálna, hnedosivá až sivá, tvorená ostrohrannými úlomkami

2,2 – 2,4 m	až balvanmi karbonátov, sivej farby, veľkosti do 150 mm; íl so strednou plasticitou, tuhej konzistencie, deluviálny, s obsahom nerovnomerne zastúpených úlomkov do obsahu 20 %, veľkosti do 10-40 mm, čiastočne usmernené po svahu;
2,4 – 4,1 m	suť ílovitá, deluviálna, hnedá, hnedosivá až zelenohnedá, tvorená ílom so strednou až vysokou plasticitou, tuhej až pevnej konzistencie, s obsahom úlomkov do 30-50 %, veľkosti do 50 – 60 mm;
4,1 – 5,0 m	suť ílovito-kamenitá (štrk ílovitý G5 GC), deluviálna, tvorená ílom so strednou až vysokou plasticitou, tuhej až pevnej konzistencie, s úlomkami do veľkosti 30 – 50 mm, obsahu 50 – 60 %.

Záujmové územie sa v zmysle STN 73 0036 (09.97) nachádza v zdrojovej oblasti seizmického rizika č.2, ktorej sa priradzuje základné seizmické zrýchlenie $a_r = 1,0 \text{ m.s}^{-2}$. Geologické podložie budované formáciou mezozoických hornín, vápencov a slieňovcov sa zaraďuje v zmysle STN 73 0036 (09.97) ako geologické podložie do kategórie A. Podložie tvorené paleogénnym súvrstvom ílovcov a prachovcov s vložkami pieskovcov, zaraďujeme podľa citovanej STN do kategórie B.

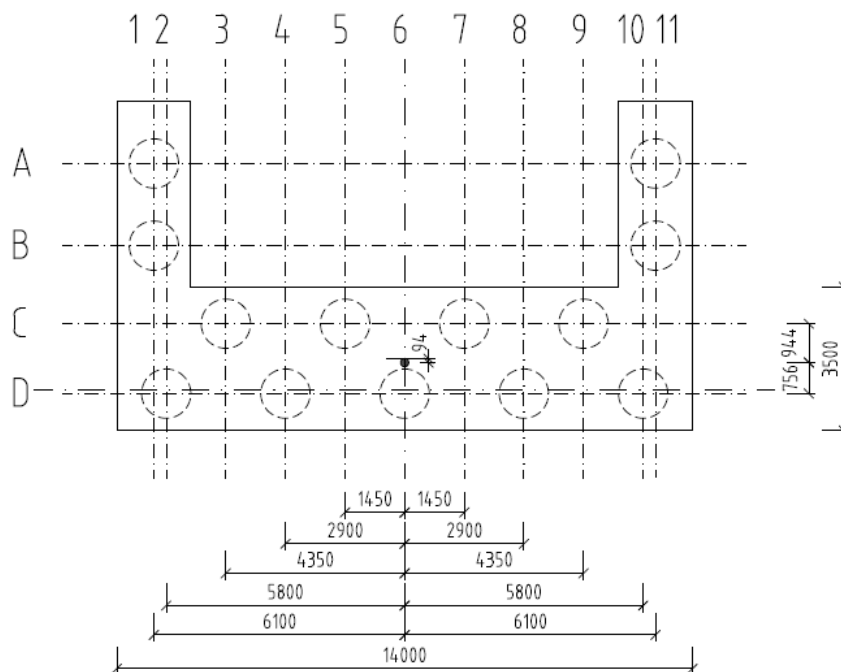
Odporúčania prieskumu:

- objekt južnej mostnej opory a piliere č. 1 až 5 zakladať hĺbkovo na VP resp. na mikropilótach zo stavebnej jamy hĺbky (2 – 3 m),
- pilier č.6 a severnú oporu zakladať v otvorenej stavebnej jame, v skalnom záreze, s dočasnými sklonmi zárezu 3:1 až 5:1 podľa stupňa porušenia s využitím hĺbkového založenia na mikropilótach,
- pri realizácii prístupových ciest a zárezov v strmom svahu zabezpečiť dostatočne bezpečný dočasný zárez, spevnený zasieťovaním a striekaným betónom,
- pri realizácii je nutné zabezpečiť odvodnenie svahov v miestach výverov, odstránenie uvoľnených blokov,
- svahy chrániť pred eróziou a zvetrávaním, najmä v prípade prezimovania z dôvodu intenzívneho rozvoľňovania bridličnatých polôh a šošoviek vápencov v podloží,
- v polohách s prevahou doskovitých vápencov a pri vŕtateľnosti v triede >3 možno lokálne očakávať vysokú pevnosť v prostom tlaku.

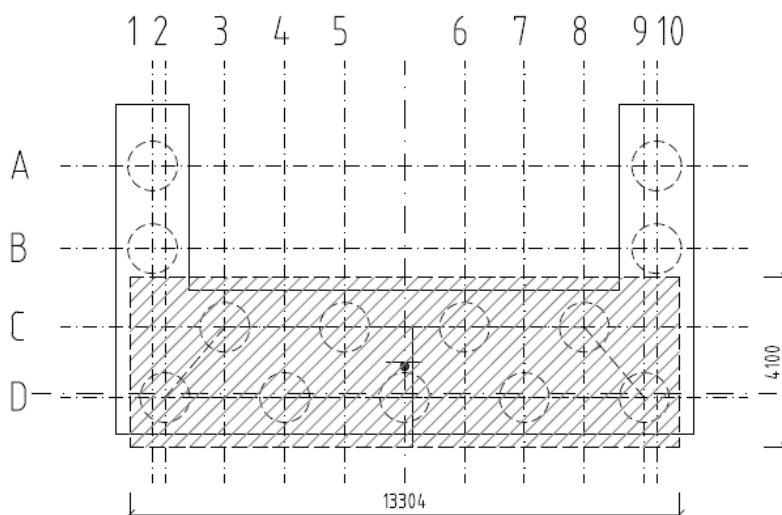
Podrobnosti o uvažovaných vlastnostiach jednotlivých vrstiev hornín, ktoré sa nachádzajú v podloží posudzovaných mostnej opory a pilierov, sú uvádzané samostatne pri každom výpočte.

1.2 Posúdenie hĺbkového zakladania

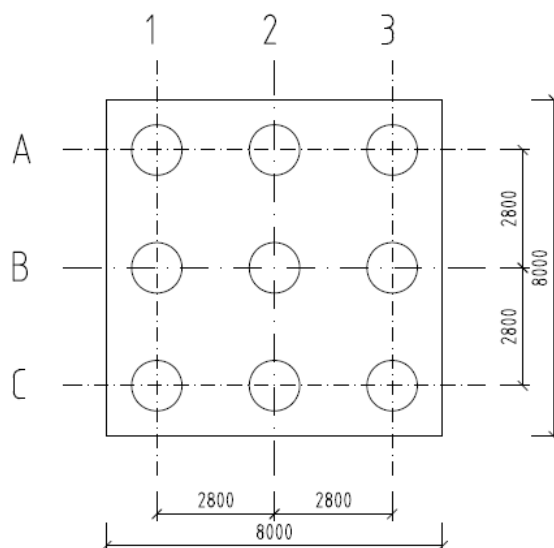
Opora č.1 je založená na veľkopriemerových pilótach priemeru 1200mm v počte 9ks na jeden základ a 4ks pod krídlami. Posudzované boli pilóty pod úložným prahom v počte 9ks. Pôdorysné rozmiestnenie veľkopriemerových pilót:



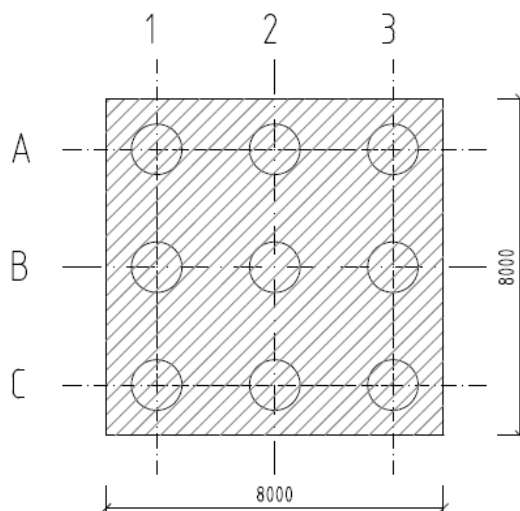
Pri posúdení skupiny pilót pod oporami je uvažované s fiktívnym základom rozmerov 13,304x4,10m:



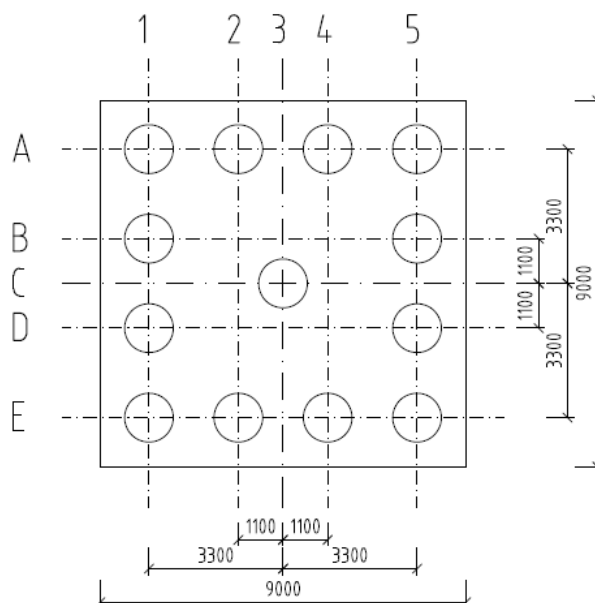
Piliere 2, 3, 4, 6 sú založené na veľkopriemerových pilótach priemeru 1200mm v počte 9ks na jeden základ. Pôdorysné rozmiestnenie veľkopriemerových pilót:



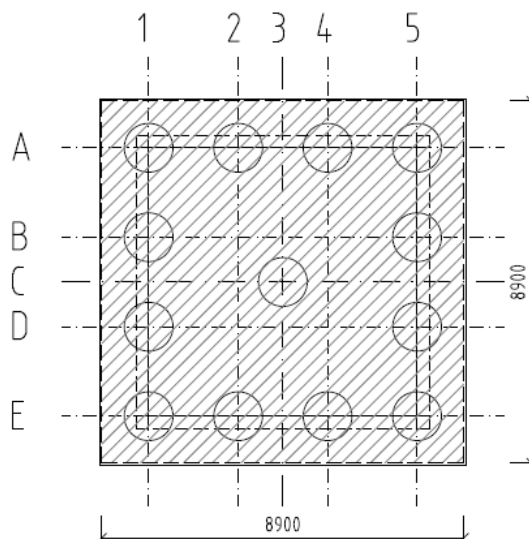
Pri posúdení skupiny pilót pod piliermi je uvažované s fiktívnym základom rozmerov 8,0x8,0m:



Pilier 5 je založený na veľkopriemerových pilótach priemeru 1200mm v počte 13ks na jeden základ.
 Pôdorysné rozmiestnenie veľkopriemerových pilót:



Pri posúdení skupiny pilót pod piliermi je uvažované s fiktívnym základom rozmerov 8,9x8,9m:



1.2.1 Založenie opory č.1

1.2.1.1 Zaťaženie pilótového základu

CELKOVÉ ZAŤAŽENIE V ŤAŽISKU ZÁKLADU

	O1				
	N Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed	Mx1 Ed	Mx2 Ed
MSU-K1	20 250.0	5 711.0	113.0	11 124.0	10 698.0
MSU-K2	12 012.0	5 448.0	188.0	2 207.0	10 471.0
MSU-K3	13 597.0	5 512.0	113.0	10 402.0	10 661.0
MSU-K4	19 689.0	5 947.0	113.0	11 026.0	11 408.0
MSU-K5	12 012.0	5 448.0	188.0	2 207.0	10 471.0
MSU-K6	20 250.0	5 711.0	113.0	9 331.0	10 698.0
MSU-K7	13 597.0	5 512.0	0.0	9 757.0	10 661.0
MSU-K8					
MSP-K1	13 158.0	3 822.0	0.0	956.0	15 481.0
EQ-K1	10 164.0	3 822.0	835.0	5 861.0	12 337.0
EQ-K2	10 174.0	3 822.0	989.0	5 731.0	12 348.0
EQ-K3	10 107.0	3 822.0	1 271.0	7 021.0	12 278.0
EQ-K4					
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

1.2.1.2 Zaťaženie pilóty

VÝSLEDNÉ SILY V PILÓTACH - MAX

	O1				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU-K1	3796.7	573.7	634.7	634.6	12.6
MSU-K2	2535.9	-114.6	605.7	605.3	20.9
MSU-K3	3093.6	-227.1	612.6	612.4	12.6
MSU-K4	3819.7	402.6	660.9	660.8	12.6
MSU-K5	2535.9	-114.6	605.7	605.3	20.9
MSU-K6	3714.3	635.5	634.7	634.6	12.6
MSU-K7	3063.9	-204.9	612.4	612.4	0.0
MSU-K8					
MSP-K1	3182.8	-664.8	424.7	424.7	0.0
EQ-K1	2738.6	-745.8	434.7	424.7	92.8
EQ-K2	2735.0	-741.7	438.7	424.7	109.9
EQ-K3	2779.3	-784.3	447.5	424.7	141.2
EQ-K4					
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

Pilótový základ:

počet pilót	$n_{pil} =$	9 ks
	$\Sigma(r_{x1})^2 =$	6.422 m ²
	$\Sigma(r_{x2})^2 =$	126.150 m ²
max. ramená tlačenej pilóty	$r_{x1,max,c} =$	0.756 m
	$r_{x2,max,c} =$	5.800 m
max. ramená ťahanej pilóty	$r_{x1,max,t} =$	0.944 m
	$r_{x2,max,t} =$	4.350 m

MAXIMÁLNE A MINIMÁLNE SILY V PILÓTACH

	O1				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU	3820	-227	661	661	21
MSP	3183	-665	425	425	0
EQ	2779	-784	448	425	141

1.2.1.3 Posúdenie osamelej pilóty

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodnené podmínky : ČSN 73 1002

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 :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.15 [-]	


Součinitele redukce zatížení (F)			
Seismická návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.00 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Seismická návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.00 [-]	

Základní parametry zemín






Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	0.40
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	0.40
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	0.25
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	0.30
5	Nasyp G3, středně ulehlá		32.50	0.00	19.00	0.25

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		6.00	-	22.00	-	-
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		12.00	-	22.00	-	-
3	Třída R4		149.00	-	20.00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
4	Trieda G5		54.00	-	20.50	-	-
5	Nasyp G3, stredne ulehlá		85.00	-	20.00	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Trieda F6, konzistence tuhá		4.50
2	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		4.50
3	Trieda R4		9.00
4	Trieda G5		7.50
5	Nasyp G3, stredne ulehlá		32.50

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m

Délka $l = 22.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 1.00$ m

Hĺoubka upraveného terénu $h_z = 0.00$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00$ 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	2.30	Nasyp G3, stredne ulehlá	
2	7.90	Trieda F6, konzistence tuhá	
3	6.10	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
4	4.80	Trieda G5	
5	-	Trieda R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	MSU-Max	Návrhové	3820.00	0.00	0.00	463.00	0.00

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
2	MSU-Min	Návrhové	-227.00	0.00	0.00	463.00	0.00
3	MSP	Užitné	3183.00	0.00	0.00	425.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.65 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Výpočet svislé únosnosti : analytické řešení

Typ výpočtu : výpočet pro odvozené podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení svislé únosnosti - MSÚ

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačene piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 3285.55$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 12989.75$ kN

Únosnost piloty $R_c = 16275.30$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 3820.00$ kN

$$R_c = 16275.30 \text{ kN} > 3820.00 \text{ kN} = V_d$$

Únosnost tlačene piloty VYHOVUJE

Posouzení tažené piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 2. (MSU-Min)

Únosnost tažené piloty $R_{sdt} = 4238.39$ kN

Vlastní hmotnost piloty $w_p = 584.15$ kN

Extrémní tahová síla $V_d = 0.00$ kN

$$R_c = 4238.39 \text{ kN} > 0.00 \text{ kN} = V_d$$

Únosnost tažené piloty VYHOVUJE

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení sednutí - MSP

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	E _s [MPa]
1	35.00
2	75.00

Vrstva a číslo	E_s [MPa]
3	100.00
4	150.00

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

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště tření $R_{yu} = 4294.42$ kN

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 4.5$ mm

Celková únosnost $R_c = 7043.15$ kN

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0$ mm

Pro maximální užité svislé zatížení $V = 3183.00$ kN je sednutí piloty 3.3mm.

