

## Príloha č. 5

### SO 02 Železničný spodok Statický posudok únosnosti podložia a železobetónovej dosky

#### Obsah

1.	Úvod.....	2
1.1	Predmet statického výpočtu .....	3
1.2	Podklady pre návrh .....	3
2.	Geologická stavba .....	3
3.	Výpočet .....	4
3.1	Metodika výpočtu .....	4
3.2	Zaťaženie .....	4
3.3	Geotechnické vlastnosti hornín.....	4
3.4	Parciálne súčinitele spoľahlivosti .....	5
3.5	Posúdenie únosnosti podložia .....	6
3.6	Posúdenie únosnosti ŽB dosky .....	6
4.	Záver.....	7
5.	Prílohy .....	8
5.1	Geologická dokumentácia prieskumných diel .....	8
5.2	Výstup z programu MKP .....	11
5.3	Výstup z programu Patky .....	18
5.4	Výstup z programu SCIA Engineer .....	20
5.5	Vzorový priečny rez.....	24





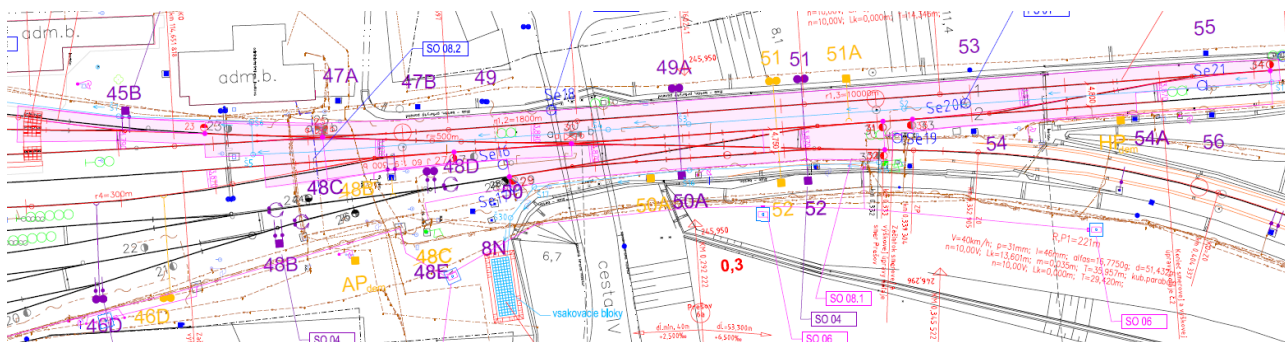
## 1. Úvod

Dôvodom rekonštrukcie výhybiek č. 23, 25ab, 27, 29, 30ab, 31, 32, 33, 34 je nevyhovujúci technický stav železničného zvršku (zastaraný typ železničného zvršku, zlý stav podvalov a výhybkových súčastí spojených s nefunkčnosťou upevňovadiel ) a spodku.

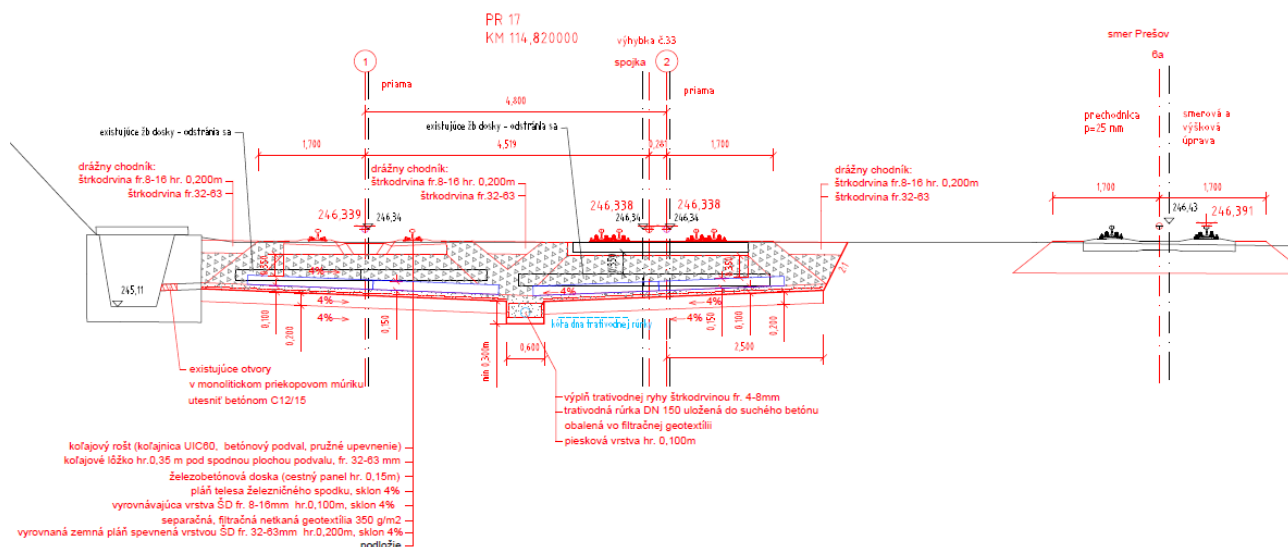
Súčasný železničný spodok pod výhybkami je tvorený konštrukčnou vrstvou, ktorú tvorí betónová doska (panely) uložená na povrchu telesa železničného spodku (povrch dosky je totožný s pláňou železničného spodku). Betónové panely sú v celom rekonštruovanom úseku pod výhybkami, ako aj pod prípojnými poliami okrem výh.č.25ab a 23.

Nový železničný spodok je navrhnutý podľa Technickej normy železníc (TNŽ 73 6312) „Navrhovanie konštrukčných vrstiev podvalového podložia“. Na základe uskutočnených prieskumov existujúceho podvalového podložia, skúsenosti správcu s dobrými výsledkami existujúcej zabudovanej konštrukcie so žb doskami, hĺbky existujúcich priekop a výsledkov inžiniersko geologického prieskumu bola navrhnutá nasledujúca konštrukcia podvalového podložia:

- štrkové lôžko hr. min. 0,350m pod spodnou plochou podvalu
- železobetónová doska (cestný panel hr. 0,15m, betón C25/30)
- pláň železničného spodku , sklon 4%
- vyrovnávacia vrstva ŠD fr. 8-16 hrúbky 0,100m, sklon 4%
- separačná, filtračná netkaná geotextília 350 g/m<sup>2</sup>
- zhutnená zemná pláň spevnená vrstvou ŠD fr. 32-63mm, hr.0,200m, sklon pláne 4%



Obr. 1 – celková situácia



Obr. 2 – vzorový priečný rez (priečný rez vo väčšom rozlíšení súčastou prílohy 5.5)



## 1.1 Predmet statického výpočtu

Predmetom statického výpočtu je posúdenie únosnosti podložia a železobetónovej dosky. Bol vytvorený rez, ktorý reprezentuje nový stav železničného spodku so zaťažením od železničnej dopravy.

## 1.2 Podklady pre návrh

Normatívne základy pre výpočet a navrhovanie sú platné európske normy (eurokódy) EC, a to:

- EC 0 – Eurokód: Zásady navrhovania (STN EN 1990)
- EC 1 – Eurokód 1: Zaťaženia konštrukcií (STN EN 1991)
- EC 7 – Eurokód 7: Navrhovanie geotechnických konštrukcií (STN EN 1997)

Projektová dokumentácia:

- DSPRS ŽST Kysak, obnova výhybiek č.23, 25ab, 27, 29, 30ab, 31, 32, 33, 34, SUDOP Košice a.s., 02/2020
- Orientačný IGHP, ekologický prieskum koľajového lôžka, ŽST Kysak, obnova výhybiek č.23,25ab,27,29,30ab,31,32,33,34, CAD-ECO a.s., 09/2019

## 2. Geologická stavba

V rámci stavby bolo vykonané geodetické zameranie jestvujúceho stavu predmetnej lokality a osový geotechnický prieskum podvalového podložia. Statické zaťažovacie skúšky boli realizované v pripravených kopaných sondách. Boli realizované 2 ks skúšok kruhovou doskou 300 mm. Cieľom skúšok bolo overenie únosnosti podvalového podložia. Dynamické skúšky boli realizované na rovnakých miestach ako statická zaťažovacia skúška. Celkovo bolo realizovaných 2 ks dynamických zaťažovacích skúšok.