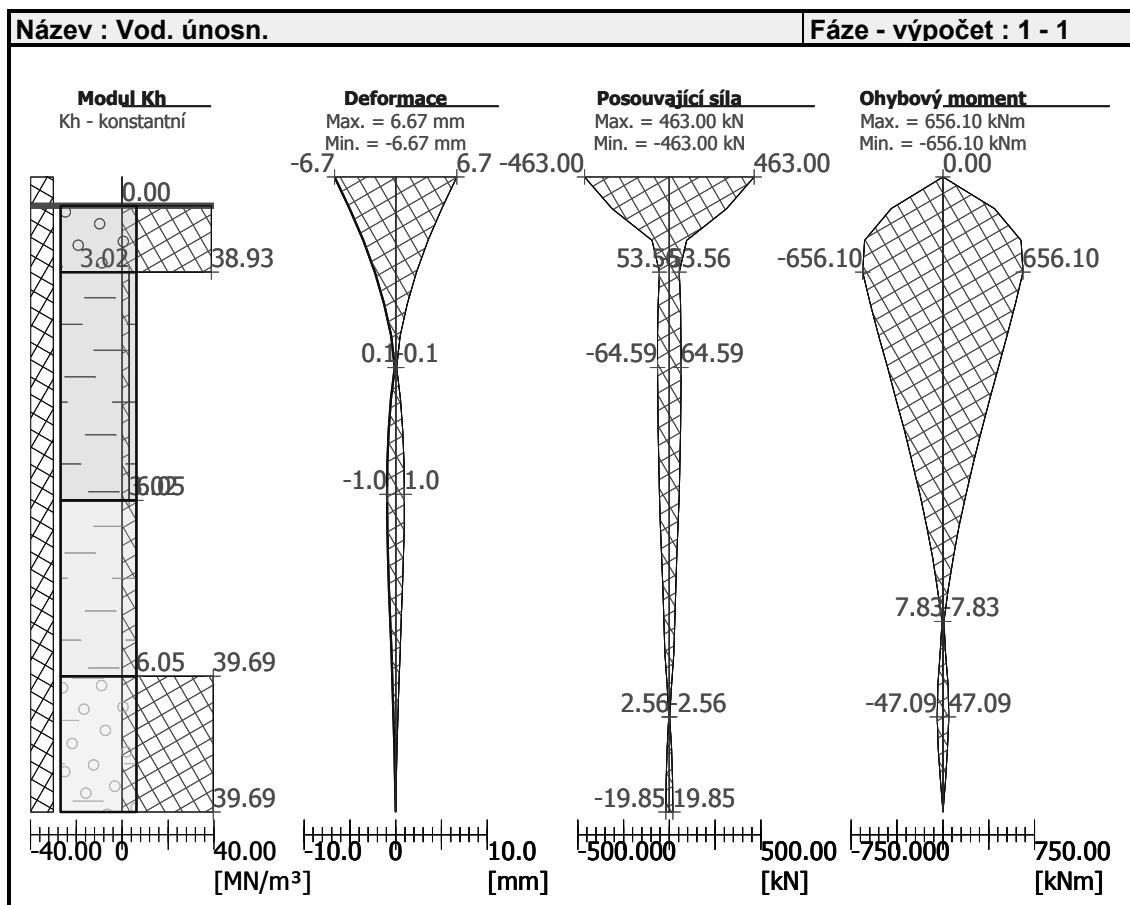
Posouzení vodorovné únosnosti - MSÚ

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	EQ-Max	Návrhové	2779.00	0.00	0.00	313.00	0.00

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
2	EQ-Min	Návrhové	-784.00	0.00	0.00	313.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hĺbke 17.65 m od pôvodného terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : seismická

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení svislé únosnosti - EQDS

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - mezivýsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 3614.11$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 14288.73$ kN

Únosnost piloty $R_c = 17902.83$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 2779.00$ kN

$$R_c = 17902.83 \text{ kN} > 2779.00 \text{ kN} = V_d$$

Únosnost tlačené piloty VYHOVUJE

Posouzení tažené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 2. (EQ-Min)

Únosnost tažené piloty $R_{sdt} = 4874.14$ kN

Vlastní hmotnost piloty $w_p = 584.15$ kN

Extrémní tahová síla $V_d = 199.85$ kN

$$R_c = 4874.14 \text{ kN} > 199.85 \text{ kN} = V_d$$

Únosnost tažené piloty VYHOVUJE

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

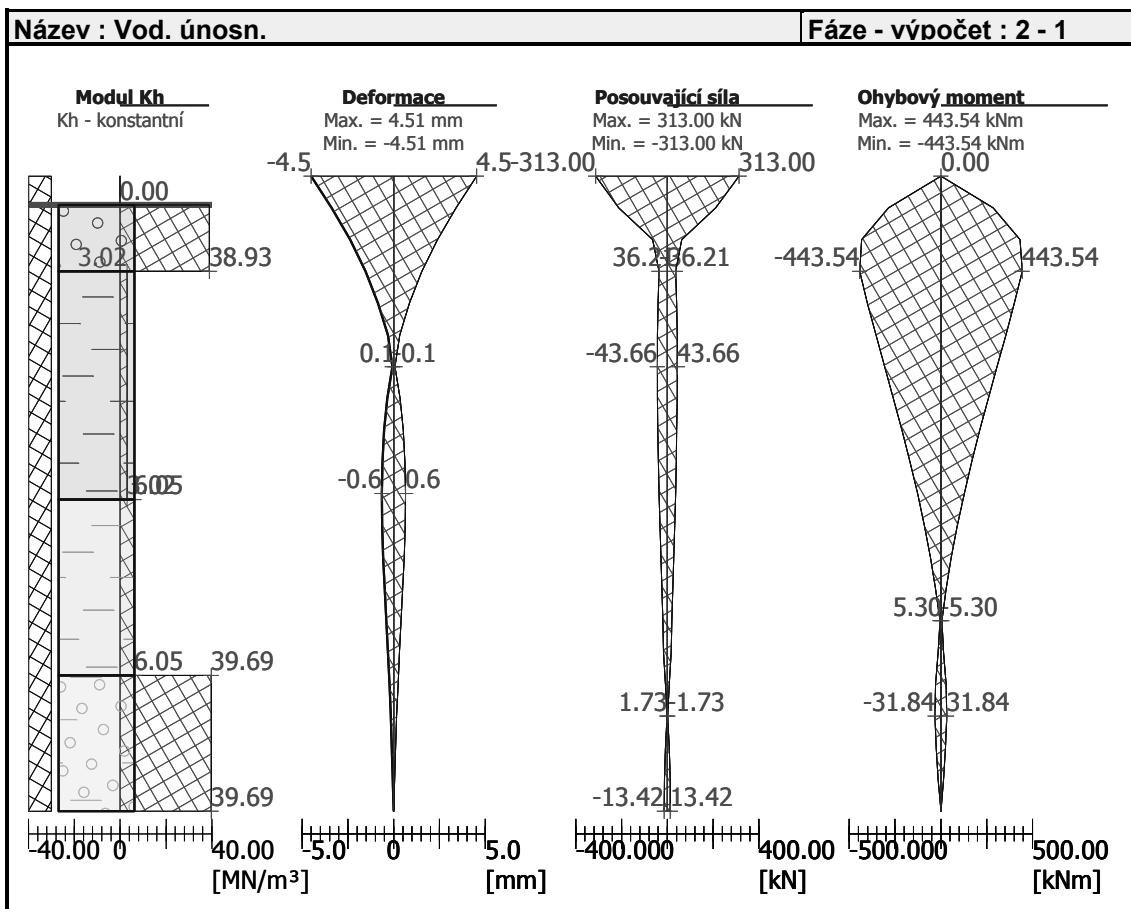
Posouzení vodorovné únosnosti - EQDS

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



1.2.1.4 Posúdenie skupiny pilót

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0.333

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1.40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1.10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	12.00	
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	12.00	
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	10.00	
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	10.50	

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

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 18.70$ m

Hloubka základové spáry $d = 18.70$ m

Tloušťka základu $t = 2.50$ m

Sklon upraveného terénu $s_1 = 9.20^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0.00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = 0.00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 13.30$ m





Šířka patky $y = 4.10$ m

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 13.30$ m

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 4.10$ m

Objem patky = 136.32 m³

Geologický profil a priradení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorek
1	7.90	Třída F6, konzistence tuhá	
2	6.10	Třída F6, konzistence pevná Sr < 0.8	
3	4.80	Třída G5	
4	-	Třída R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	MSU-K1	Návrhové	28656.30	8794.50	11124.00	-113.00	5711.00
2	MSU-K2	Návrhové	20418.30	9341.90	2207.00	-188.00	5448.00
3	MSU-K3	Návrhové	22003.30	9382.90	10402.00	-113.00	5512.00
4	MSU-K4	Návrhové	28095.30	9557.20	11026.00	-113.00	5947.00
5	MSU-K5	Návrhové	20418.30	9341.90	2207.00	-188.00	5448.00
6	MSU-K6	Návrhové	28656.30	8794.50	9331.00	-113.00	5711.00
7	MSU-K7	Návrhové	22003.30	9382.90	9757.00	0.00	5512.00
8	MSP-K1	Užitné	21564.30	14244.10	956.00	0.00	3822.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.65 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - MSÚ

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K1	Ano	-0.39	-0.78	928.16	4820.37	19.25	Ano
MSU-K1	Ne	-0.38	-0.78	930.98	4844.61	19.22	Ano
MSU-K2	Ano	-0.13	-1.08	840.19	3958.09	21.23	Ano
MSU-K2	Ne	-0.12	-1.07	838.85	3999.02	20.98	Ano
MSU-K3	Ano	-0.47	-1.02	891.74	4174.61	21.36	Ano
MSU-K3	Ne	-0.46	-1.00	891.24	4211.34	21.16	Ano
MSU-K4	Ano	-0.39	-0.85	958.01	4651.37	20.60	Ano
MSU-K4	Ne	-0.39	-0.84	960.22	4677.26	20.53	Ano
MSU-K5	Ano	-0.13	-1.08	840.19	3958.09	21.23	Ano
MSU-K5	Ne	-0.12	-1.07	838.85	3999.02	20.98	Ano
MSU-K6	Ano	-0.33	-0.78	919.22	4814.34	19.09	Ano
MSU-K6	Ne	-0.32	-0.78	922.10	4838.59	19.06	Ano
MSU-K7	Ano	-0.43	-1.02	885.91	4171.54	21.24	Ano
MSU-K7	Ne	-0.42	-1.00	885.49	4208.26	21.04	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastná tíha patky $G = 790.68 \text{ kN}$
Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN}$

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (MSU-K3)

Parametry smykové plochy pod základem:
Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 7.80 \text{ m}$
Dosah smykové plochy $l_{sp} = 25.66 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 4174.61 \text{ kPa}$
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 891.74 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.035 < 0.333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.264 < 0.333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0.264 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (MSU-K2)
Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 11631.03 \text{ kN}$
Extrémní horizontální síla $H = 5451.24 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení - MSP

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Spočtená vlastná tíha patky $G = 790.68 \text{ kN}$
Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN}$

Výpočet proveden za vyloučení tahu.
Rozměry patky po vyloučení tažených okrajů:

Délka patky $(x) = 13.30 \text{ m}$
Šířka patky $(y) = 2.96 \text{ m}$

Sednutí středu hrany x - 1 = 5.5 mm
Sednutí středu hrany x - 2 = -2.1 mm
Sednutí středu hrany y - 1 = 1.8 mm
Sednutí středu hrany y - 2 = 1.7 mm
Sednutí středu základu = 6.4 mm
Sednutí charakterist. bodu = 4.2 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhosť základu:

Spočtený vážený priemerný modul pretvárnosti $E_{def} = 120.90 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=1.65$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=56.25$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.003 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.260 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.260 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 4.2 mm

Hloubka deformační zóny = 3.64 m

Natočení ve směru x = 0.007 ($\tan \cdot 1000$); ($4.1 \cdot 10^{-4}^\circ$)

Natočení ve směru y = 1.874 ($\tan \cdot 1000$); ($6.2 \cdot 10^{-2}^\circ$)

Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	EQ-K1	Návrhové	18570.30	11381.60	5861.00	-835.00	3822.00
2	EQ-K2	Návrhové	18580.30	11391.60	5731.00	-989.00	3822.00
3	EQ-K3	Návrhové	18513.30	11327.90	7021.00	-1271.00	3822.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.65 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - EQDS

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
EQ-K1	Ano	-0.41	-1.08	800.88	4585.94	17.46	Ano
EQ-K1	Ne	-0.40	-1.07	799.00	4625.17	17.28	Ano
EQ-K2	Ano	-0.42	-1.08	802.93	4581.50	17.53	Ano
EQ-K2	Ne	-0.42	-1.07	801.02	4620.73	17.34	Ano
EQ-K3	Ano	-0.53	-1.08	814.23	4566.47	17.83	Ano
EQ-K3	Ne	-0.52	-1.07	812.07	4606.02	17.63	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 790.68 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN}$

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (EQ-K3)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hĺbka smykovej plochy $z_{sp} = 7.80 \text{ m}$

Dosah smykovej plochy $l_{sp} = 25.66 \text{ m}$

Výpočtová únosnosť zákl. pôdy $R_d = 4566.47 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 814.23 \text{ kPa}$

Svislá únosnosť VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.040 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.264 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.267 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (EQ-K3)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 10587.66 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 4027.79 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

1.2.2 Založenie piliera č.2

1.2.2.1 Zaťaženie pilótového základu

CELKOVÉ ZAŤAŽENIE V ŤAŽISKU ZÁKLADU

	P2				
	N Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed	Mx1 Ed	Mx2 Ed
MSU-K1	31 886.0	853.0	55.0	22 279.0	12 279.0
MSU-K2	18 668.0	437.0	423.0	15 214.0	6 850.0
MSU-K3	22 178.0	500.0	416.0	23 200.0	7 874.0
MSU-K4	30 726.0	807.0	92.0	23 352.0	12 189.0
MSU-K5	15 669.0	392.0	423.0	15 114.0	6 159.0
MSU-K6	30 013.0	933.0	55.0	19 979.0	13 840.0
MSU-K7	19 774.0	558.0	162.0	20 192.0	8 490.0
MSU-K8	31 132.0	931.0	55.0	23 979.0	13 738.0
MSP-K1	18 490.0	0.0	0.0	7 096.0	500.0
EQ-K1	21 203.0	1.0	1 439.0	18 024.0	730.0
EQ-K2	19 654.0	1.0	1 208.0	15 377.0	739.0
EQ-K3	19 637.0	1.0	1 255.0	15 847.0	738.0
EQ-K4	21 238.0	1.0	1 391.0	17 554.0	731.0
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

1.2.2.2 Zaťaženie pilóty

VÝSLEDNÉ SILY V PILÓTACH - MAX

	P2				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU-K1	5599.9	1485.9	95.0	94.8	6.1
MSU-K2	3387.6	760.9	67.6	48.6	47.0
MSU-K3	4313.9	614.6	72.3	55.6	46.2
MSU-K4	5529.5	1298.5	90.2	89.7	10.2
MSU-K5	3007.3	474.8	64.1	43.6	47.0
MSU-K6	5347.8	1321.7	103.8	103.7	6.1
MSU-K7	3904.4	489.8	64.6	62.0	18.0
MSU-K8	5704.2	1214.1	103.6	103.4	6.1
MSP-K1	2506.6	1602.3	0.0	0.0	0.0
EQ-K1	3472.2	1239.6	159.9	0.1	159.9
EQ-K2	3143.1	1224.5	134.2	0.1	134.2
EQ-K3	3169.1	1194.7	139.4	0.1	139.4
EQ-K4	3448.2	1271.4	154.6	0.1	154.6
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

Pilótový základ:

počet pilót

$$n_{pil} = 9 \text{ ks}$$

$$\Sigma(r_{x1})^2 = 47.040 \text{ m}^2$$

$$\Sigma(r_{x2})^2 = 47.040 \text{ m}^2$$

max. ramená tlačenej pilóty

$$r_{x1,max,c} = 2.8 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,c} = 2.8 \text{ m}$$

max. ramená ťahanej pilóty

$$r_{x1,max,t} = 2.8 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,t} = 2.8 \text{ m}$$

MAXIMÁLNE A MINIMÁLNE SILY V PILÓTACH

	P2				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU	5704	475	104	104	47
MSP	2507	1602	0	0	0
EQ	3472	1195	160	0	160

1.2.2.3 Posúdenie osamelej pilóty

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002

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 :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.15 [-]	




Součinitele redukce zatížení (F)			
Seismická návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.00 [-]	1.00 [-]


Součinitele redukce odporu (R)			
Seismická návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.00 [-]	

Základní parametry zemín





Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	0.40
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	0.40
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	0.25
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	0.30

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		6.00	-	22.00	-	-
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		12.00	-	22.00	-	-
3	Třída R4		149.00	-	20.00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
4	Trieda G5		54.00	-	20.50	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Trieda F6, konzistence tuhá		4.50
2	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		4.50
3	Trieda R4		9.00
4	Trieda G5		7.50

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m

Délka $l = 16.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 1.00$ m

Hĺoubka upraveného terénu $h_z = 3.90$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00$ 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	7.90	Trieda F6, konzistence tuhá	
2	6.10	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
3	4.80	Trieda G5	
4	-	Trieda R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	MSU-Max	Návrhové	5704.00	0.00	0.00	104.00	0.00
2	MSU-Min	Návrhové	475.00	0.00	0.00	104.00	0.00
3	MSP	Užitné	2507.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.65 m od pôvodního 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 svislé únosnosti - MSÚ

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejpříznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1428.76 \text{ kN}$

Únosnost piloty v patě $R_b = 17229.53 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 18658.29 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 5704.00 \text{ kN}$

$$R_c = 18658.29 \text{ kN} > 5704.00 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení sednutí - MSP

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	E_s [MPa]
1	35.00
2	75.00
3	100.00
4	150.00

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

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 2670.06 \text{ kN}$

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 4.4 \text{ mm}$

Celková únosnost $R_c = 7110.57 \text{ kN}$

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Pro maximální užité svislé zatížení $V = 2507.00 \text{ kN}$ je sednutí piloty 4.1mm.

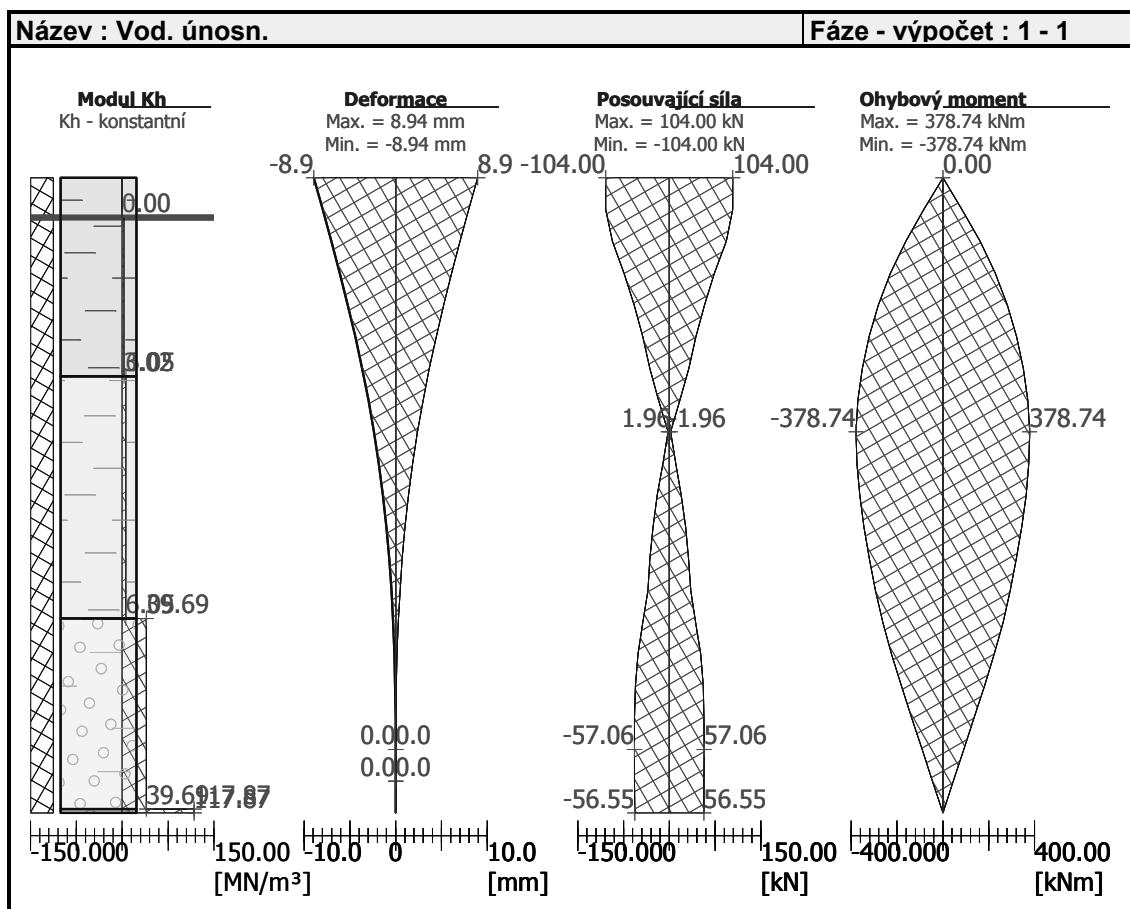
Posouzení vodorovné únosnosti - MSÚ

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	EQ-Max	Návrhové	3472.00	0.00	0.00	160.00	0.00
2	EQ-Min	Návrhové	1195.00	0.00	0.00	160.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.65 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : seismická

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení svislé únosnosti - EQDS

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1571.63$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 18952.48$ kN