Na základe výsledkov realizovaného orientačného inžinierskogeologického prieskumu (skúšok in situ a laboratórneho testovania) a štúdia archívnych geologických prác boli v skúmanom území vyčlenené kvartérne antropogénne, fluválne sedimenty a mezozoické horninové prostredie.

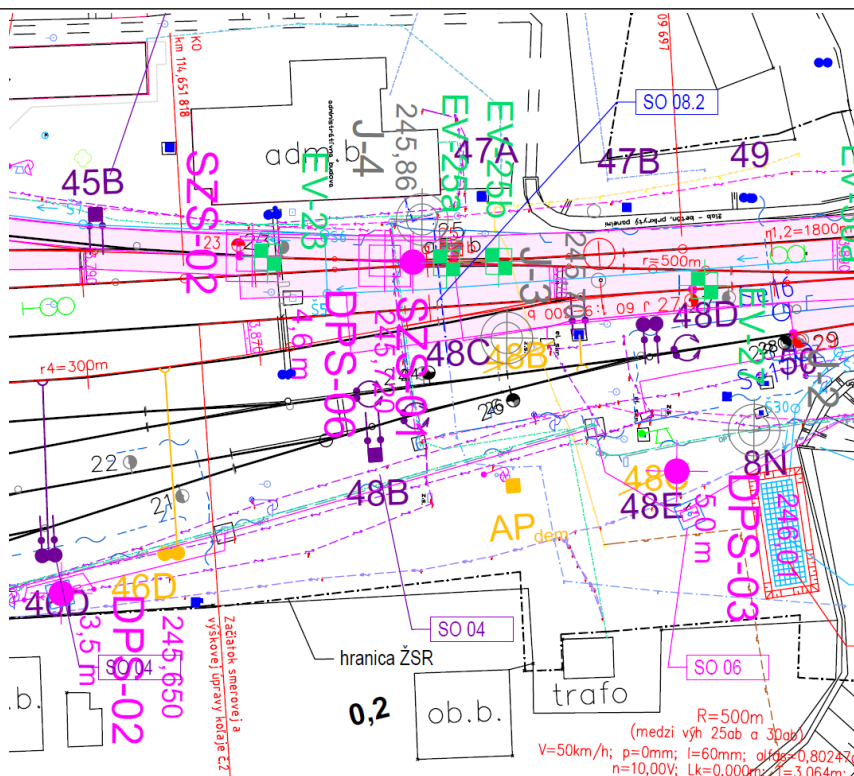
Koľajové kamenivo vo výhybkách má hrúbku cca 0,5 m. Kamenivo je znečistené ílmi a siltmi a má prevažne charakter štrku ílovitého (G5/GCY). Koľajové kamenivo je stredne uľahnuté ( $ID = 0,35$ ). Okrem výhybiek č. 23 a č. 25ab boli zistené v sondách pre odber koľajového kameniva betónové železobetónové panely.

Pod koľajovým kamenivom bola DPS-06, ako aj SZS-01 a SZS-02 zistená vrstva štrkodrvy charakteru štrku ílovitého (G5/GCY) hrúbky 0,3 m.