Únosnost piloty $R_c = 20524.12$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 3472.00 \text{ kN}$

$R_c = 20524.12 \text{ kN} > 3472.00 \text{ kN} = V_d$

Svislá únosnosť piloty VYHOVUJE

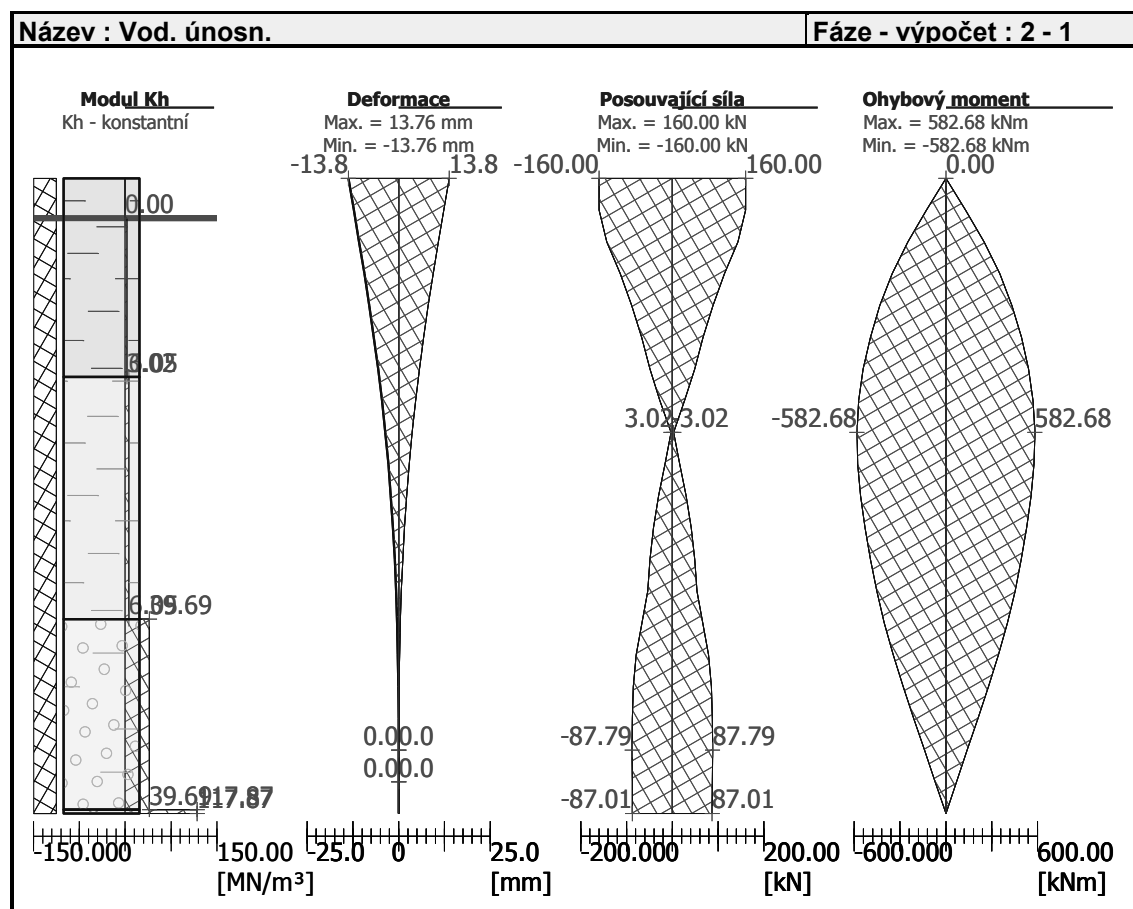
Posouzení vodorovné únosnosti - EQDS

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



1.2.2.4 Posúdenie skupiny pilót

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0.333

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1.40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1.10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	12.00	
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	12.00	
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	10.00	
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	10.50	

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

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 18.90$ m

Hloubka základové spáry $d = 18.90$ m

Tloušťka základu $t = 1.50$ m

Sklon upraveného terénu $s_1 = 10.70^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0.00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = 0.00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 8.00$ m





Šířka patky $y = 8.00$ m

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 8.00$ m

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 8.00$ m

Objem patky = 96.00 m³

Geologický profil a priradení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorek
1	7.90	Třída F6, konzistence tuhá	
2	6.10	Třída F6, konzistence pevná Sr < 0.8	
3	4.80	Třída G5	
4	-	Třída R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	MSU-K1	Návrhové	40449.00	12279.00	22279.00	-55.00	853.00
2	MSU-K2	Návrhové	27231.00	6850.00	15214.00	-423.00	437.00
3	MSU-K3	Návrhové	30741.00	7874.00	23200.00	-416.00	500.00
4	MSU-K4	Návrhové	39289.00	12189.00	23352.00	-92.00	807.00
5	MSU-K5	Návrhové	24232.00	6159.00	15114.00	-423.00	392.00
6	MSU-K6	Návrhové	38576.00	13840.00	19979.00	-55.00	933.00
7	MSU-K7	Návrhové	28337.00	8490.00	20192.00	-162.00	558.00
8	MSU-K8	Návrhové	39695.00	13738.00	23979.00	-55.00	931.00
9	MSP-K1	Užitné	27053.00	500.00	7096.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.65 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - MSÚ

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K1	Ano	-0.55	-0.33	802.82	9236.98	8.69	Ano
MSU-K1	Ne	-0.55	-0.33	803.65	9237.78	8.70	Ano
MSU-K2	Ano	-0.58	-0.27	537.16	9143.82	5.87	Ano
MSU-K2	Ne	-0.58	-0.27	537.99	9145.20	5.88	Ano
MSU-K3	Ano	-0.77	-0.28	642.97	8977.94	7.16	Ano
MSU-K3	Ne	-0.77	-0.28	643.77	8979.48	7.17	Ano
MSU-K4	Ano	-0.60	-0.34	791.40	9204.55	8.60	Ano
MSU-K4	Ne	-0.59	-0.34	792.22	9205.43	8.61	Ano
MSU-K5	Ano	-0.65	-0.28	488.25	9059.36	5.39	Ano
MSU-K5	Ne	-0.64	-0.28	489.07	9061.11	5.40	Ano
MSU-K6	Ano	-0.52	-0.39	771.11	9270.78	8.32	Ano
MSU-K6	Ne	-0.52	-0.39	771.94	9271.56	8.33	Ano
MSU-K7	Ano	-0.72	-0.33	590.87	9078.96	6.51	Ano
MSU-K7	Ne	-0.72	-0.33	591.68	9080.43	6.52	Ano
MSU-K8	Ano	-0.60	-0.38	810.36	9186.94	8.82	Ano

Název	VI. tíha prízivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K8	Ne	-0.60	-0.38	811.18	9187.83	8.83	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 216.00$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 8. (MSU-K8)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 15.21$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 50.06$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 9187.83$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 811.18$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.096 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.049 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.102 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 6. (MSU-K6)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 25118.29$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 934.62$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení - MSP

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Spočtená vlastní tíha patky $G = 160.00$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 1.7 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 1.6 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 2.3 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 1.1 mm

Sednutí středu základu = 6.3 mm

Sednutí charakterist. bodu = 3.2 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhosť základu:

Spočtený vážený priemerný modul pretvárnosti $E_{def} = 124.17 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=1.59$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=1.59$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.033 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.002 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.033 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 3.2 mm

Hloubka deformační zóny = 4.15 m

Natočení ve směru x = 0.158 ($\tan \cdot 1000$); ($9.0E-03^\circ$)

Natočení ve směru y = 0.011 ($\tan \cdot 1000$); ($6.4E-04^\circ$)

Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	EQ-K1	Návrhové	29766.00	730.00	18024.00	-1439.00	1.00
2	EQ-K2	Návrhové	28217.00	739.00	15377.00	-1208.00	1.00
3	EQ-K3	Návrhové	28200.00	738.00	15847.00	-1255.00	1.00
4	EQ-K4	Návrhové	29801.00	731.00	17554.00	-1391.00	1.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.65 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - EQDS

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
EQ-K1	Ano	-0.67	-0.02	565.88	8496.93	6.66	Ano
EQ-K1	Ne	-0.67	-0.02	566.72	8499.33	6.67	Ano
EQ-K2	Ano	-0.61	-0.03	525.95	8639.99	6.09	Ano
EQ-K2	Ne	-0.60	-0.03	526.79	8642.26	6.10	Ano
EQ-K3	Ano	-0.63	-0.03	528.66	8597.97	6.15	Ano
EQ-K3	Ne	-0.62	-0.03	529.50	8600.32	6.16	Ano
EQ-K4	Ano	-0.66	-0.02	563.34	8537.91	6.60	Ano
EQ-K4	Ne	-0.65	-0.02	564.18	8540.24	6.61	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 216.00 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN}$

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-K1)

Parametry smykové plochy pod základem:
Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 15.21 \text{ m}$
Dosah smykové plochy $l_{sp} = 50.06 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 8499.33 \text{ kPa}$
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 566.72 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.084 < 0.333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.003 < 0.333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0.084 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-K1)
Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 19405.46 \text{ kN}$
Extrémní horizontální síla $H = 1439.00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

1.2.3 Založenie piliera č.3

1.2.3.1 Zaťaženie pilótového základu

CELKOVÉ ZAŤAŽENIE V ŤAŽISKU ZÁKLADU

	N Ed	Vx1 Ed	P3		
			Vx2 Ed	Mx1 Ed	Mx2 Ed
MSU-K1	35 297.0	967.0	281.0	18 337.0	17 309.0
MSU-K2	22 384.0	491.0	468.0	9 911.0	8 857.0
MSU-K3	22 250.0	605.0	281.0	18 737.0	10 786.0
MSU-K4	34 080.0	918.0	281.0	19 637.0	16 511.0
MSU-K5	19 354.0	445.0	468.0	9 811.0	8 064.0
MSU-K6	33 424.0	1 066.0	281.0	14 337.0	18 807.0
MSU-K7	22 814.0	682.0	0.0	14 175.0	11 839.0
MSU-K8					
MSP-K1	21 915.0	0.0	0.0	779.0	500.0
EQ-K1	21 763.0	2.0	2 178.0	31 244.0	783.0
EQ-K2	21 722.0	1.0	2 421.0	34 574.0	793.0
EQ-K3	21 739.0	1.0	2 428.0	34 699.0	794.0
EQ-K4	21 698.0	2.0	2 171.0	31 120.0	782.0
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

1.2.3.2 Zaťaženie pilóty

VÝSLEDNÉ SILY V PILÓTACH - MAX

	P3				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU-K1	6043.7	1800.1	111.9	107.4	31.2
MSU-K2	3604.3	1370.0	75.4	54.6	52.0
MSU-K3	4229.5	714.9	74.1	67.2	31.2
MSU-K4	5938.3	1635.0	106.7	102.0	31.2
MSU-K5	3214.4	1086.5	71.8	49.4	52.0
MSU-K6	5686.6	1740.9	122.5	118.4	31.2
MSU-K7	4083.3	986.4	75.8	75.8	0.0
MSU-K8					
MSP-K1	2511.1	2358.9	0.0	0.0	0.0
EQ-K1	4324.5	511.7	242.0	0.2	242.0
EQ-K2	4518.7	308.4	269.0	0.1	269.0
EQ-K3	4528.1	302.8	269.8	0.1	269.8
EQ-K4	4309.8	512.0	241.2	0.2	241.2
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

Pilótový základ:

počet pilót

$$n_{pil} = 9 \text{ ks}$$

$$\Sigma(r_{x1})^2 = 47.040 \text{ m}^2$$

$$\Sigma(r_{x2})^2 = 47.040 \text{ m}^2$$

max. ramená tlačenej pilóty

$$r_{x1,max,c} = 2.8 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,c} = 2.8 \text{ m}$$

max. ramená ťahanej pilóty

$$r_{x1,max,t} = 2.8 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,t} = 2.8 \text{ m}$$

MAXIMÁLNE A MINIMÁLNE SILY V PILÓTACH

	P3				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU	6044	715	122	118	52
MSP	2511	2359	0	0	0
EQ	4528	303	270	0	270

1.2.3.3 Posúdenie osamelej pilóty

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002

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 :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.15 [-]	

Součinitele redukce zatížení (F)			
Seismická návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.00 [-]	1.00 [-]


Součinitele redukce odporu (R)			
Seismická návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.00 [-]	

Základní parametry zemín





Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	0.40
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	0.40
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	0.25
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	0.30

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		6.00	-	22.00	-	-
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		12.00	-	22.00	-	-
3	Třída R4		149.00	-	20.00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
4	Trieda G5		54.00	-	20.50	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Trieda F6, konzistence tuhá		4.50
2	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		4.50
3	Trieda R4		9.00
4	Trieda G5		7.50

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m

Délka $l = 16.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 1.00$ m

Hĺoubka upraveného terénu $h_z = 3.60$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00$ 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	7.90	Trieda F6, konzistence tuhá	
2	5.60	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
3	5.40	Trieda G5	
4	-	Trieda R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	MSU-Max	Návrhové	6044.00	0.00	0.00	122.00	0.00
2	MSU-Min	Návrhové	715.00	0.00	0.00	122.00	0.00
3	MSP	Užitné	2511.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.23 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 svislé únosnosti - MSÚ

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1782.92$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 9641.76$ kN

Únosnost piloty $R_c = 11424.69$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 6044.00$ kN

$$R_c = 11424.69 \text{ kN} > 6044.00 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení sednutí - MSP

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	E_s [MPa]
1	35.00
2	75.00
3	100.00

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

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 2512.44$ kN

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 4.1$ mm

Celková únosnost $R_c = 5006.66$ kN

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0$ mm

Pro maximální užité svislé zatížení $V = 2511.00$ kN je sednutí piloty 4.1 mm.

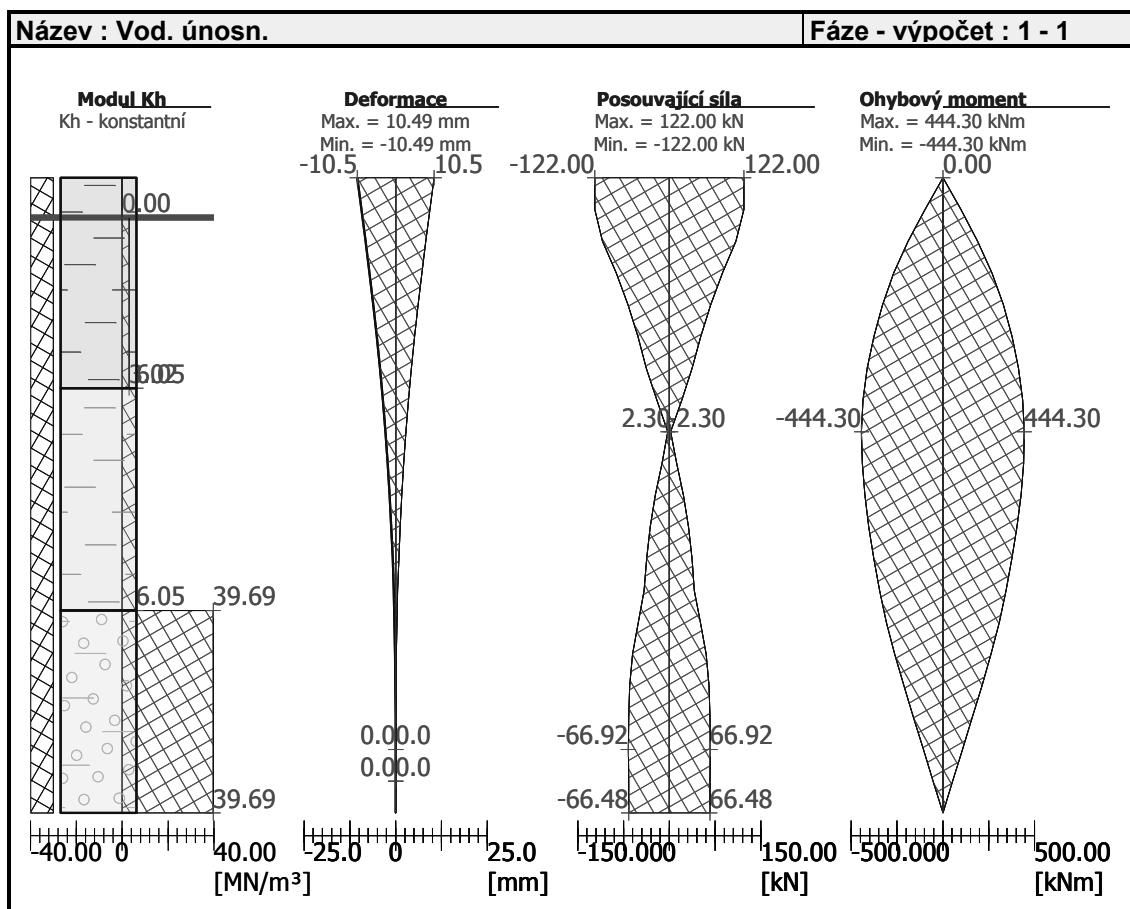
Posouzení vodorovné únosnosti - MSÚ

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	EQ-Max	Návrhové	4528.00	0.00	0.00	270.00	0.00
2	EQ-Min	Návrhové	303.00	0.00	0.00	270.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.23 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : seismická

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení svislé únosnosti - EQDS

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1961.21$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 10605.94$ kN

Únosnost piloty $R_c = 12567.16$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 4528.00 \text{ kN}$

$R_c = 12567.16 \text{ kN} > 4528.00 \text{ kN} = V_d$

Svislá únosnosť piloty VYHOVUJE

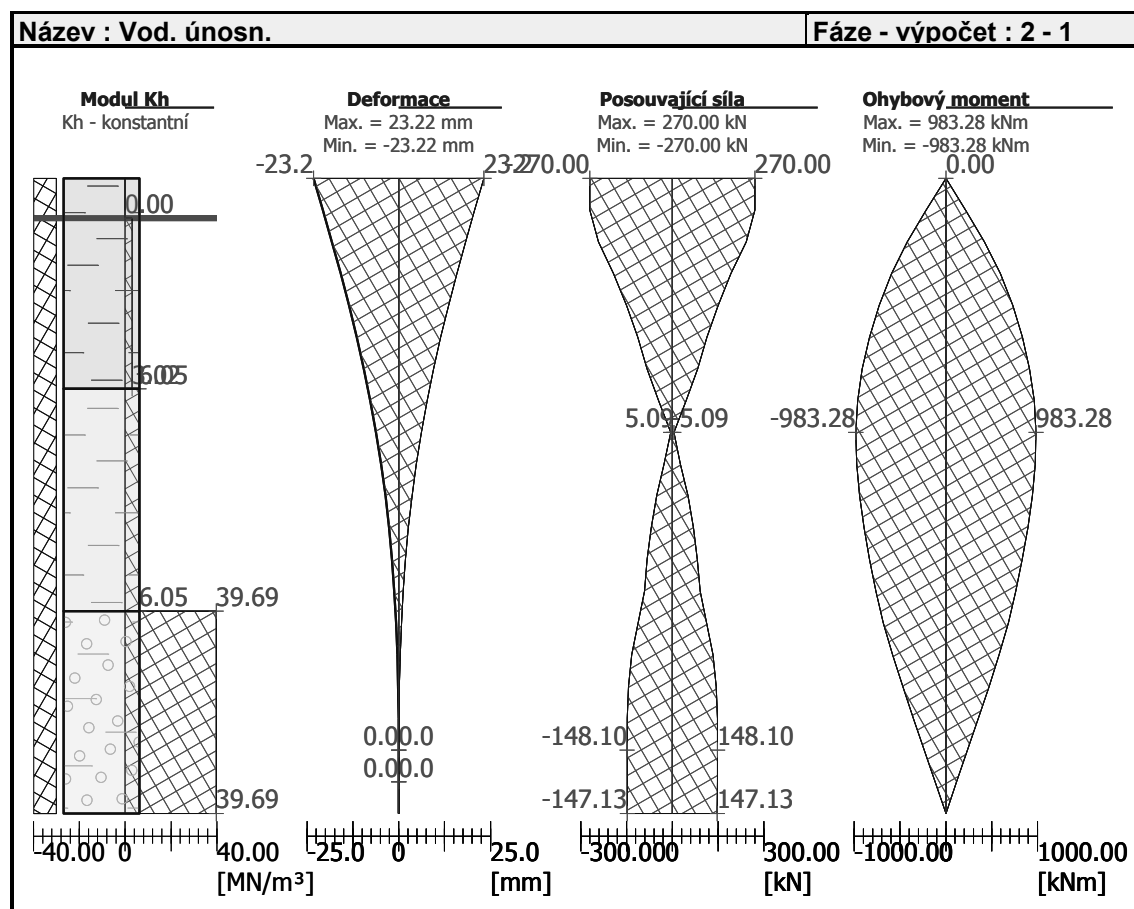
Posouzení vodorovné únosnosti - EQDS

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



1.2.3.4 Posúdenie skupiny pilót

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0.333





Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1.40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1.10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	Φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	12.00	
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	12.00	
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	10.00	
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	10.50	