Pod touto vrstvou sú fluválne sedimenty charakteru ílu štrkovitého až piesčitého (F2/CG, F4/CS) s prechodmi do pieskov ílovitých (S5/SC) s klesajúcim odporúčaným odvodeným modulom pretvárnosti od  $E_{DPS} = 20$  MPa po  $E_{DPS} = 3$  MPa. V jemnozrnných fluválnych sedimentoch bol v archívnych dielach zaznamenaný obsah organických prímiesi. A od cca 2,4 m pod terénom je vrstva fluválnych štrkov charakteru štrkov ílovitých až štrkov zle zrených (G5/GC, G2/GP) s odvodeným modulom pretvárnosti s odporúčanou hodnotou  $E_{DPS} = 60$  MPa.

Zemná pláň v miestach výhybiek č. 23 a č. 25ab bola overená statickými zaťažovacími skúškami SZS-01 a SZS-02 v hĺbke 0,9 m pod hornou hranou podvalu. Redukovaný modul pretvárnosti bol stanovený v rozsahu  $E_{or} = 9,38 - 30,98$  MPa, s odporúčanou hodnotou  $E_{or} = 14$  MPa.





Obr. 3 – situácia prieskumných diel statickej a dynamickej penetrácie

Na základe zistenej geologickej stavby bol vytvorený horninový model, ktorý vlastnosťami popisujú jednotlivé vrstvy.

### 3. Výpočet

#### 3.1 Metodika výpočtu

Bol vytvorený model, ktorý zachytával účinky zaťaženia od železničnej dopravy LM71 a SW/2. Vo výpočtových programoch GEO5 modul MKP a modul Patka bolo vykonané overenie únosnosti podlažia. V programe SCIA Engineer bol vytvorený model železobetónovej dosky podopretý pružinami zodpovedajúcimi horninovému prostrediu na overenie únosnosti dosky pod vplyvom zaťaženia. Výsledky sú spracované v kapitole č. 3.5 a 3.6 a v prílohách č. 5.2-5.4.

#### 3.2 Zaťaženie

Zaťaženie v modeli je reprezentované železničnou dopravou, použité sú modely LM71 a SW/2 so súčiniteľom  $\alpha=1,21$ . Pre LM71 platí hodnota  $26,7 \cdot 1,21 \text{ kN/m}^2$  na zaťažovacej šírke 3,0 m v úrovni 0,7 m pod pojazdnou rovinou koľaje. Pre SW/2 platí hodnota  $50 \cdot 1,21 \text{ kN/m}^2$  na zaťažovacej šírke 3,0 m v úrovni 0,7 m pod pojazdnou rovinou koľaje.

Pre posúdenie únosnosti ŽB dosky bolo použité stále zaťaženie reprezentujúce koľajové lôžko v hodnote  $21 \cdot 0,55 \text{ kN/m}^2$ .

#### 3.3 Geotechnické vlastnosti hornín

Pre posúdenie únosnosti platia nasledovné geotechnické vlastnosti hornín:

vrstva	$\gamma \text{ (kN/m}^3\text{)}$	$\phi \text{ (}^\circ\text{)}$	c (kPa)	Edef (MPa)	v (-)
Fluviálne sedimenty F2/CG tuhé	19,5	27	13	13,16	0,35



Fluviálne sedimenty G3/G-F stredne uľahnuté	19,0	33	0	29,22	0,25
Zvetrané podložie R6 charakteru F2/CG pevné	19,5	30	32	61,9	0,35
Koľajové lôžko	21	38	0	50	0,20
Železobetónová doska	24	35	513	27,26	0,20
Zemná pláň zlepšená štrkodrvou	20,5	32,5	6	30	0,30

Tab. č. 1 – geotechnické vlastnosti hornín a materiálov

### 3.4 Parciálne súčinitele spoľahlivosti

Podľa platných noriem Eurokódov je vo výpočte a návrhu zavedená metóda parciálnych súčiniteľov spoľahlivosti. Vo všeobecnosti platí nasledovná podmienka spoľahlivosti:

$$E_d \leq R_d$$

Pre návrhovú hodnotu odozvy zaťaženia  $E_d$  zjednodušene platí:

$$E_d = \text{Funkcia} (\gamma_{G,i} \cdot G_{k,i})$$

kde:  $\gamma_{G,i}$  - parciálne súčinitele spoľahlivosti stáleho zaťaženia  
 $G_{k,i}$  - charakteristické hodnoty zaťaženia

Návrhová hodnota  $R_d$  je v zjednodušenej forme:

$$R_d = R_k / \gamma_M$$

kde:  $\gamma_M$  - súčiniteľ spoľahlivosti vlastností materiálov zohľadňujúci aj modelové neistoty  
 $R_k$  - charakteristické body odolnosti

V súlade s Eurokódmi je zaťaženie prenasobené parciálnymi súčiniteľmi zaťaženia.

V nasledujúcej tabuľke sú uvedené súčinitele zohľadňujúce druh zaťaženia:

Zaťaženie		symbol	Súčinitele zaťaženia	
			A1	A2
Trvalé	nepriaznivé	$\gamma_{G,inf}$	1,35	1,0
	priaznivé	$\gamma_{G,sup}$	1,0	1,0
Premenné	nepriaznivé	$\gamma_{Q,inf}$	1,5	1,3
	priaznivé	$\gamma_{Q,sup}$	0	0

Tab.2 - hodnoty súčiniteľov zaťaženia

Pre výpočet a návrh konštrukcie sú materiálové hodnoty zredukované parciálnymi súčiniteľmi pre materiály. Pre horninové prostredie platia hodnoty uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Parameter	Súčiniteľ $\gamma_M$	
	M1	M2
Objemová tiaž $\gamma$	1,0	1,0
$\tan (^\circ)$	1,0	1,25
c	1,0	1,25
Pevnosť v jednoosom tlaku	1,0	1,4

Tab.3 - parciálne súčinitele parametrov zemín

Pre plošné základy platia hodnoty uvedené v nasledujúcej tabuľke:

Parameter	Súčiniteľ únosnosti		
	R1	R2	R3
Zvislá únosnosť $\gamma_{R,e}$	1,0	1,4	1,0
Vodorovné posunutie $\gamma_{R,h}$	1,0	1,1	1,0



Tab .4 - hodnoty súčiniteľov únosnosti – plošné

Na Slovensku podľa národnej prílohy STN EN 1997-1/NA je pre numerické metódy zavedený návrhový postup 3, podľa ktorého sa parciálne súčinitele resp. účinky, zaťaženie a materiály riadia podľa schémy A2 + M2 + R3 pre posúdenie únosnosti podložia.

### 3.5 Posúdenie únosnosti podložia

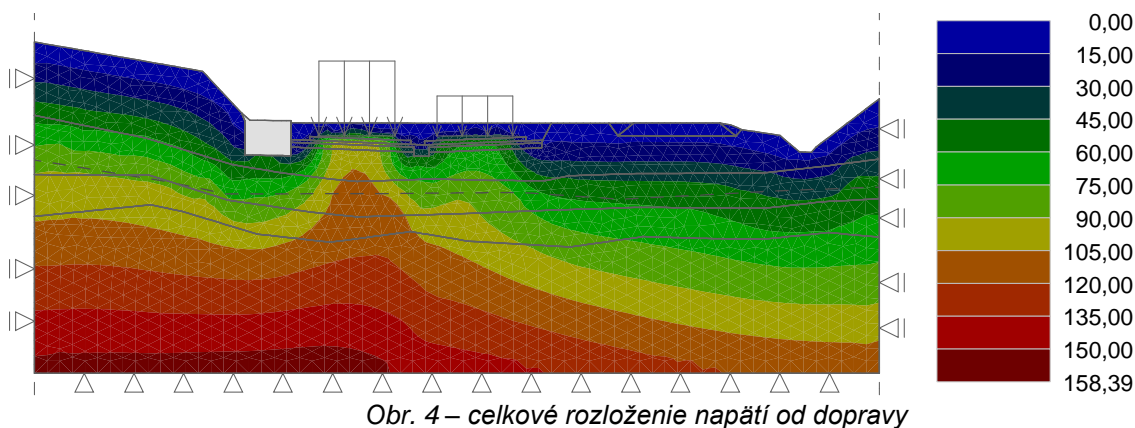
Vo výpočtových programoch GEO5 modul MKP a GEO5 modul Patka bola namodelovaná situácia, ktorá reprezentovala zaťaženie od železničnej dopravy.