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

Založení

Typ základu: centrická patka

Hĺoubka od pôvodného terénu $h_z = 18.60$ m

Hĺoubka základové spáry $d = 18.60$ m

Tloušťka základu $t = 1.50$ m

Sklon upraveného terénu $s_1 = 10.72^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0.00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = 0.00 kN/m³

Geometrie konštrukcie

Typ základu: centrická patka

Dĺžka patky $x = 8.00$ m





Šírka patky $y = 8.00$ m

Šírka sloupu ve směru x $c_x = 8.00$ m

Šírka sloupu ve směru y $c_y = 8.00$ m

Objem patky = 96.00 m³

Geologický profil a priradení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Prirazená zemina	Vzorek
1	7.90	Třída F6, konzistence tuhá	
2	5.60	Třída F6, konzistence pevná Sr < 0.8	
3	5.40	Třída G5	
4	-	Třída R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	MSU-K1	Návrhové	43626.00	17309.00	18337.00	-281.00	967.00
2	MSU-K2	Návrhové	30713.00	8857.00	9911.00	-468.00	491.00
3	MSU-K3	Návrhové	30579.00	10786.00	18737.00	-281.00	605.00
4	MSU-K4	Návrhové	42409.00	16511.00	19637.00	-281.00	918.00
5	MSU-K5	Návrhové	27683.00	8064.00	9811.00	-468.00	445.00
6	MSU-K6	Návrhové	41753.00	18807.00	14337.00	-281.00	1066.00
7	MSU-K7	Návrhové	31143.00	11839.00	14175.00	0.00	682.00
8	MSP-K1	Užitné	30244.00	500.00	779.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.23 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - MSÚ

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K1	Ano	-0.43	-0.43	856.99	9126.36	9.39	Ano
MSU-K1	Ne	-0.43	-0.43	857.42	9126.63	9.39	Ano
MSU-K2	Ano	-0.34	-0.31	571.03	9126.46	6.26	Ano
MSU-K2	Ne	-0.34	-0.31	571.47	9126.84	6.26	Ano
MSU-K3	Ano	-0.62	-0.38	627.63	8920.03	7.04	Ano
MSU-K3	Ne	-0.62	-0.38	628.05	8920.61	7.04	Ano
MSU-K4	Ano	-0.47	-0.42	841.32	9085.28	9.26	Ano
MSU-K4	Ne	-0.47	-0.42	841.75	9085.58	9.26	Ano
MSU-K5	Ano	-0.38	-0.31	520.09	9078.88	5.73	Ano
MSU-K5	Ne	-0.38	-0.31	520.54	9079.34	5.73	Ano
MSU-K6	Ano	-0.35	-0.49	816.48	8959.39	9.11	Ano
MSU-K6	Ne	-0.35	-0.49	816.91	8959.78	9.12	Ano
MSU-K7	Ano	-0.45	-0.41	613.55	9106.24	6.74	Ano
MSU-K7	Ne	-0.45	-0.41	613.98	9106.63	6.74	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastná tíha patky $G = 112.32 \text{ kN}$
Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN}$

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-K1)

Parametry smykové plochy pod základem:
Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 15.21 \text{ m}$
Dosah smykové plochy $l_{sp} = 50.06 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 9126.63 \text{ kPa}$
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 857.42 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.078 < 0.333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.061 < 0.333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0.092 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 6. (MSU-K6)
Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 22945.64 \text{ kN}$
Extrémní horizontální síla $H = 1102.41 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení - MSP

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Spočtená vlastná tíha patky $G = 83.20 \text{ kN}$
Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN}$

Sednutí středu hrany x - 1 = 2.9 mm
Sednutí středu hrany x - 2 = 2.8 mm
Sednutí středu hrany y - 1 = 2.9 mm
Sednutí středu hrany y - 2 = 2.7 mm
Sednutí středu základu = 8.9 mm
Sednutí charakterist. bodu = 5.3 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 117.92 \text{ MPa}$
Základ je ve směru délky tuhý ($k=1.68$)
Základ je ve směru šířky tuhý ($k=1.68$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.003 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.002 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.004 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 5.3 mm

Hloubka deformační zóny = 4.74 m

Natočení ve směru x = 0.023 ($\tan \cdot 1000$); ($1.3E-03^\circ$)

Natočení ve směru y = 0.014 ($\tan \cdot 1000$); ($8.3E-04^\circ$)

Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	EQ-K1	Návrhové	30092.00	783.00	31244.00	-2178.00	2.00
2	EQ-K2	Návrhové	30051.00	793.00	34574.00	-2421.00	1.00
3	EQ-K3	Návrhové	30068.00	794.00	34699.00	-2428.00	1.00
4	EQ-K4	Návrhové	30027.00	782.00	31120.00	-2171.00	2.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.23 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - EQDS

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
EQ-K1	Ano	-1.14	-0.03	664.60	7507.71	8.85	Ano
EQ-K1	Ne	-1.14	-0.03	664.98	7509.58	8.86	Ano
EQ-K2	Ano	-1.27	-0.03	693.92	7291.76	9.52	Ano
EQ-K2	Ne	-1.27	-0.03	694.27	7293.82	9.52	Ano
EQ-K3	Ano	-1.27	-0.03	695.27	7286.02	9.54	Ano
EQ-K3	Ne	-1.27	-0.03	695.63	7288.09	9.54	Ano
EQ-K4	Ano	-1.14	-0.03	662.71	7510.49	8.82	Ano
EQ-K4	Ne	-1.14	-0.03	663.09	7512.37	8.83	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 112.32$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (EQ-K3)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 15.21$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 50.06$ m

Výpočtová únosnosť zákl. pôdy $R_d = 7288.09 \text{ kPa}$
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 695.63 \text{ kPa}$

Svislá únosnosť VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.159 < 0.333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.003 < 0.333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0.159 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (EQ-K3)
Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 16548.55 \text{ kN}$
Extrémní horizontální síla $H = 2428.00 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

1.2.4 Založenie piliera č.4

1.2.4.1 Zaťaženie pilótového základu

CELKOVÉ ZAŤAŽENIE V ŤAŽISKU ZÁKLADU

	P4				
	N Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed	Mx1 Ed	Mx2 Ed
MSU-K1	35 297.0	967.0	281.0	18 337.0	17 309.0
MSU-K2	22 384.0	491.0	468.0	9 911.0	8 857.0
MSU-K3	22 250.0	605.0	281.0	18 737.0	10 786.0
MSU-K4	34 080.0	918.0	281.0	19 637.0	16 511.0
MSU-K5	19 354.0	445.0	468.0	9 811.0	8 064.0
MSU-K6	33 424.0	1 066.0	281.0	14 337.0	18 807.0
MSU-K7	22 814.0	682.0	0.0	14 175.0	11 839.0
MSU-K8					
MSP-K1	21 915.0	0.0	0.0	779.0	500.0
EQ-K1	21 832.0	6.0	2 856.0	43 819.0	827.0
EQ-K2	21 931.0	7.0	3 131.0	47 963.0	844.0
EQ-K3	21 918.0	7.0	3 129.0	48 044.0	847.0
EQ-K4	22 017.0	6.0	2 858.0	43 737.0	825.0
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

1.2.4.2 Zaťaženie pilóty

VÝSLEDNÉ SILY V PILÓTACH - MAX

	P4				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU-K1	6043.7	1800.1	111.9	107.4	31.2
MSU-K2	3604.3	1370.0	75.4	54.6	52.0
MSU-K3	4229.5	714.9	74.1	67.2	31.2
MSU-K4	5938.3	1635.0	106.7	102.0	31.2
MSU-K5	3214.4	1086.5	71.8	49.4	52.0
MSU-K6	5686.6	1740.9	122.5	118.4	31.2
MSU-K7	4083.3	986.4	75.8	75.8	0.0
MSU-K8					
MSP-K1	2511.1	2358.9	0.0	0.0	0.0
EQ-K1	5083.3	-231.7	317.3	0.7	317.3
EQ-K2	5342.0	-468.4	347.9	0.8	347.9
EQ-K3	5345.5	-474.8	347.7	0.8	347.7
EQ-K4	5098.8	-206.2	317.6	0.7	317.6
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

Pilótový základ:

počet pilót

$$n_{pil} = 9 \text{ ks}$$

$$\Sigma(r_{x1})^2 = 47.040 \text{ m}^2$$

$$\Sigma(r_{x2})^2 = 47.040 \text{ m}^2$$

max. ramená tlačenej pilóty

$$r_{x1,max,c} = 2.8 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,c} = 2.8 \text{ m}$$

max. ramená ťahanej pilóty

$$r_{x1,max,t} = 2.8 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,t} = 2.8 \text{ m}$$

MAXIMÁLNE A MINIMÁLNE SILY V PILÓTACH

	P4				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU	6044	715	122	118	52
MSP	2511	2359	0	0	0
EQ	5346	-475	348	1	348

1.2.4.3 Posúdenie osamelej pilóty

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002

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 :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.15 [-]	




Součinitele redukce zatížení (F)			
Seismická návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.00 [-]	1.00 [-]


Součinitele redukce odporu (R)			
Seismická návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.00 [-]	

Základní parametry zemín





Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	0.40
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	0.40
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	0.25
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	0.30

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		6.00	-	22.00	-	-
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		12.00	-	22.00	-	-
3	Třída R4		149.00	-	20.00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
4	Trieda G5		54.00	-	20.50	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Trieda F6, konzistence tuhá		4.50
2	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		4.50
3	Trieda R4		9.00
4	Trieda G5		7.50

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m

Délka $l = 16.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 1.00$ m

Hĺoubka upraveného terénu $h_z = 3.60$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00$ 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	7.90	Trieda F6, konzistence tuhá	
2	6.50	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
3	4.10	Trieda G5	
4	-	Trieda R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	MSU-Max	Návrhové	6044.00	0.00	0.00	122.00	0.00
2	MSU-Min	Návrhové	715.00	0.00	0.00	122.00	0.00
3	MSP	Užitné	2511.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hĺbke 17.40 m od pôvodného 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 svislé únosnosti - MSÚ

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejpříznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1342.77 \text{ kN}$

Únosnost piloty v patě $R_b = 17315.93 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 18658.70 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 6044.00 \text{ kN}$

$$R_c = 18658.70 \text{ kN} > 6044.00 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení sednutí - MSP

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	E_s [MPa]
1	35.00
2	75.00
3	100.00
4	15.00

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

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 2611.87 \text{ kN}$

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 4.4 \text{ mm}$

Celková únosnost $R_c = 7102.62 \text{ kN}$

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Pro maximální užité svislé zatížení $V = 2511.00 \text{ kN}$ je sednutí piloty 4.3mm.

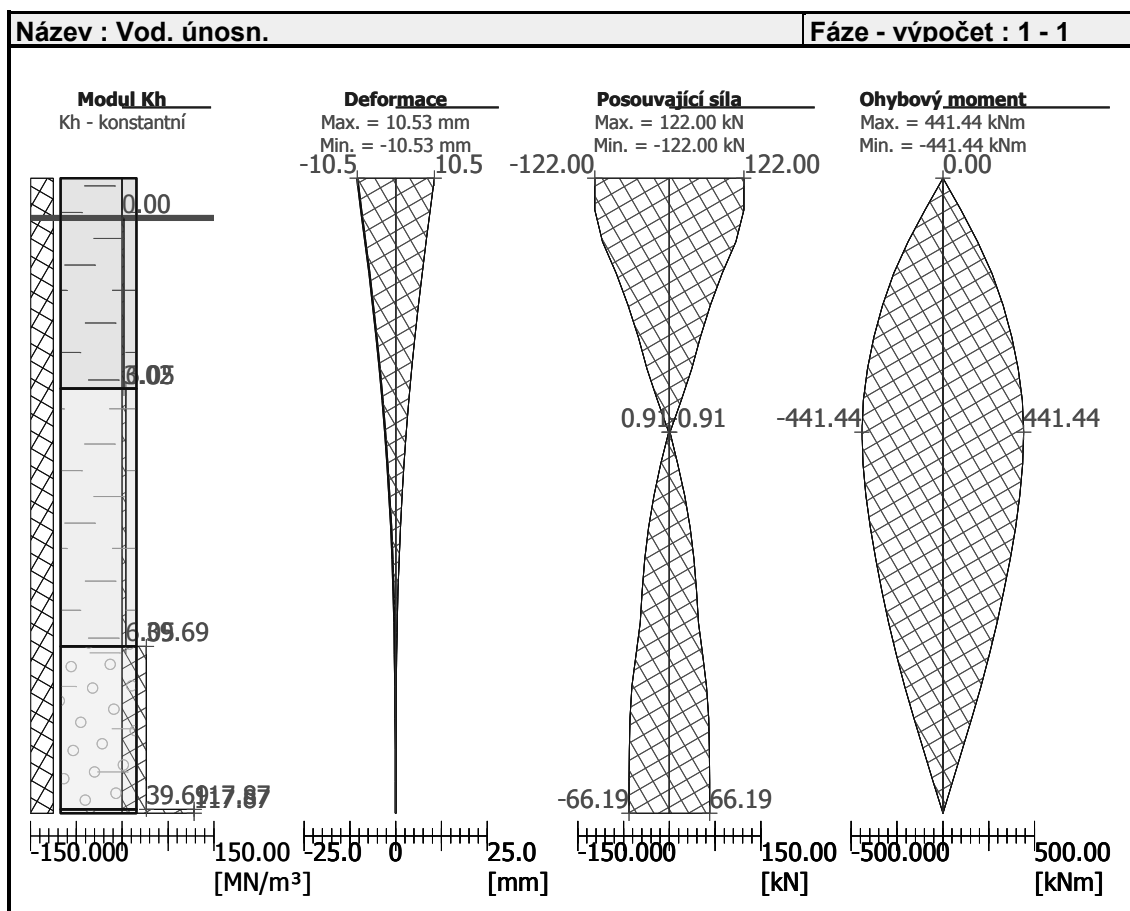
Posouzení vodorovné únosnosti - MSÚ

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnejpříznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	EQ-Max	Návrhové	5346.00	0.00	0.00	348.00	0.00
2	EQ-Min	Návrhové	-475.00	0.00	0.00	348.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.40 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : seismická

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení svislé únosnosti - EQDS

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1477.04$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 19047.53$ kN

Únosnosť piloty $R_c = 20524.57 \text{ kN}$
 Extrémnej svislá sila $V_d = 5346.00 \text{ kN}$

$$R_c = 20524.57 \text{ kN} > 5346.00 \text{ kN} = V_d$$

Únosnosť tlačenej piloty VYHOVUJE

Posouzení tažené piloty:
 Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (EQ-Min)

Únosnosť tažené piloty $R_{sdt} = 2774.02 \text{ kN}$
 Vlastní hmotnosť piloty $w_p = 452.39 \text{ kN}$
 Extrémnej tahová sila $V_d = 22.61 \text{ kN}$

$$R_c = 2774.02 \text{ kN} > 22.61 \text{ kN} = V_d$$

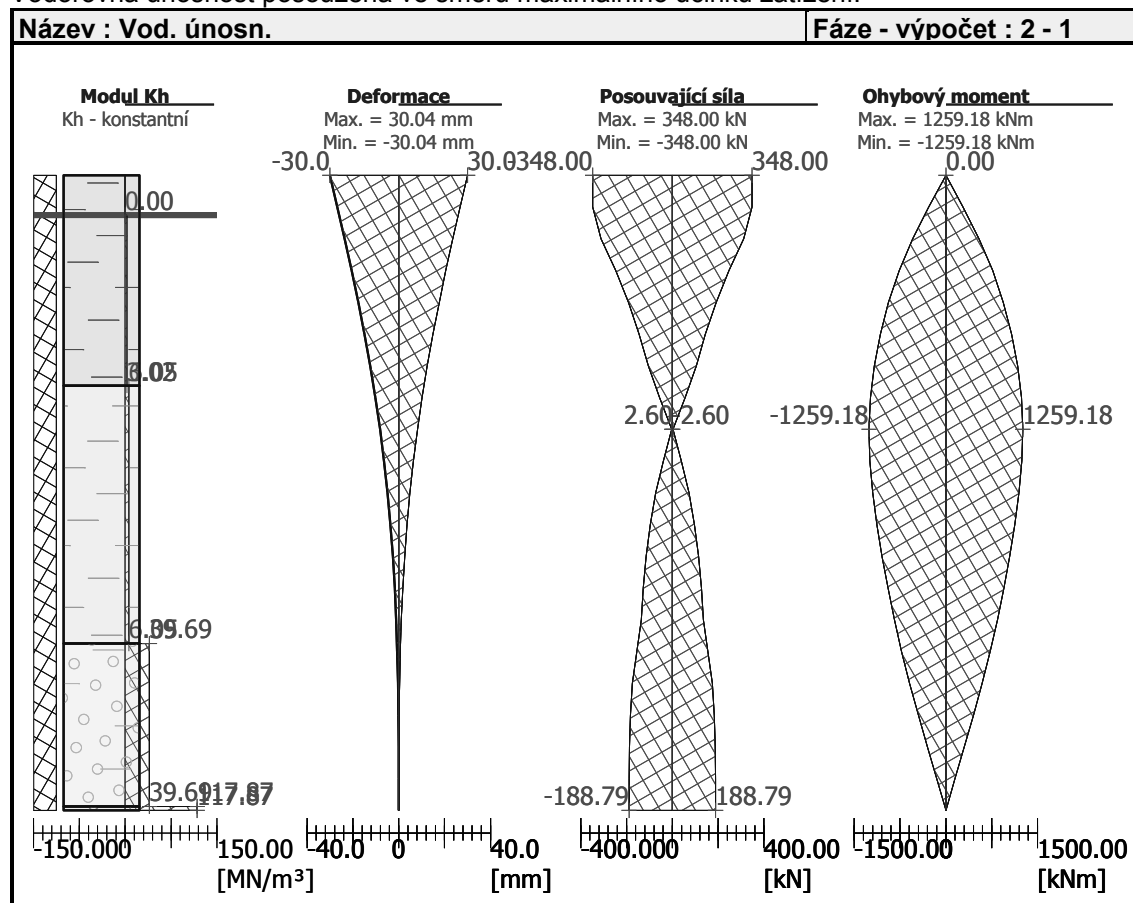
Únosnosť tažené piloty VYHOVUJE

Svislá únosnosť piloty VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti - EQDS