Pre model vyhotovený v programe GEO5 modul MKP platí, že veľkosť konečných prvkov bola 0,5 m, pričom v oblasti záujmu bol rozmer konečného prvku zmenšený na hodnotu 0,2 m, rádius zahustenia bol 1 m. Fáza 1 vo výpočte MKP predstavuje novú konštrukciu železničného spodku a bez koľajovej dopravy, fáza 2 zodpovedá zaťaženiu LM71, fáza 3 a 4 zaťaženiu SW/2 a fáza 5 a 6 kombinácii LM71 a Sw/2.

V programe GEO5 modul Patka bola zistená únosnosť podložia. Nový stav železničného spodku bol modelovaný ako základový pás.

Pre posúdenie únosnosti základovej pôdy bol použitý návrhový princíp NP3, nakoľko odozva zo železničnej dopravy bola získaná prostredníctvom modelu MKP; posúdenie bolo spravené v programe GEO5 modul Patka.

Bol vybraný najnepriaznivejší stav zaťaženia základovej škáry, najvyššie napätie v základovej škáre malo hodnotu  $\sigma = 105 \text{ kPa}$  (účinkom od ťažkých vlakov). Výpočtová únosnosť základovej pôdy bola  $R_d = 415 \text{ kPa}$ .



Na základe vyššie uvedeného možno konštatovať, že únosnosť podložia vyhovuje účinkom od konštrukcie nového železničného spodku a zaťaženiu od železničnej dopravy.

### 3.6 Posúdenie únosnosti ŽB dosky

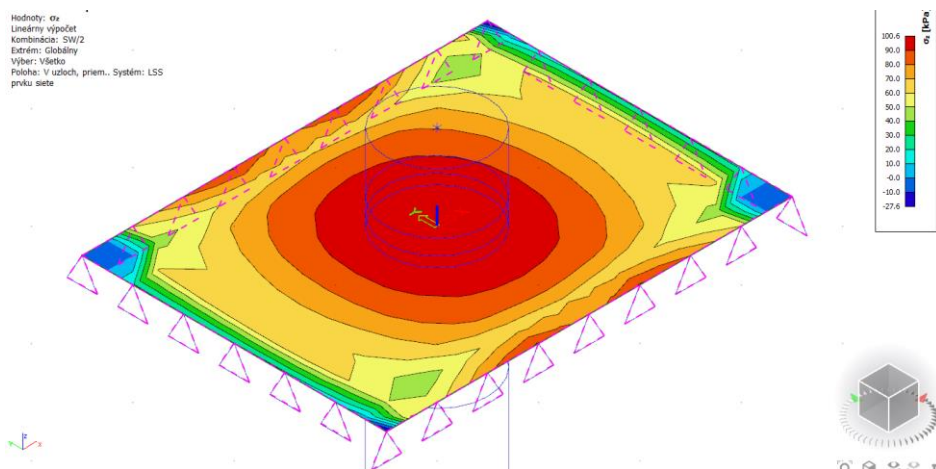
Vo výpočtovom programe SCIA Engineer bol vytvorený model ŽB dosky, ktorý bol zaťažený stálym zaťažením reprezentujúcim vrstvy železničného spodku a premenným zaťažením, ktoré zohľadňovalo vplyv zaťaženia od železničnej dopravy. Doska bola modelovaná hr. 15 cm z betónu C25/30 ako 3D teleso, doskový prvok. Doska bola podchytená pružinami, ktoré zodpovedali horninovému prostrediu v okolí ŽB dosky.

Z výpočtového programu sme získali hodnoty napätí v ŽB doske, ktoré vyvolalo zaťaženie od dopravy. Túto hodnotu sme posúdili s únosnosťou vystuženého betónu ( $\phi 8 \times 8 / 200 \times 200$  pri spodnom povrchu).

Únosnosť betónu v tlaku  $\sigma_{Rd} = 16,67 \text{ MPa} > \sigma_{ED, \text{tlak}} = 2,1 \text{ MPa}$

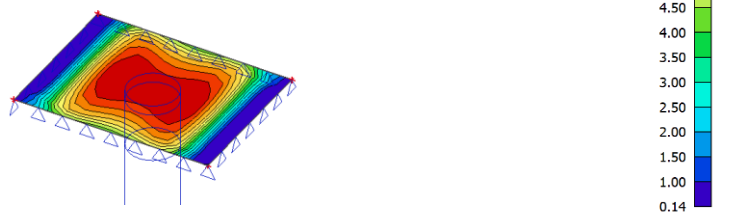


Únosnosť betónu v ťahu  $M_{Rd} = 10,19 \text{ MPa} > M_{ED}, f_{ah} = 8,05 \text{ MPa}$



Obr. 5 – kontaktné napätie pod ŽB doskou

Hodnoty:  $m_x$   
Lineárny výpočet  
Kombinácia: SW/2  
Extrém: Globálny  
Výber: Všetko  
Poloha: V uzloch, priem. na prvku.  
Systém: LSS prvku siete



Obr. 6 – maximálny ťahový moment

Na základe vyššie uvedeného možno konštatovať, že únosnosť ŽB dosky vyhovuje účinkom od konštrukcie nového železničného spodku a zaťaženiu od železničnej dopravy.

## 4. Záver

Všetky prvky návrhu boli navrhované a posudzované v súčinnosti s platnými normami STN a STN EN. Uvedenými výpočtami bolo preukázané splnenie základnej požiadavky stavby na mechanickú odolnosť a stabilitu v zmysle § 43d ods. 1 písmeno a) zákona č. 50 1976 Zb v znení neskorších predpisov (Stavebný zákon) a sú splnené podmienky spoľahlivosti – t.j. bezpečnosti a trvanlivosti stavby.

Vypracoval: Ing. Blažena Jančová

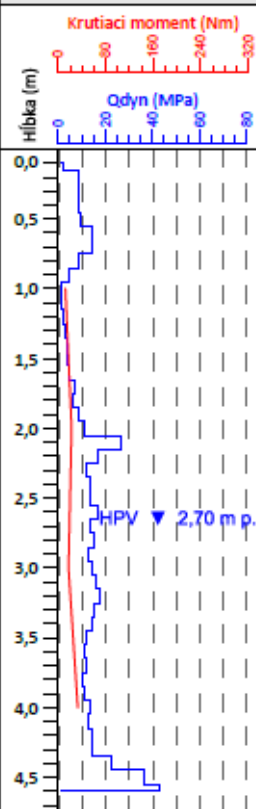
Kontroloval: Ing. Ján Kušnir

V Bratislave 02/2020.