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).
 Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
 Vodorovná únosnosť posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



1.2.4.4 Posúdenie skupiny pilót

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0.333

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1.40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1.10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	12.00	
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	12.00	
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	10.00	
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	10.50	

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

Založení

Typ základu: centrická patka

Hĺoubka od pôvodného terénu $h_z = 18.60$ m

Hĺoubka základové spáry $d = 18.60$ m

Tloušťka základu $t = 1.50$ m

Sklon upraveného terénu $s_1 = 15.50$ °

Sklon základové spáry $s_2 = 0.00$ °

Objemová tíha zeminy nad základem = 0.00 kN/m³

Geometrie konštrukcie

Typ základu: centrická patka

Dĺžka patky $x = 8.00$ m

Šírka patky $y = 8.00$ m

Šírka sloupu ve směru x $c_x = 8.00$ m

Šírka sloupu ve směru y $c_y = 8.00$ m





Objem patky = 96.00 m³

Materiál konštrukcie

Objemová tíha $\gamma = 10.00 \text{ kN/m}^3$

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

Geologický profil a priradení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Priradená zemina	Vzorek
1	7.90	Třída F6, konzistence tuhá	
2	6.50	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
3	4.10	Třída G5	
4	-	Třída R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	MSU-K1	Návrhové	43554.00	17309.00	18337.00	-281.00	967.00
2	MSU-K2	Návrhové	30641.00	8857.00	9911.00	-468.00	491.00
3	MSU-K3	Návrhové	30507.00	10786.00	18737.00	-281.00	605.00
4	MSU-K4	Návrhové	42337.00	16511.00	19637.00	-281.00	918.00
5	MSU-K5	Návrhové	27611.00	8064.00	9811.00	-468.00	445.00
6	MSU-K6	Návrhové	41681.00	18807.00	14337.00	-281.00	1066.00
7	MSU-K7	Návrhové	31071.00	11839.00	14175.00	0.00	682.00
8	MSP-K1	Užitné	30172.00	500.00	779.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.40 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - MSÚ

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K1	Ano	-0.43	-0.43	857.54	7234.36	11.85	Ano
MSU-K1	Ne	-0.43	-0.43	858.54	7234.84	11.87	Ano
MSU-K2	Ano	-0.34	-0.31	571.59	7234.44	7.90	Ano
MSU-K2	Ne	-0.34	-0.31	572.61	7235.12	7.91	Ano
MSU-K3	Ano	-0.62	-0.38	628.16	7070.94	8.88	Ano
MSU-K3	Ne	-0.62	-0.38	629.14	7072.00	8.90	Ano
MSU-K4	Ano	-0.47	-0.42	841.87	7201.79	11.69	Ano
MSU-K4	Ne	-0.47	-0.42	842.86	7202.34	11.70	Ano
MSU-K5	Ano	-0.38	-0.31	520.65	7196.79	7.23	Ano
MSU-K5	Ne	-0.38	-0.31	521.67	7197.64	7.25	Ano
MSU-K6	Ano	-0.35	-0.49	817.03	7102.01	11.50	Ano
MSU-K6	Ne	-0.35	-0.49	818.03	7102.73	11.52	Ano

Název	VI. tíha prízivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K7	Ano	-0.45	-0.41	614.10	7218.49	8.51	Ano
MSU-K7	Ne	-0.45	-0.41	615.10	7219.20	8.52	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 259.20$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Posouzení svíslé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-K1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 15.21$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 50.06$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 7234.84$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 858.54$ kPa

Svíslá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.078 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.061 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.091 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 6. (MSU-K6)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 27152.47$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 1102.41$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení - MSP

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Spočtená vlastní tíha patky $G = 192.00$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 2.4 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 2.3 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 2.4 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 2.3 mm

Sednutí středu základu = 7.6 mm

Sednutí charakterist. bodu = 4.0 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhosť základu:

Spočtený vážený priemerný modul pretvárnosti $E_{def} = 124.17 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=1.59$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=1.59$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.003 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.002 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.004 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 4.0 mm

Hloubka deformační zóny = 4.71 m

Natočení ve směru x = 0.018 ($\tan \cdot 1000$); ($1.1E-03^\circ$)

Natočení ve směru y = 0.012 ($\tan \cdot 1000$); ($6.8E-04^\circ$)

Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	EQ-K1	Návrhové	30089.00	827.00	43819.00	-2856.00	6.00
2	EQ-K2	Návrhové	30188.00	844.00	47963.00	-3131.00	7.00
3	EQ-K3	Návrhové	30175.00	847.00	48044.00	-3129.00	7.00
4	EQ-K4	Návrhové	30274.00	825.00	43737.00	-2858.00	6.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.40 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - EQDS

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
EQ-K1	Ano	-1.59	-0.03	790.28	5415.45	14.59	Ano
EQ-K1	Ne	-1.59	-0.03	790.87	5419.95	14.59	Ano
EQ-K2	Ano	-1.73	-0.03	843.63	5229.18	16.13	Ano
EQ-K2	Ne	-1.73	-0.03	844.05	5234.02	16.13	Ano
EQ-K3	Ano	-1.74	-0.03	844.52	5227.15	16.16	Ano
EQ-K3	Ne	-1.73	-0.03	844.95	5232.00	16.15	Ano
EQ-K4	Ano	-1.58	-0.03	791.05	5428.90	14.57	Ano
EQ-K4	Ne	-1.57	-0.03	791.65	5433.34	14.57	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 192.00 \text{ kN}$

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00 \text{ kN}$

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 3. (EQ-K3)

Parametry smykové plochy pod základem:
Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 15.21 \text{ m}$
Dosah smykové plochy $l_{sp} = 50.06 \text{ m}$

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 5227.15 \text{ kPa}$
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 844.52 \text{ kPa}$

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.217 < 0.333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.004 < 0.333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0.217 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (EQ-K2)
Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 19699.86 \text{ kN}$
Extrémní horizontální síla $H = 3131.01 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

1.2.5 Založenie piliera č.5

1.2.5.1 Zaťaženie pilótového základu

CELKOVÉ ZAŤAŽENIE V ŤAŽISKU ZÁKLADU

	P5				
	N Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed	Mx1 Ed	Mx2 Ed
MSU-K1	36 098.0	657.0	0.0	15 775.0	13 989.0
MSU-K2	36 098.0	0.0	281.0	20 837.0	3 375.0
MSU-K3	33 828.0	1 215.0	0.0	11 275.0	24 205.0
MSU-K4	32 410.0	1 215.0	0.0	12 375.0	23 905.0
MSU-K5	20 000.0	1 215.0	0.0	5 075.0	20 405.0
MSU-K6	20 000.0	0.0	468.0	13 411.0	1 875.0
MSU-K7	24 460.0	0.0	281.0	22 037.0	2 375.0
MSU-K8	34 748.0	0.0	281.0	23 037.0	3 275.0
MSP-K1	23 267.0	0.0	0.0	3 027.0	500.0
EQ-K1	22 379.0	3 650.0	103.0	3 841.0	55 325.0
EQ-K2	22 388.0	3 650.0	1 654.0	26 421.0	55 325.0
EQ-K3	22 411.0	3 650.0	1 649.0	26 591.0	55 325.0
EQ-K4	22 420.0	3 650.0	107.0	3 672.0	55 325.0
EQ-K5	22 380.0	2 576.0	2 693.0	45 535.0	40 406.0
EQ-K6	22 409.0	793.0	3 161.0	52 190.0	12 953.0
EQ-K7	22 390.0	801.0	3 157.0	52 360.0	13 132.0
EQ-K8	22 419.0	2 583.0	2 697.0	45 365.0	40 586.0

1.2.5.2 Zaťaženie pilóty

VÝSLEDNÉ SILY V PILÓTACH - MAX

	P5				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU-K1	3844.9	1708.7	50.5	50.5	0.0
MSU-K2	3645.6	1907.9	21.6	0.0	21.6
MSU-K3	3875.4	1328.9	93.5	93.5	0.0
MSU-K4	3795.0	1191.2	93.5	93.5	0.0
MSU-K5	2452.8	624.1	93.5	93.5	0.0
MSU-K6	2087.0	989.9	36.0	0.0	36.0
MSU-K7	2757.6	1005.5	21.6	0.0	21.6
MSU-K8	3617.1	1728.7	21.6	0.0	21.6
MSP-K1	1916.3	1663.2	0.0	0.0	0.0
EQ-K1	3844.6	-401.7	280.9	280.8	7.9
EQ-K2	4655.6	-1211.3	308.3	280.8	127.2
EQ-K3	4663.5	-1215.6	308.1	280.8	126.8
EQ-K4	3841.7	-392.5	280.9	280.8	8.2
EQ-K5	4805.5	-1362.5	286.7	198.2	207.2
EQ-K6	4061.4	-613.9	250.7	61.0	243.2
EQ-K7	4072.5	-627.9	250.5	61.6	242.8
EQ-K8	4808.9	-1359.8	287.3	198.7	207.5

Pilótový základ:

počet pilót

$$n_{pil} = 13 \text{ ks}$$

$$\Sigma(r_{x1})^2 = 91.960 \text{ m}^2$$

$$\Sigma(r_{x2})^2 = 91.960 \text{ m}^2$$

max. ramená tlačenej pilóty

$$r_{x1,max,c} = 3.3 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,c} = 3.3 \text{ m}$$

max. ramená ťahanej pilóty

$$r_{x1,max,t} = 3.3 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,t} = 3.3 \text{ m}$$

MAXIMÁLNE A MINIMÁLNE SILY V PILÓTACH

	P5				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU	3875	624	93	93	36
MSP	1916	1663	0	0	0
EQ	4809	-1362	308	281	243

1.2.5.3 Posúdenie osamelej pilóty

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002

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 :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.15 [-]	



Součinitele redukce zatížení (F)			
Seismická návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.00 [-]	1.00 [-]


Součinitele redukce odporu (R)			
Seismická návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.00 [-]	

Základní parametry zemín





Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	0.40
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	0.40
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	0.25
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	0.30

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		6.00	-	22.00	-	-
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		12.00	-	22.00	-	-
3	Třída R4		149.00	-	20.00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
4	Trieda G5		54.00	-	20.50	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Trieda F6, konzistence tuhá		4.50
2	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		4.50
3	Trieda R4		9.00
4	Trieda G5		7.50

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m

Délka $l = 16.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 1.00$ m

Hĺoubka upraveného terénu $h_z = 3.50$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00$ 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	7.90	Trieda F6, konzistence tuhá	
2	6.50	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
3	3.40	Trieda G5	
4	-	Trieda R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	MSU-Max	Návrhové	3875.00	0.00	0.00	93.00	0.00
2	MSU-Min	Návrhové	624.00	0.00	0.00	93.00	0.00
3	MSP	Užitné	1916.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hĺbke 17.40 m od pôvodného 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 svislé únosnosti - MSÚ

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačene piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1330.25 \text{ kN}$

Únosnost piloty v patě $R_b = 17359.13 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 18689.39 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 3875.00 \text{ kN}$

$$R_c = 18689.39 \text{ kN} > 3875.00 \text{ kN} = V_d$$

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení sednutí - MSP

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	E_s [MPa]
1	35.00
2	75.00
3	100.00
4	15.00

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

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace plášť.tření $R_{yu} = 2461.64 \text{ kN}$

Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 4.4 \text{ mm}$

Celková únosnost $R_c = 6535.88 \text{ kN}$

Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Pro maximální užité svislé zatížení $V = 1916.00 \text{ kN}$ je sednutí piloty 3.4mm.

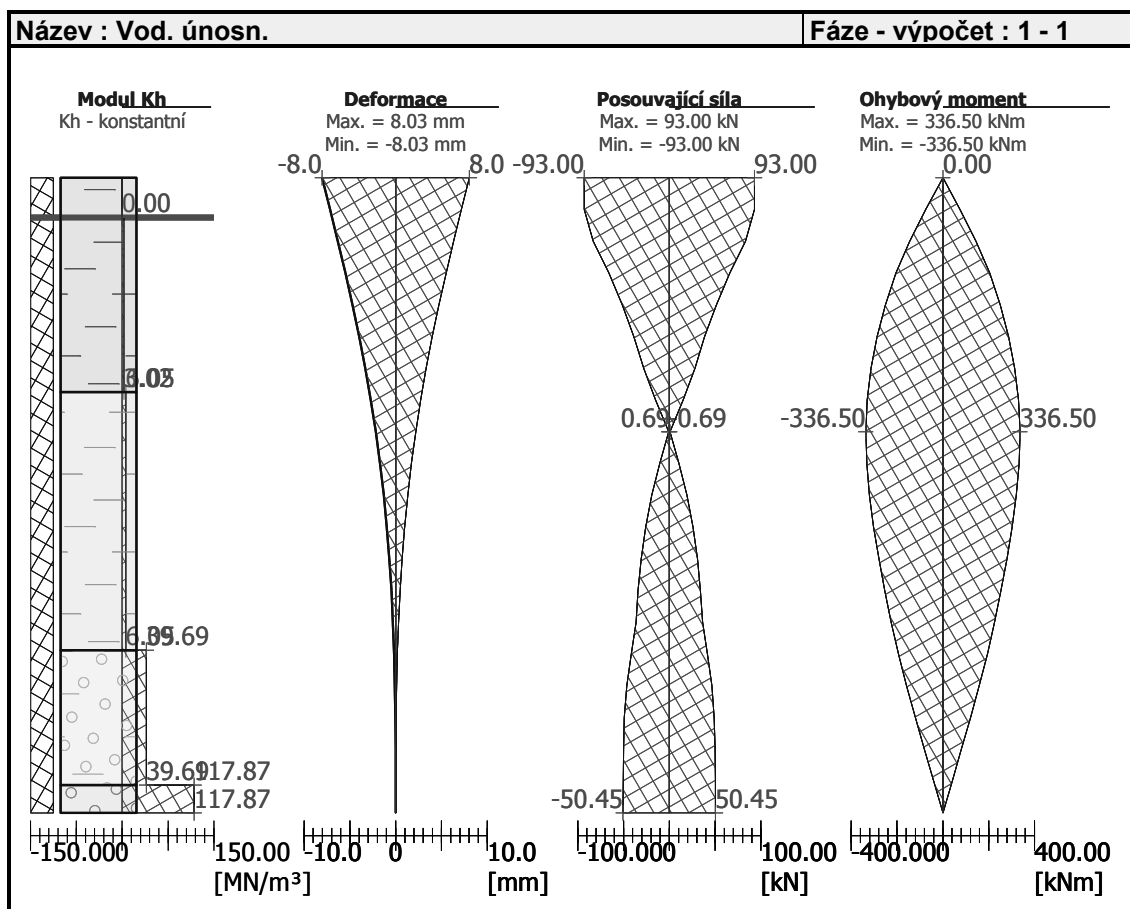
Posouzení vodorovné únosnosti - MSÚ

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	EQ-Max	Návrhové	4809.00	0.00	0.00	308.00	0.00
2	EQ-Min	Návrhové	-1362.00	0.00	0.00	308.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.40 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : seismická

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení svislé únosnosti - EQDS

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1463.28$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 19095.05$ kN

Únosnost piloty $R_c = 20558.33$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 4809.00 \text{ kN}$

$R_c = 20558.33 \text{ kN} > 4809.00 \text{ kN} = V_d$

Únosnost tlačene piloty VYHOVUJE

Posouzení tažené piloty:

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (EQ-Min)

Únosnost tažené piloty $R_{sdt} = 2798.43 \text{ kN}$

Vlastní hmotnost piloty $w_p = 452.39 \text{ kN}$

Extrémní tahová síla $V_d = 909.61 \text{ kN}$

$R_c = 2798.43 \text{ kN} > 909.61 \text{ kN} = V_d$

Únosnost tažené piloty VYHOVUJE

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

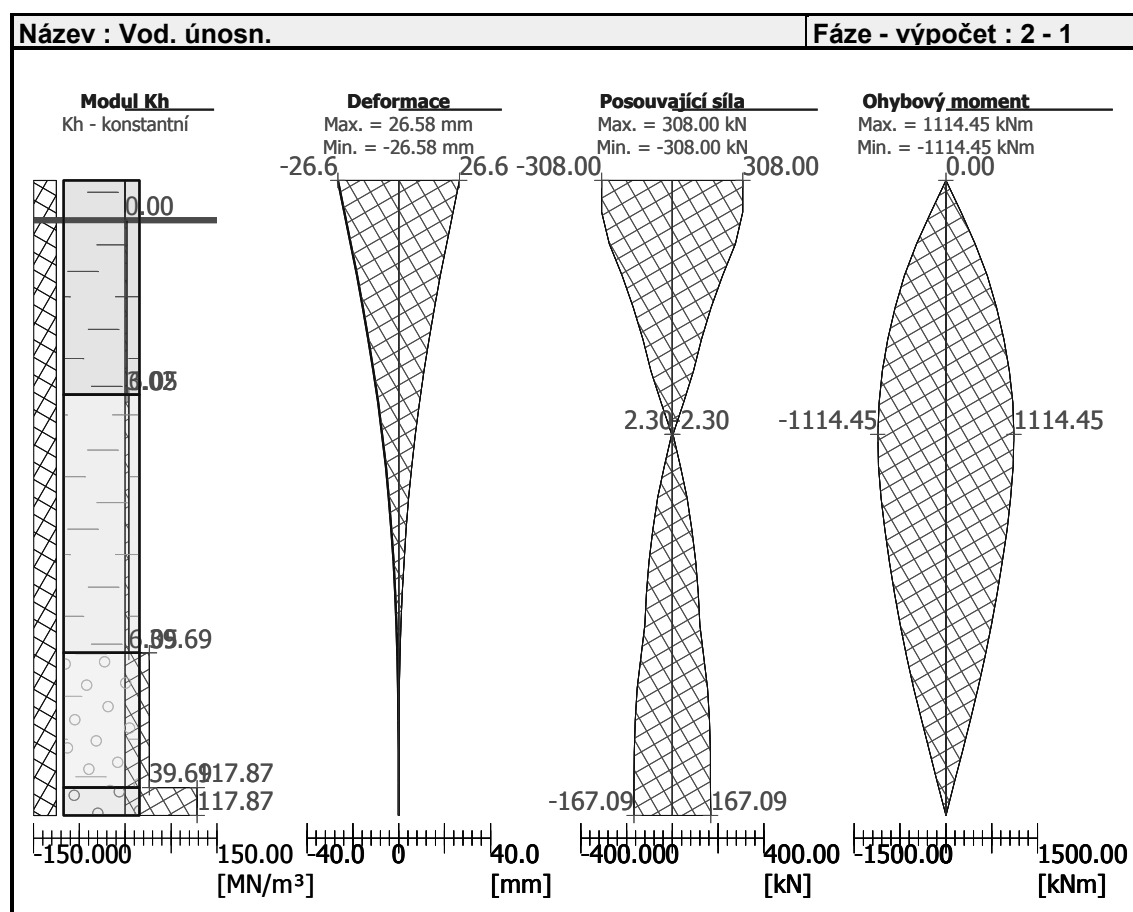
Posouzení vodorovné únosnosti - EQDS

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



1.2.5.4 Posúdenie skupiny pilót

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukcie : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

Výpočet pro odvodněné podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0.333

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1.40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1.10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	12.00	
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	12.00	
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	10.00	
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	10.50	

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

Založení

Typ základu: centrická patka

Hĺoubka od pôvodného terénu $h_z = 18.60$ m

Hĺoubka základové spáry $d = 18.60$ m

Tloušťka základu $t = 1.50$ m

Sklon upraveného terénu $s_1 = 16.14^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0.00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = 0.00 kN/m³

Geometrie konštrukcie

Typ základu: centrická patka

Dĺžka patky $x = 8.90$ m





Šírka patky $y = 8.90$ m

Šírka sloupu ve směru x $c_x = 8.90$ m

Šírka sloupu ve směru y $c_y = 8.90$ m

Objem patky = 118.82 m³

Geologický profil a priradení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přirazená zemina	Vzorek
1	7.90	Třída F6, konzistence tuhá	
2	6.50	Třída F6, konzistence pevná Sr < 0.8	
3	3.40	Třída G5	
4	-	Třída R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	MSU-K1	Návrhové	47352.00	13989.00	15775.00	0.00	657.00
2	MSU-K2	Návrhové	47352.00	3375.00	20837.00	-281.00	0.00
3	MSU-K3	Návrhové	45082.00	24205.00	11275.00	0.00	1215.00
4	MSU-K4	Návrhové	43664.00	23905.00	12375.00	0.00	1215.00
5	MSU-K5	Návrhové	31254.00	20405.00	5075.00	0.00	1215.00
6	MSU-K6	Návrhové	31254.00	1875.00	13411.00	-468.00	0.00
7	MSU-K7	Návrhové	35714.00	2375.00	22037.00	-281.00	0.00
8	MSU-K8	Návrhové	46002.00	3275.00	23037.00	-281.00	0.00
9	MSP-K1	Užitné	34521.00	500.00	3027.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.40 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - MSÚ

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K1	Ano	-0.33	-0.31	698.55	7131.23	9.80	Ano
MSU-K1	Ne	-0.33	-0.31	699.58	7131.58	9.81	Ano
MSU-K2	Ano	-0.45	-0.07	678.66	7019.03	9.67	Ano
MSU-K2	Ne	-0.45	-0.07	679.69	7019.59	9.68	Ano
MSU-K3	Ano	-0.25	-0.57	695.83	6791.34	10.25	Ano
MSU-K3	Ne	-0.25	-0.57	696.84	6792.34	10.26	Ano
MSU-K4	Ano	-0.28	-0.59	681.47	6790.82	10.04	Ano
MSU-K4	Ne	-0.28	-0.58	682.48	6791.85	10.05	Ano
MSU-K5	Ano	-0.16	-0.71	490.27	6535.48	7.50	Ano
MSU-K5	Ne	-0.16	-0.70	491.28	6537.57	7.51	Ano
MSU-K6	Ano	-0.45	-0.06	448.09	6912.54	6.48	Ano
MSU-K6	Ne	-0.45	-0.06	449.12	6913.65	6.50	Ano
MSU-K7	Ano	-0.62	-0.07	535.95	6880.93	7.79	Ano
MSU-K7	Ne	-0.62	-0.07	536.97	6881.99	7.80	Ano
MSU-K8	Ano	-0.51	-0.07	669.53	6978.09	9.59	Ano

Název	VI. tíha prízivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K8	Ne	-0.51	-0.07	670.56	6978.74	9.61	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 320.80$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 3. (MSU-K3)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 16.92$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 55.70$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 6792.34$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 696.84$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.070 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.079 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.081 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepriznivější zatěžovací stav číslo 5. (MSU-K5)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 20420.69$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 1215.00$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení - MSP

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepriznivějších zatěžovacích stavů.

Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Spočtená vlastní tíha patky $G = 237.63$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 2.1 mm

Sednutí středu hrany x - 2 = 2.1 mm

Sednutí středu hrany y - 1 = 2.3 mm

Sednutí středu hrany y - 2 = 1.9 mm

Sednutí středu základu = 7.4 mm

Sednutí charakterist. bodu = 3.8 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhosť základu:

Spočtený vážený priemerný modul pretvárnosti $E_{def} = 124.17 \text{ MPa}$

Základ je ve směru délky tuhý ($k=1.16$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=1.16$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.010 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.002 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.010 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 3.8 mm

Hloubka deformační zóny = 4.80 m

Natočení ve směru x = 0.050 ($\tan \cdot 1000$); ($2.9E-03^\circ$)

Natočení ve směru y = 0.008 ($\tan \cdot 1000$); ($4.7E-04^\circ$)

Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	EQ-K1	Návrhové	33633.00	55325.00	3841.00	-103.00	3650.00
2	EQ-K2	Návrhové	33642.00	55325.00	26421.00	-1654.00	3650.00
3	EQ-K3	Návrhové	33665.00	55325.00	26591.00	-1649.00	3650.00
4	EQ-K4	Návrhové	33674.00	55325.00	3672.00	-107.00	3650.00
5	EQ-K5	Návrhové	33634.00	40406.00	45535.00	-2693.00	2576.00
6	EQ-K6	Návrhové	33663.00	12953.00	52190.00	-3161.00	793.00
7	EQ-K7	Návrhové	33644.00	13132.00	52360.00	-3157.00	801.00
8	EQ-K8	Návrhové	33673.00	40586.00	45365.00	-2697.00	2583.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.40 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - EQDS

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
EQ-K1	Ano	-0.12	-1.80	736.24	5131.28	14.35	Ano
EQ-K1	Ne	-0.12	-1.79	736.77	5136.40	14.34	Ano
EQ-K2	Ano	-0.85	-1.79	886.78	5323.14	16.66	Ano
EQ-K2	Ne	-0.85	-1.79	886.97	5328.01	16.65	Ano
EQ-K3	Ano	-0.86	-1.79	888.02	5327.08	16.67	Ano
EQ-K3	Ne	-0.86	-1.79	888.21	5331.94	16.66	Ano
EQ-K4	Ano	-0.11	-1.79	735.69	5132.28	14.33	Ano
EQ-K4	Ne	-0.11	-1.79	736.23	5137.39	14.33	Ano
EQ-K5	Ano	-1.46	-1.31	902.16	5888.70	15.32	Ano

Název	VI. tíha príznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
EQ-K5	Ne	-1.46	-1.30	902.37	5892.11	15.31	Ano
EQ-K6	Ano	-1.68	-0.42	758.51	5426.86	13.98	Ano
EQ-K6	Ne	-1.68	-0.42	759.05	5431.44	13.98	Ano
EQ-K7	Ano	-1.69	-0.42	760.77	5425.49	14.02	Ano
EQ-K7	Ne	-1.68	-0.42	761.31	5430.07	14.02	Ano
EQ-K8	Ano	-1.46	-1.31	902.41	5894.90	15.31	Ano
EQ-K8	Ne	-1.45	-1.31	902.63	5898.29	15.30	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 237.63$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 3. (EQ-K3)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 16.92$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 55.70$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 5327.08$ kPa

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 888.02$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.189 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.202 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.223 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 2. (EQ-K2)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 21969.19$ kN

Extrémní horizontální síla $H = 4007.27$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

1.2.6 Založenie piliera č.6

1.2.6.1 Zaťaženie pilótového základu

CELKOVÉ ZAŤAŽENIE V ŤAŽISKU ZÁKLADU

	P6				
	N Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed	Mx1 Ed	Mx2 Ed
MSU-K1	35 342.0	966.0	82.0	30 057.0	23 807.0
MSU-K2	20 407.0	485.0	468.0	22 529.0	11 644.0
MSU-K3	23 472.0	607.0	443.0	31 078.0	14 490.0
MSU-K4	34 126.0	917.0	119.0	31 430.0	22 510.0
MSU-K5	19 249.0	438.0	468.0	22 329.0	10 552.0
MSU-K6	35 342.0	1 096.0	82.0	24 857.0	25 268.0
MSU-K7	22 908.0	715.0	162.0	25 217.0	16 505.0
MSU-K8					
MSP-K1	22 796.0	0.0	0.0	7 937.0	500.0
EQ-K1	22 766.0	582.0	2 069.0	38 929.0	9 367.0
EQ-K2	22 669.0	218.0	1 863.0	35 076.0	4 928.0
EQ-K3	22 670.0	214.0	1 841.0	35 321.0	4 723.0
EQ-K4	22 574.0	586.0	2 090.0	38 684.0	9 572.0
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

1.2.6.2 Zaťaženie pilóty

VÝSLEDNÉ SILY V PILÓTACH - MAX

	P6				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU-K1	7133.1	720.7	107.7	107.3	9.1
MSU-K2	4301.6	233.3	74.9	53.9	52.0
MSU-K3	5320.4	-104.4	83.5	67.4	49.2
MSU-K4	7002.5	581.1	102.7	101.9	13.2
MSU-K5	4096.0	181.6	71.2	48.7	52.0
MSU-K6	6910.5	943.3	122.1	121.8	9.1
MSU-K7	5028.8	61.9	81.5	79.4	18.0
MSU-K8					
MSP-K1	3035.1	2030.7	0.0	0.0	0.0
EQ-K1	5404.3	-345.2	238.8	64.7	229.9
EQ-K2	4900.0	137.6	208.4	24.2	207.0
EQ-K3	4902.5	135.3	205.9	23.8	204.6
EQ-K4	5380.6	-364.2	241.2	65.1	232.2
EQ-K5					
EQ-K6					
EQ-K7					
EQ-K8					

Pilótový základ:

počet pilót

$$n_{pil} = 9 \text{ ks}$$

$$\Sigma(r_{x1})^2 = 47.040 \text{ m}^2$$

$$\Sigma(r_{x2})^2 = 47.040 \text{ m}^2$$

max. ramená tlačenej pilóty

$$r_{x1,max,c} = 2.8 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,c} = 2.8 \text{ m}$$

max. ramená ťahanej pilóty

$$r_{x1,max,t} = 2.8 \text{ m}$$

$$r_{x2,max,t} = 2.8 \text{ m}$$

MAXIMÁLNE A MINIMÁLNE SILY V PILÓTACH

	P6				
	N Ed,max	N Ed,min	V Ed	Vx1 Ed	Vx2 Ed
MSU	7133	-104	122	122	52
MSP	3035	2031	0	0	0
EQ	5404	-364	241	65	232

1.2.6.3 Posúdenie osamelej pilóty

Vstupní data

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Piloty

Výpočet pro odvodněné podmínky : ČSN 73 1002

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 :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.10 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.15 [-]	

Součinitele redukce zatížení (F)			
Seismická návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.00 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Seismická návrhová situace			
Součinitel redukce odporu na plášti :	$\gamma_s =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce odporu na patě :	$\gamma_b =$	1.00 [-]	
Součinitel redukce únosnosti tažené piloty :	$\gamma_{st} =$	1.00 [-]	

Základní parametry zemín





Číslo	Název	Vzorek	φ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	ν [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	0.40
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	0.40
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	0.25
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	0.30

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

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n [-]
1	Třída F6, konzistence tuhá		6.00	-	22.00	-	-
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		12.00	-	22.00	-	-

Číslo	Název	Vzorek	E_{oed} [MPa]	E_{def} [MPa]	γ_{sat} [kN/m ³]	γ_s [kN/m ³]	n
3	Trieda R4		149.00	-	20.00	-	-
4	Trieda G5		54.00	-	20.50	-	-

Parametry zemin pro výpočet modulu reakce podloží

Číslo	Název	Vzorek	β
1	Trieda F6, konzistence tuhá		4.50
2	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		4.50
3	Trieda R4		9.00
4	Trieda G5		7.50

Geometrie

Profil piloty: kruhová

Rozměry

Průměr $d = 1.20$ m

Délka $l = 16.00$ m

Umístění

Vysazení $h = 1.00$ m

Hĺoubka upraveného terénu $h_z = 3.75$ m

Typ technologie: Vrtané piloty

Modul reakce podloží uvažován jako konstantní.

Materiál konstrukce

Objemová tíha $\gamma = 25.00$ 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	7.90	Trieda F6, konzistence tuhá	
2	6.30	Trieda F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$	
3	2.80	Trieda G5	
4	-	Trieda R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	MSU-Max	Návrhové	7133.00	0.00	0.00	122.00	0.00
2	MSU-Min	Návrhové	-104.00	0.00	0.00	122.00	0.00
3	MSP	Užitné	3035.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.00 m od pôvodního 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 svislé únosnosti – MSÚ

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačenej piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1386.71$ kN

Únosnost piloty v patě $R_b = 16953.04$ kN

Únosnost piloty $R_c = 18339.75$ kN

Extrémní svislá síla $V_d = 7133.00$ kN

$$R_c = 18339.75 \text{ kN} > 7133.00 \text{ kN} = V_d$$

Únosnost tlačenej piloty VYHOVUJE

Posouzení tažené piloty:

Nejnepríznivější zatěžovací stav číslo 2. (MSU-Min)

Únosnost tažené piloty $R_{sdt} = 2524.46$ kN

Vlastní hmotnost piloty $w_p = 452.39$ kN

Extrémní tahová síla $V_d = 0.00$ kN

$$R_c = 2524.46 \text{ kN} > 0.00 \text{ kN} = V_d$$

Únosnost tažené piloty VYHOVUJE

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

Posouzení sednutí - MSP

Výpočet zatěžovací křivky piloty - vstupní data

Vrstva a číslo	E_s [MPa]
1	35.00
2	75.00
3	100.00
4	15.00

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

Výpočet zatěžovací křivky piloty - výsledky

Zatížení na mezi mobilizace pláště.tření $R_{yu} = 2350.44 \text{ kN}$
 Velikost sedání odpovídající síle R_{yu} $s_y = 4.4 \text{ mm}$
 Celková únosnost $R_c = 5747.57 \text{ kN}$
 Maximální sednutí $s_{lim} = 25.0 \text{ mm}$

Pro maximální užité svislé zatížení $V = 3035.00 \text{ kN}$ je sednutí piloty 8.6 mm .

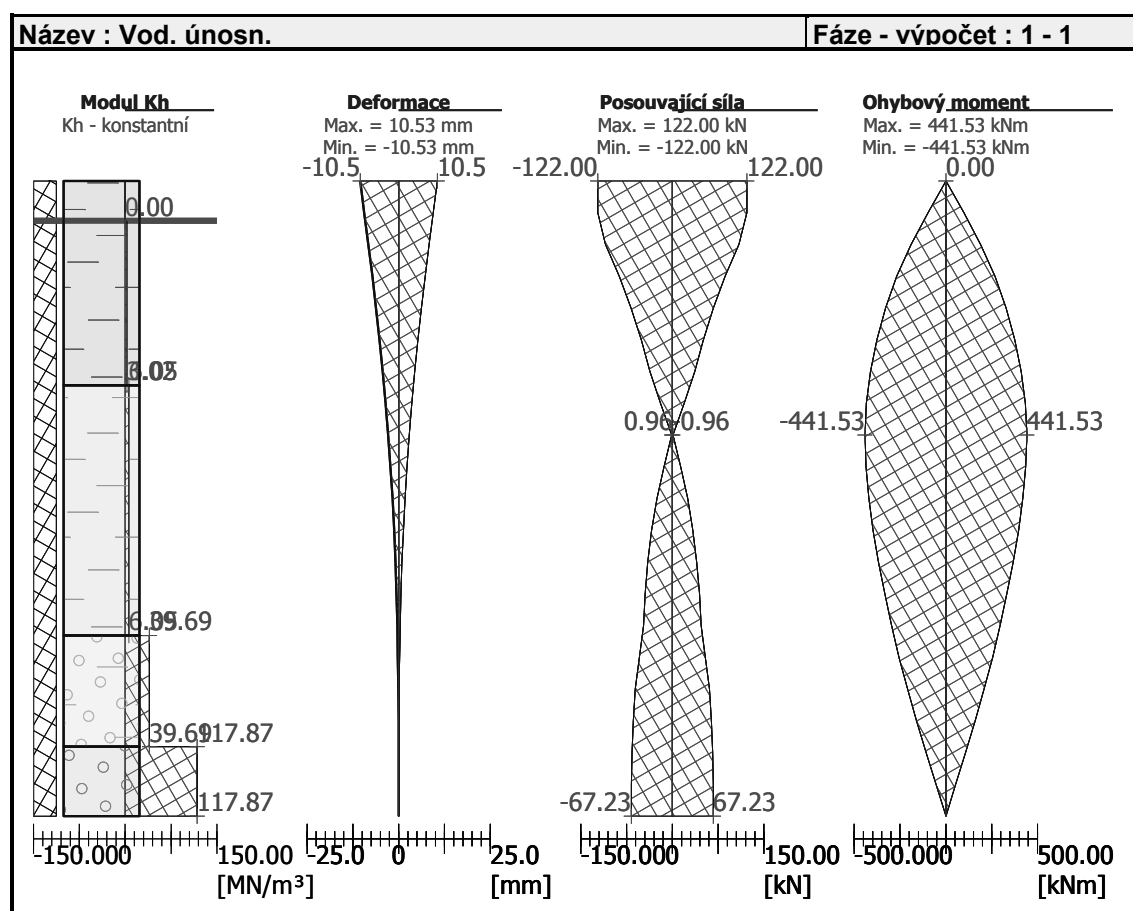
Posouzení vodorovné únosnosti - MSÚ

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepríznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	EQ-Max	Návrhové	5404.00	0.00	0.00	241.00	0.00
2	EQ-Min	Návrhové	-364.00	0.00	0.00	241.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.00 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : seismická

Metodika posouzení : bez redukce vstupních dat

Posouzení svislé únosnosti - EQDS

Posouzení svislé únosnosti piloty podle teorie MS - výsledky

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Posouzení tlačené piloty:

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-Max)

Únosnost piloty na plášti $R_s = 1525.39 \text{ kN}$

Únosnost piloty v patě $R_b = 18648.34 \text{ kN}$

Únosnost piloty $R_c = 20173.73 \text{ kN}$

Extrémní svislá síla $V_d = 5404.00 \text{ kN}$

$$R_c = 20173.73 \text{ kN} > 5404.00 \text{ kN} = V_d$$

Únosnost tlačené piloty VYHOVUJE

Posouzení tažené piloty:

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 2. (EQ-Min)

Únosnost tažené piloty $R_{sdt} = 2903.13 \text{ kN}$

Vlastní hmotnost piloty $w_p = 452.39 \text{ kN}$

Extrémní tahová síla $V_d = 0.00 \text{ kN}$

$$R_c = 2903.13 \text{ kN} > 0.00 \text{ kN} = V_d$$

Únosnost tažené piloty VYHOVUJE

Svislá únosnost piloty VYHOVUJE

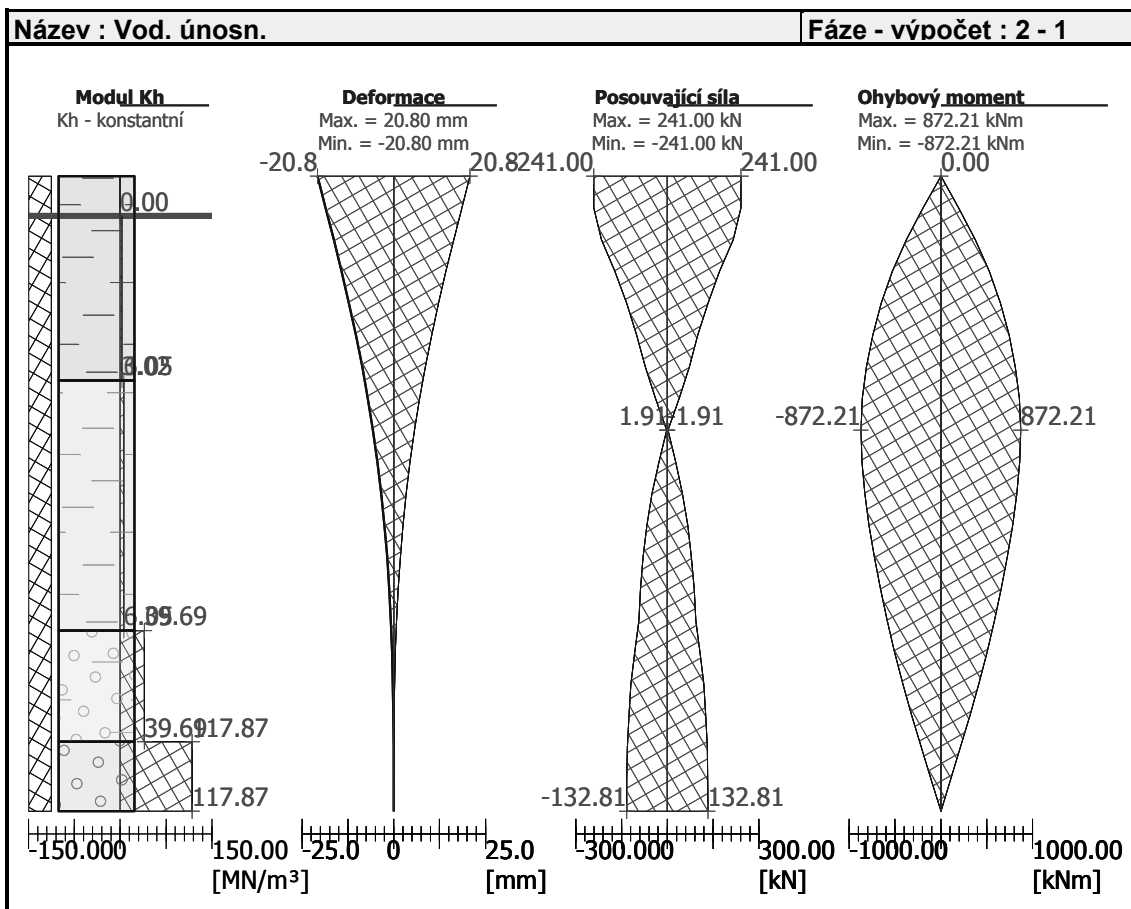
Posouzení vodorovné únosnosti - EQDS

Vstupní data pro výpočet vodorovné únosnosti piloty

Pilota je vetknutá do horniny (posun paty je roven nule).

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Vodorovná únosnost posouzena ve směru maximálního účinku zatížení.



1.2.6.4 Posúdenie skupiny pilót

Nastavení

Slovensko - EN 1997

Materiály a normy

Betonové konštrukce : EN 1992-1-1 (EC2)

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

Sedání

Metoda výpočtu : ČSN 73 1001 (Výpočet pomocí edometrického modulu)

Omezení deformační zóny : pomocí strukturní pevnosti

Patky

Výpočet pro odvozené podmínky : EC 7-1 (EN 1997-1:2003)

Posouzení tažené patky : standardní postup

Dovolená excentricita : 0.333

Metodika posouzení : výpočet podle EN1997

Návrhový přístup : 2 - redukce zatížení a odporu

Součinitele redukce zatížení (F)			
Trvalá návrhová situace			
		Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1.35 [-]	1.00 [-]

Součinitele redukce odporu (R)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce svislé únosnosti :	$\gamma_{Rvs} =$	1.40 [-]	
Součinitel redukce vodorovné únosnosti :	$\gamma_{Rhs} =$	1.10 [-]	

Základní parametry zemín

Číslo	Název	Vzorek	ϕ_{ef} [°]	c_{ef} [kPa]	γ [kN/m ³]	γ_{su} [kN/m ³]	δ [°]
1	Třída F6, konzistence tuhá		16.00	8.00	21.00	12.00	
2	Třída F6, konzistence pevná $S_r < 0.8$		16.00	6.00	21.00	12.00	
3	Třída R4		35.50	0.00	19.00	10.00	
4	Třída G5		31.00	2.00	19.50	10.50	

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

Založení

Typ základu: centrická patka

Hloubka od původního terénu $h_z = 18.70$ m

Hloubka základové spáry $d = 18.60$ m

Tloušťka základu $t = 1.50$ m

Sklon upraveného terénu $s_1 = 2.60^\circ$

Sklon základové spáry $s_2 = 0.00^\circ$

Objemová tíha zeminy nad základem = 0.00 kN/m³

Geometrie konstrukce

Typ základu: centrická patka

Délka patky $x = 8.00$ m

Šířka patky $y = 8.00$ m

Šířka sloupu ve směru x $c_x = 8.00$ m

Šířka sloupu ve směru y $c_y = 8.00$ m

Objem patky = 96.00 m³

Geologický profil a prirazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přirazená zemina	Vzorek
1	7.90	Třída F6, konzistence tuhá	
2	6.30	Třída F6, konzistence pevná Sr < 0.8	
3	2.80	Třída G5	
4	-	Třída R4	

Zatížení – MSÚ, MSP

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M _x [kNm]	M _y [kNm]	H _x [kN]	H _y [kN]
1	MSU-K1	Návrhové	43770.00	23807.00	30057.00	-82.00	966.00
2	MSU-K2	Návrhové	28835.00	11644.00	22529.00	-468.00	485.00
3	MSU-K3	Návrhové	31900.00	14490.00	31078.00	-443.00	607.00
4	MSU-K4	Návrhové	42554.00	22510.00	31430.00	-119.00	917.00
5	MSU-K5	Návrhové	27677.00	10552.00	22329.00	-468.00	438.00
6	MSU-K6	Návrhové	43770.00	25268.00	24857.00	-82.00	1096.00
7	MSU-K7	Návrhové	31336.00	16505.00	25217.00	-162.00	715.00
8	MSP-K1	Užitné	31224.00	500.00	7937.00	0.00	0.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.00 m od původního terénu.

Celkové nastavení výpočtu

Typ výpočtu : výpočet pro odvodněné podmínky

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - MSÚ

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e _x [m]	e _y [m]	σ [kPa]	R _d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
MSU-K1	Ano	-0.69	-0.58	965.65	13229.30	7.30	Ano
MSU-K1	Ne	-0.69	-0.58	965.65	13229.30	7.30	Ano
MSU-K2	Ano	-0.81	-0.43	631.97	12859.98	4.91	Ano
MSU-K2	Ne	-0.81	-0.43	631.97	12859.98	4.91	Ano
MSU-K3	Ano	-1.00	-0.48	754.56	12642.50	5.97	Ano
MSU-K3	Ne	-1.00	-0.48	754.56	12642.50	5.97	Ano
MSU-K4	Ano	-0.74	-0.56	949.82	13141.16	7.23	Ano
MSU-K4	Ne	-0.74	-0.56	949.82	13141.16	7.23	Ano
MSU-K5	Ano	-0.83	-0.40	607.56	12799.34	4.75	Ano
MSU-K5	Ne	-0.83	-0.40	607.56	12799.34	4.75	Ano
MSU-K6	Ano	-0.57	-0.61	942.62	13266.00	7.11	Ano
MSU-K6	Ne	-0.57	-0.61	942.62	13266.00	7.11	Ano
MSU-K7	Ano	-0.81	-0.56	714.65	13004.24	5.50	Ano
MSU-K7	Ne	-0.81	-0.56	714.65	13004.24	5.50	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastná tíha patky $G = 0.00$ kN
Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Posouzení svíslé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník
Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (MSU-K1)

Parametry smykové plochy pod základem:
Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 15.21$ m
Dosah smykové plochy $l_{sp} = 50.06$ m

Výpočtová únosnost zákl. půdy $R_d = 13229.30$ kPa
Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 965.65$ kPa

Svislá únosnost VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.124 < 0.333$
Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.077 < 0.333$
Max. prostorová excentricita $e_t = 0.138 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 6. (MSU-K6)
Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 28382.58$ kN
Extrémní horizontální síla $H = 1099.06$ kN

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

Posouzení - MSP

Sednutí a natočení základu - vstupní data

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.
Výpočet proveden s uvažováním koeficientu κ_1 (vliv hloubky založení).

Spočtená vlastná tíha patky $G = 0.00$ kN
Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Sednutí středu hrany x - 1 = 2.6 mm
Sednutí středu hrany x - 2 = 2.5 mm
Sednutí středu hrany y - 1 = 3.3 mm
Sednutí středu hrany y - 2 = 1.8 mm
Sednutí středu základu = 8.0 mm
Sednutí charakterist. bodu = 4.2 mm

(1-hrana max.tlačená; 2-hrana min.tlačená)

Sednutí a natočení základu - výsledky

Tuhost základu:

Spočtený vážený průměrný modul přetvárnosti $E_{def} = 124.17$ MPa
Základ je ve směru délky tuhý ($k=1.59$)

Základ je ve směru šířky tuhý ($k=1.59$)

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.032 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.002 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.032 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Celkové sednutí a natočení základu:

Sednutí základu = 4.2 mm

Hloubka deformační zóny = 4.88 m

Natočení ve směru x = 0.187 ($\tan^{-1}1000$); ($1.1 \cdot 10^{-2}$ °)

Natočení ve směru y = 0.012 ($\tan^{-1}1000$); ($6.7 \cdot 10^{-4}$ °)

Zatížení - EQDS

Číslo	Název	Typ	N [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	H_x [kN]	H_y [kN]
1	EQ-K1	Návrhové	31194.00	9367.00	38929.00	-2069.00	582.00
2	EQ-K2	Návrhové	31097.00	4928.00	35076.00	-1863.00	218.00
3	EQ-K3	Návrhové	31098.00	4723.00	35321.00	-1841.00	214.00
4	EQ-K4	Návrhové	31002.00	9572.00	38684.00	-2090.00	586.00

Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hloubce 17.00 m od původního terénu.

Nastavení výpočtu fáze

Návrhová situace : trvalá

Posouzení - EQDS

Posouzení zatěžovacích stavů

Název	VI. tíha příznivě	e_x [m]	e_y [m]	σ [kPa]	R_d [kPa]	Využití [%]	Vyhovuje
EQ-K1	Ano	-1.35	-0.33	800.71	11073.49	7.23	Ano
EQ-K1	Ne	-1.35	-0.33	800.71	11073.49	7.23	Ano
EQ-K2	Ano	-1.22	-0.17	729.39	11276.07	6.47	Ano
EQ-K2	Ne	-1.22	-0.17	729.39	11276.07	6.47	Ano
EQ-K3	Ano	-1.22	-0.16	729.90	11275.34	6.47	Ano
EQ-K3	Ne	-1.22	-0.16	729.90	11275.34	6.47	Ano
EQ-K4	Ano	-1.35	-0.34	798.14	11057.54	7.22	Ano
EQ-K4	Ne	-1.35	-0.34	798.14	11057.54	7.22	Ano

Výpočet proveden s automatickým výběrem nejnepříznivějších zatěžovacích stavů.

Spočtená vlastní tíha patky $G = 0.00$ kN

Spočtená tíha nadloží $Z = 0.00$ kN

Posouzení svislé únosnosti

Tvar kontaktního napětí : obdélník

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 1. (EQ-K1)

Parametry smykové plochy pod základem:

Hloubka smykové plochy $z_{sp} = 15.21$ m

Dosah smykové plochy $l_{sp} = 50.06 \text{ m}$

Výpočtová únosnosť zákl. pôdy $R_d = 11073.49 \text{ kPa}$

Extrémní kontaktní napětí $\sigma = 800.71 \text{ kPa}$

Svislá únosnosť VYHOVUJE

Posouzení excentricity zatížení

Max. excentricita ve směru délky patky $e_x = 0.169 < 0.333$

Max. excentricita ve směru šířky patky $e_y = 0.042 < 0.333$

Max. prostorová excentricita $e_t = 0.174 < 0.333$

Excentricita zatížení základu VYHOVUJE

Posouzení vodorovné únosnosti

Nejnepříznivější zatěžovací stav číslo 4. (EQ-K4)

Zemní odpor: není uvažován

Horizontální únosnost základu $R_{dh} = 20103.19 \text{ kN}$

Extrémní horizontální síla $H = 2170.60 \text{ kN}$

Vodorovná únosnost VYHOVUJE

Únosnost základu VYHOVUJE

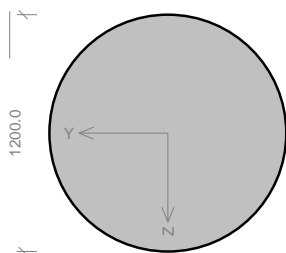
1.2.7 Posúdenie výstuže pilót

Norma **EN 1992-1-1/Slovensko**.

1.2.7.1 Pilóta opory č.1

Vstupní data

Průřez



Materiály

Beton: C 25/30

$f_{ck} = 25.0$ MPa; $f_{ctm} = 2.6$ MPa; $E_{cm} = 31000$ MPa

Ocel podélná: B500

$f_{yk} = 500.0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

$f_{yk} = 500.0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSU-Max	-3820.00	656.00	0.00	-463.00	0.00	0.00	1.000
2	MSU-Min	227.00	656.00	0.00	-463.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP-Max	-3183.00	0.00	0.00	1.000
2	MSP-Min	665.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - mimořádná návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	EQ-Max	-2779.00	444.00	0.00	-313.00	0.00	0.00	1.000
2	EQ-Min	784.00	444.00	0.00	-313.00	0.00	0.00	1.000

Podélná výstuž

Kruh: 22ks × profil 20, krytí 150.0 mm

S tlačnou výstuží je počítáno.

Smyková výstuž

Obvodové třmínky

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 200.0 mm; Krytí: 140.0 mm

Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výstuž):

$\rho_s = 0.00614 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

$\rho_s = 0.00614 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$ **Vyhovuje**

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6$ mm \Rightarrow **Vyhovuje**

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300.0$ mm \Rightarrow **Vyhovuje**

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	MSU-Max	-3820.00	656.00	0.00	-463.00	0.00	63.2	Vyhovuje
		-21518.60	2479.62	0.00	-732.65	0.00		
2	MSU-Min	227.00	656.00	0.00	-463.00	0.00	87.2	Vyhovuje
		3220.27	1277.58	0.00	-530.71	0.00		
3	EQ-Max	-2779.00	444.00	0.00	-313.00	0.00	48.1	Vyhovuje
		-26207.11	2494.06	0.00	-651.15	0.00		
4	EQ-Min	784.00	444.00	0.00	-313.00	0.00	51.9	Vyhovuje
		3703.11	1277.74	0.00	-603.05	0.00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 87.2 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	MSP-Max	- 3183.00	0.00	0.00	2.72	-17.55	17.55	0.0	Vyhovuje
2	MSP-Min	665.00	0.00	0.00	-	96.22	- 96.22	24.1	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$						400.00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 24.1 %

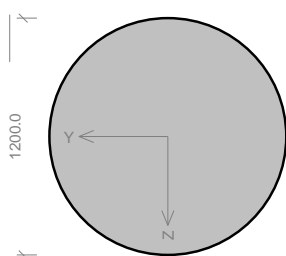
Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 87.2 %

1.2.7.2 Pilóta piliera č.2

Vstupní data

Průřez



Materiály

Beton: C 25/30

$f_{ck} = 25.0$ MPa; $f_{ctm} = 2.6$ MPa; $E_{cm} = 31000$ MPa

Ocel podélná: B500

$f_{yk} = 500.0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

$f_{yk} = 500.0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSU-Max	-5704.00	379.00	0.00	-104.00	0.00	0.00	1.000
2	MSU-Min	-475.00	379.00	0.00	-104.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP-Max	-2507.00	0.00	0.00	1.000
2	MSP-Min	-1602.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - mimořádná návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	EQ-Max	-3472.00	583.00	0.00	-160.00	0.00	0.00	1.000
2	EQ-Min	-1195.00	583.00	0.00	-160.00	0.00	0.00	1.000

Podélná výztuž

Kruh: 22ks × profil 20, krytí 150.0 mm

S tlačnou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Obvodové třmínky

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 200.0 mm; Krytí: 140.0 mm

Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0.00614 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0.00614 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300.0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	MSU-Max	-5704.00	379.00	0.00	-104.00	0.00	26.5	Vyhovuje
		-21518.60	2791.85	0.00	-773.91	0.00		
2	MSU-Min	-475.00	379.00	0.00	-104.00	0.00	24.7	Vyhovuje
		-21518.60	1536.27	0.00	-531.99	0.00		
3	EQ-Max	-3472.00	583.00	0.00	-160.00	0.00	21.7	Vyhovuje
		-26207.11	2683.71	0.00	-742.99	0.00		
4	EQ-Min	-1195.00	583.00	0.00	-160.00	0.00	29.0	Vyhovuje
		-26207.11	2007.15	0.00	-624.66	0.00		

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 29.0 %**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	MSP-Max	-2507.00	0.00	0.00	2.14	-13.83	13.83	0.0	Vyhovuje

č.	Název	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	σ _c [MPa]	σ _{s,max} [MPa]	σ _{s,min} [MPa]	Využití [%]	Posouzení
2	MSP-Min	-1602.00	0.00	0.00	1.37	-8.84	8.84	0.0	Vyhovuje
Limitní hodnoty k ₃ × f _{yk}						400.00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 0.0 %

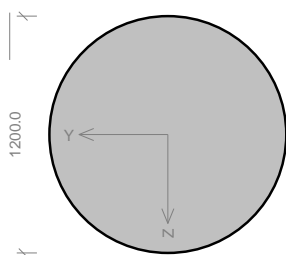
Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 29.0 %

1.2.7.3 Pilóta piliera č.3

Vstupní data

Průřez



Materiály

Beton: C 25/30

f_{ck} = 25.0 MPa; f_{ctm} = 2.6 MPa; E_{cm} = 31000 MPa

Ocel podélná: B500

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Ocel příčná: B500

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	V _{Edz} [kN]	V _{Edy} [kN]	T _{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSU-Max	-6044.00	445.00	0.00	-122.00	0.00	0.00	1.000
2	MSU-Min	-715.00	445.00	0.00	-122.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP-Max	-2511.00	0.00	0.00	1.000
2	MSP-Min	-2359.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - mimořádná návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	V _{Edz} [kN]	V _{Edy} [kN]	T _{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	EQ-Max	-4528.00	984.00	0.00	-270.00	0.00	0.00	1.000
2	EQ-Min	-303.00	984.00	0.00	-270.00	0.00	0.00	1.000

Podélná výztuž

Kruh: 22ks × profil 20, krytí 150.0 mm

S tlačnou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Obvodové třmínky

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 200.0 mm; Krytí: 140.0 mm

Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0.00614 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0.00614 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300.0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	MSU-Max	-6044.00	445.00	0.00	-122.00	0.00	28.1	Vyhovuje
		-21518.60	2833.49	0.00	-781.25	0.00		
2	MSU-Min	-715.00	445.00	0.00	-122.00	0.00	27.5	Vyhovuje
		-21518.60	1618.00	0.00	-535.53	0.00		
3	EQ-Max	-4528.00	984.00	0.00	-270.00	0.00	33.6	Vyhovuje
		-26207.11	2928.27	0.00	-889.70	0.00		
4	EQ-Min	-303.00	984.00	0.00	-270.00	0.00	58.0	Vyhovuje
		-26207.11	1697.74	0.00	-614.61	0.00		

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 58.0 %**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	MSP-Max	- 2511.00	0.00	0.00	2.15	-13.85	13.85	0.0	Vyhovuje
2	MSP-Min	- 2359.00	0.00	0.00	2.02	-13.01	13.01	0.0	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$						400.00			

Mezní stav použitelnosti **VYHOVUJE - 0.0 %**

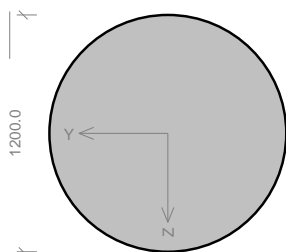
Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 58.0 %

1.2.7.4 Pilóta piliera č.4

Vstupní data

Průřez



Materiály

Beton: C 25/30

$$f_{ck} = 25.0 \text{ MPa}; f_{ctm} = 2.6 \text{ MPa}; E_{cm} = 31000 \text{ MPa}$$

Ocel podélná: B500

$$f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}; E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Ocel příčná: B500

$$f_{yk} = 500.0 \text{ MPa}; E_s = 200000 \text{ MPa}$$

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSU-Max	-6044.00	441.00	0.00	-122.00	0.00	0.00	1.000
2	MSU-Min	-715.00	441.00	0.00	-122.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP-Max	-2511.00	0.00	0.00	1.000
2	MSP-Min	-2359.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - mimořádná návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	EQ-Max	-5346.00	1260.00	0.00	-348.00	0.00	0.00	1.000
2	EQ-Min	475.00	1260.00	0.00	-348.00	0.00	0.00	1.000

Podélná výztuž

Kruh: 22ks × profil 20, krytí 150.0 mm

S tlačnou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Obvodové třmínky

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 200.0 mm; Krytí: 140.0 mm

Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0.00614 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0.00614 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300.0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	MSU-Max	-6044.00 -21518.60	441.00 2833.49	0.00 0.00	-122.00 -781.25	0.00 0.00	28.1	Vyhovuje
2	MSU-Min	-715.00 -21518.60	441.00 1618.00	0.00 0.00	-122.00 -535.53	0.00 0.00	27.3	Vyhovuje
3	EQ-Max	-5346.00 -26207.11	1260.00 3097.42	0.00 0.00	-348.00 -928.13	0.00 0.00	40.7	Vyhovuje
4	EQ-Min	475.00 3703.11	1260.00 1399.56	0.00 0.00	-348.00 -608.54	0.00 0.00	90.0	Vyhovuje

Mezní stav únosnosti **VYHOVUJE - 90.0 %**

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	σ _c [MPa]	σ _{s,max} [MPa]	σ _{s,min} [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	MSP-Max	-2511.00	0.00	0.00	2.15	-13.85	13.85	0.0	Vyhovuje
2	MSP-Min	-2359.00	0.00	0.00	2.02	-13.01	13.01	0.0	Vyhovuje
Limitní hodnoty k ₃ × f _{yk}						400.00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 0.0 %

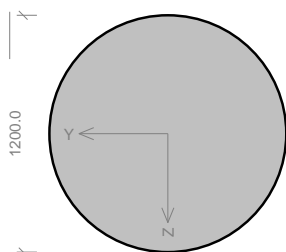
Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 90.0 %

1.2.7.5 Pilóta piliera č.5

Vstupní data

Průřez



Materiály

Beton: C 25/30

f_{ck} = 25.0 MPa; f_{ctm} = 2.6 MPa; E_{cm} = 31000 MPa

Ocel podélná: B500

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Ocel příčná: B500

f_{yk} = 500.0 MPa; E_s = 200000 MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	V _{Edz} [kN]	V _{Edy} [kN]	T _{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSU-Max	-3875.00	337.00	0.00	-93.00	0.00	0.00	1.000
2	MSU-Min	-642.00	337.00	0.00	-93.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP-Max	-1916.00	0.00	0.00	1.000
2	MSP-Min	-1663.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - mimořádná návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N _{Ed} [kN]	M _{Edy} [kNm]	M _{Edz} [kNm]	V _{Edz} [kN]	V _{Edy} [kN]	T _{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	EQ-Max	-4809.00	1115.00	0.00	-308.00	0.00	0.00	1.000
2	EQ-Min	1362.00	1115.00	0.00	-308.00	0.00	0.00	1.000

Podélná výztuž

Kruh: 22ks × profil 22, krytí 150.0 mm

S tlačnou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Obvodové třmínky

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 200.0 mm; Krytí: 140.0 mm

Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$$\rho_s = 0.00743 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

$$\rho_s = 0.00743 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow \text{Vyhovuje}$$

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300.0 \text{ mm} \Rightarrow \text{Vyhovuje}$

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	MSU-Max	-3875.00	337.00	0.00	-93.00	0.00	17.5	Vyhovuje
		-22099.17	2669.61	0.00	-757.03	0.00		
2	MSU-Min	-642.00	337.00	0.00	-93.00	0.00	18.6	Vyhovuje
		-22099.17	1816.13	0.00	-538.01	0.00		
3	EQ-Max	-4809.00	1115.00	0.00	-308.00	0.00	35.0	Vyhovuje
		-26787.67	3189.49	0.00	-945.20	0.00		
4	EQ-Min	1362.00	1115.00	0.00	-308.00	0.00	83.1	Vyhovuje
		4480.76	1340.95	0.00	-601.45	0.00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 83.1 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	MSP-Max	- 1916.00	0.00	0.00	1.62	-10.48	10.48	0.0	Vyhovuje
2	MSP-Min	- 1663.00	0.00	0.00	1.41	-9.10	9.10	0.0	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$						400.00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 0.0 %

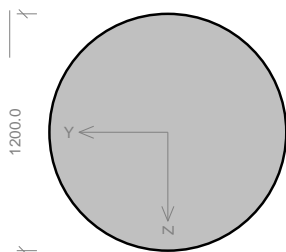
Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 83.1 %

1.2.7.6 Pilóta piliera č.6

Vstupní data

Průřez



Materiály

Beton: C 25/30

$f_{ck} = 25.0$ MPa; $f_{ctm} = 2.6$ MPa; $E_{cm} = 31000$ MPa

Ocel podélná: B500

$f_{yk} = 500.0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Ocel příčná: B500

$f_{yk} = 500.0$ MPa; $E_s = 200000$ MPa

Vnitřní síly - základní návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSU-Max	-7133.00	442.00	0.00	-122.00	0.00	0.00	1.000
2	MSU-Min	104.00	442.00	0.00	-122.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - charakteristická (MSP)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	QP koef. [-]
1	MSP-Max	-3035.00	0.00	0.00	1.000
2	MSP-Min	-2031.00	0.00	0.00	1.000

Vnitřní síly - mimořádná návrhová (MSÚ)

č.	Název zatěžovacího případu	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	V_{Edz} [kN]	V_{Edy} [kN]	T_{Ed} [kNm]	QP koef. [-]
1	EQ-Max	-5404.00	873.00	0.00	-241.00	0.00	0.00	1.000
2	EQ-Min	364.00	873.00	0.00	-241.00	0.00	0.00	1.000

Podélná výztuž

Kruh: 22ks × profil 20, krytí 150.0 mm

S tlačnou výztuží je počítáno.

Smyková výztuž

Obvodové třmínky

Profil: 10 mm; Vzdálenost: 200.0 mm; Krytí: 140.0 mm

Výsledky

Posouzení min. a max. stupně vyztužení

Sloup (celková výztuž):

$\rho_s = 0.00614 \geq \rho_{s,min} = 0.002 \Rightarrow$ Vyhovuje

$\rho_s = 0.00614 \leq \rho_{s,max} = 0.04 \Rightarrow$ Vyhovuje

Posouzení konstrukčních zásad třmínků

Minimální průměr třmínků $d = 6$ mm \Rightarrow Vyhovuje

Maximální vzdálenost třmínků $s_{cl,max} = 300.0$ mm \Rightarrow Vyhovuje

Posouzení mezního stavu únosnosti

č.	Název	N_{Ed} N_{Rd} [kN]	M_{Edy} M_{Rdy} [kNm]	M_{Edz} M_{Rdz} [kNm]	V_{Edz} V_{Rdz} [kN]	V_{Edy} V_{Rdy} [kN]	Využití [%]	Posouzení
1	MSU-Max	-7133.00	442.00	0.00	-122.00	0.00	33.1	Vyhovuje
		-21518.60	2919.92	0.00	-776.52	0.00		
2	MSU-Min	104.00	442.00	0.00	-122.00	0.00	33.4	Vyhovuje
		3220.27	1324.57	0.00	-530.59	0.00		
3	EQ-Max	-5404.00	873.00	0.00	-241.00	0.00	28.1	Vyhovuje
		-26207.11	3107.55	0.00	-929.35	0.00		
4	EQ-Min	364.00	873.00	0.00	-241.00	0.00	60.5	Vyhovuje
		3703.11	1443.02	0.00	-610.45	0.00		

Mezní stav únosnosti VYHOVUJE - 60.5 %

Posouzení mezního stavu použitelnosti

Mezní stav omezení napětí

č.	Název	N_{Ed} [kN]	M_{Edy} [kNm]	M_{Edz} [kNm]	σ_c [MPa]	$\sigma_{s,max}$ [MPa]	$\sigma_{s,min}$ [MPa]	Využití [%]	Posouzení
1	MSP-Max	-3035.00	0.00	0.00	2.59	-16.74	16.74	0.0	Vyhovuje
2	MSP-Min	-2031.00	0.00	0.00	1.74	-11.20	11.20	0.0	Vyhovuje
Limitní hodnoty $k_3 \times f_{yk}$						400.00			

Mezní stav použitelnosti VYHOVUJE - 0.0 %

Celkové posouzení - Průřez VYHOVUJE

Využití: 60.5 %

1.3 Zhodnotenie výsledkov - osamelá pilóta

Únosnosť osamelej plávajúcej pilóty (EN1997)										Posúdenie globálnej únosnosti										Posúdenie únosnosti prierezu									
Podpora	Medzný stav	Parametre			Zaťaženie				Zvislá únosnosť					Posun		Osová sila + ohyb						Šmyk				POSÚDENIE			
		Dĺžka	Priemer	Počet	Trieda betónu	Trieda ocele	N _c	N _t	V	M	R _c	η _c	R _t	η _t	s _{x,ZT} ¹⁾	s _x	η _s ²⁾	φ _s	s _s	c	η _{lim-N}	φ _{sw}	s _w	V _{Ed,red} ³⁾	V _{Rd}			η _v	
		[m]	[m]	[ks]	[-]	[-]	[kN]	[kN]	[kN]	[kNm]	[kN]	[%]	[kN]	[%]	[mm]	[mm]	[ks]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[mm]	[mm]	[kN]	[kN]	[%]		
O1	MSU						3820	-227	661	656	16275	23.5%	-4238	5.4%	-	-	22	20	0.126	140		51.3%	10	200	463	530	87.3%		
	EQDS	21.0	1.2	9	C25/30	B500 B	2779	-784	448	444	17902	15.5%	-4874	16.1%	-	-	(11)					34.7%			313	603	52.0%		
	MSP						3183	-665	425		-	-	-	-	-	6.1						-		-	-	-	-		
P2	MSU						5704	475	104	379	18658	30.6%	-	0.0%	-	-	22	20	0.126	140		26.5%	10	200	104	531	19.6%		
	EQDS	15.0	1.2	9	C25/30	B500 B	3472	1195	160	583	20524	16.9%	-	0.0%	-	-	(11)					29.0%			160	624	25.6%		
	MSP						2507	1602	0		-	-	-	-	-	-						-		-	-	-	-		
P3	MSU						6044	715	122	445	11424	52.9%	-	0.0%	-	-	22	20	0.126	140		28.1%	10	200	122	535	22.9%		
	EQDS	15.0	1.2	9	C25/30	B500 B	4528	303	270	984	12567	36.0%	-	0.0%	-	-	(11)					58.0%			270	614	43.9%		
	MSP						2511	2359	0		-	-	-	-	-	-						-		-	-	-	-		
P4	MSU						6044	715	122	441	18658	32.4%	-	0.0%	-	-	22	20	0.126	140		28.1%	10	200	122	535	22.9%		
	EQDS	15.0	1.2	9	C25/30	B500 B	5346	-475	348	1260	20524	26.0%	-2774	17.1%	-	-	(22)					90.0%			348	608	57.2%		
	MSP						2511	2359	0		-	-	-	-	-	-						-		-	-	-	-		
P5	MSU						3875	624	93	337	18689	20.7%	-	0.0%	-	-	22	22	0.126	140		18.6%	10	200	93	538	17.4%		
	EQDS	15.0	1.2	13	C25/30	B500 B	4809	-1362	308	1115	20558	23.4%	-2798	48.7%	-	-	(22)					83.1%			308	601	51.3%		
	MSP						1916	1663	0		-	-	-	-	-	-						-		-	-	-	-		
P6	MSU						7133	-104	122	442	18339	38.9%	-2524	4.1%	-	-	22	20	0.126	140		33.4%	10	200	122	530	23.0%		
	EQDS	15.0	1.2	9	C25/30	B500 B	5404	-364	241	873	20173	26.8%	-2903	12.5%	-	-	(11)					60.5%			241	610	39.5%		
	MSP						3035	2031	0		-	-	-	-	-	-						-		-	-	-	-		

Poznámky:

1) - Vodorovný posun od pôsobenia zemného tlaku za oporu bezpríťaženia vozidlami.

2) - Hodnoty v zátvorke platia pre spodnú polovicu/tretinu pilóty

Návrhová šmyková sila pre posúdenie šmykovej únosnosti

Poznámky:

1) - Vodorovný posun od pôsobenia zemného tlaku za oporu bezpríťaženia vozidlami.

2) - Hodnoty v zátvorke platia pre spodnú polovicu/tretinu pilóty

3) - Náhradá šmyková sila pre posúdenie šmykovej únosnosti

1.4 Zhodnotenie výsledkov - pilóťový základ

Únosnosť skupiny pilót (EN1997)														Posúdenie únosnosti										Posúdenie sadania			
Podpora	Medzný stav	Parametre					Rozhodujúce zaťaženie pre zvislú únosnosť						Zvislá únosnosť					Vodorovná únosnosť					Posúdenie				
		Dĺžka [m]	Priemer [m]	Počet [ks]	B _f ¹⁾ [m]	L _f ¹⁾ [m]	D _f ¹⁾ [m]	Komb	N [kN]	V _{K1} [kN]	V _{K2} [kN]	M _{K1} [kNm]	M _{K2} [kNm]	σ _{de} ²⁾ [kPa]	R _d [kPa]	η _σ [%]	V _{de} [kN]	R _{vd} [kN]	η _v [%]	Z _{def} [m]	S _{príem} [mm]	S _{lim} [mm]	η _s [%]				
O1	MSU	21.0	1.2	9	4.1	13.3	18.7	MSU-K3	22003	5512	113	10402	9383	1234	4174	29.6%	5452	11631	45.9%	3.64	4.2	10	42.0%				
	EQDS							EQ-K3	18513	3822	1271	7021	11328	1156	4566	25.3%	4028	10587	38.0%								
	MSP							MSP-K1	21564	3822	0	956	14244	-	-	-	-	-	-								
P2	MSU	15.0	1.2	9	8.0	8.0	18.9	MSU-K8	39695	931	55	23979	13738	1063	9187	11.6%	935	25118	3.7%	4.15	3.2	10	32.0%				
	EQDS							EQ-K1	29766	1	1439	18024	730	819	8499	9.6%	1439	19405	7.4%								
	MSP							MSP-K1	27053	0	0	7096	500	-	-	-	-	-	-								
P3	MSU	15.0	1.2	9	8.0	8.0	18.6	MSU-K1	43626	967	281	18337	17309	1109	9126	12.2%	1103	22945	4.8%	4.74	5.3	10	53.0%				
	EQDS							EQ-K3	30068	1	2428	34699	794	948	7288	13.0%	2428	16548	14.7%								
	MSP							MSP-K1	30244	0	0	779	500	-	-	-	-	-	-								
P4	MSU	15.0	1.2	9	8.0	8.0	18.6	MSU-K1	43554	967	281	18337	17309	1111	7234	15.4%	1102	27152	4.1%	4.71	4.0	10	40.0%				
	EQDS							EQ-K3	30175	7	3129	48044	847	1097	5227	21.0%	3131	19699	15.9%								
	MSP							MSP-K1	30172	0	0	779	500	-	-	-	-	-	-								
P5	MSU	15.0	1.2	13	8.9	8.9	18.6	MSU-K3	45082	1215	0	11275	24205	940	6792	13.8%	1215	20420	6.0%	4.80	3.8	10	38.0%				
	EQDS							EQ-K3	33665	3650	1649	26591	55325	1132	5327	21.3%	4008	21969	18.2%								
	MSP							MSP-K1	34521	0	0	3027	500	-	-	-	-	-	-								
P6	MSU	15.0	1.2	9	8.0	8.0	18.7	MSU-K1	43770	966	82	30057	23807	1218	13229	9.2%	1099	28382	3.9%	4.88	4.2	10	42.0%				
	EQDS							EQ-K1	31194	582	2069	38929	9367	1052	11073	9.5%	2171	20103	10.8%								
	MSP							MSP-K1	31224	0	0	7937	500	-	-	-	-	-	-								
Poznámky:																											
1) - Rozmery a hĺbka založenia fiktívneho základu																											
2) - Kontaktné napätie zaťaženia základu + napätie od zeminy medzi pilótami																											

Poznámky:

¹⁾ - Rozmery a hĺbka založenia fiktívneho základu

²⁾ - Kontaktné napätie zaťaženia základu + napätie od zeminy medzi pilótami

2 Záver

Nosná konštrukcia bola navrhnutá v zmysle spoločných noriem pre navrhovanie STN EN, jednotlivé posudky vyhoveli na medzný stav únosnosti ako aj medzný stav použiteľnosti.

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 08.2015

Ing. Ján Sedlák