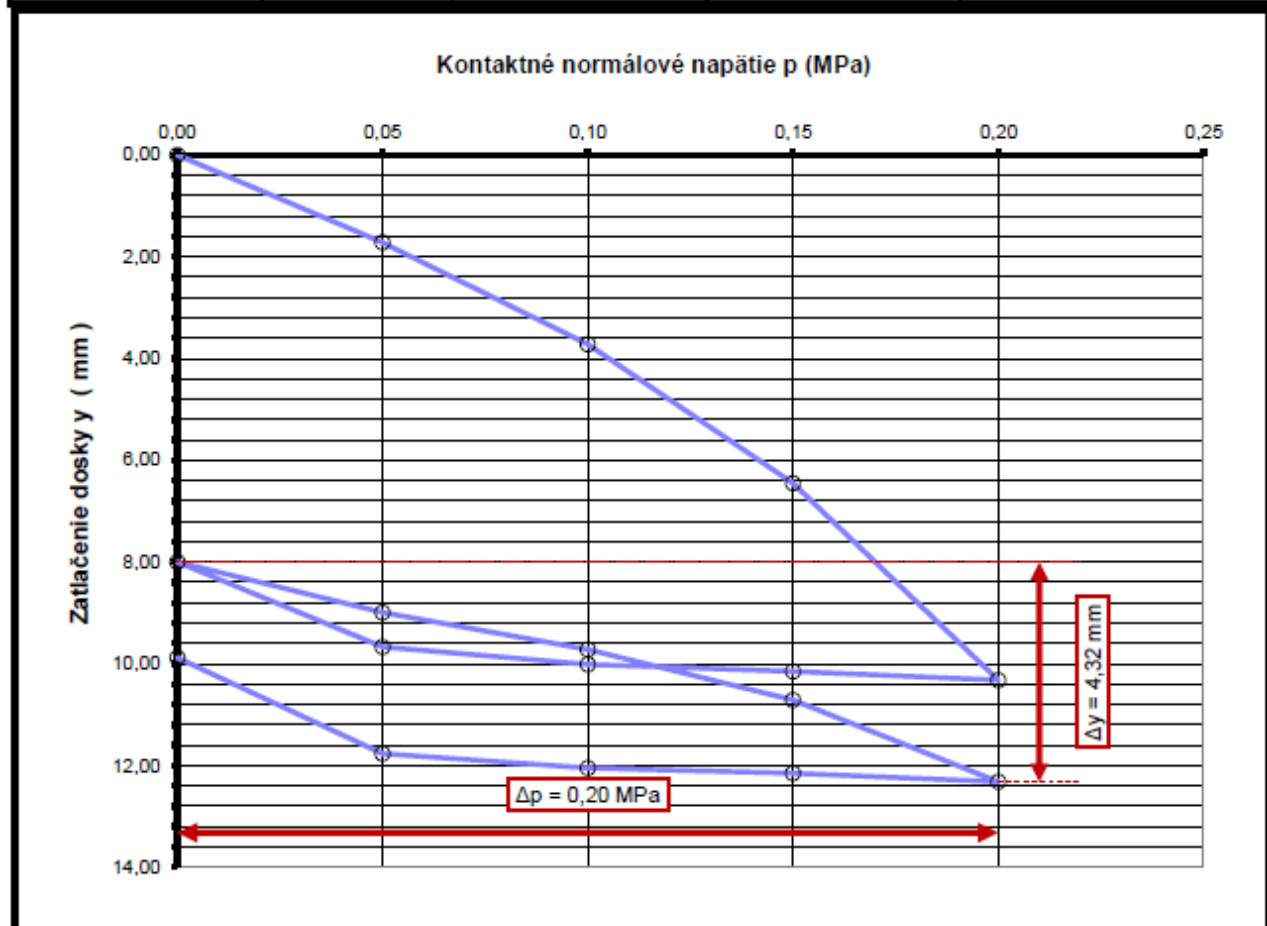
## 5. Prílohy

### 5.1 Geologická dokumentácia prieskumných diel

Názov geologickej úlohy: <b>ŽST Kysak, obnova výhybiek č.23,25ab,27,29,30ab,31,32,33,34</b> orientačný inžierskogeologický prieskum a orientačný geologický prieskum životného prostredia						Zhotoviteľ: CAD - ECO a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava																	
Súradnice: X: -264617,2449 Y: -1224510,0636 Z: 245,72 m Hĺbka: H: 4,6 m			Realizoval: Borovsky, Konkolvsky, Šimek Súprava: Stitz Dátum zahájenia prác: 11/28/2019 Číslo geologickej úlohy: 300/2019/ZA				Výhodnotenie penetračnej sondy: <b>DPS-06</b>																
																							
Hĺbka (m)	Litológia	Trieda / symbol STN 72 1001	$q_{dyn}$ (MPa)	$t_c$	$t_b$	Konzistencia * Ufahnutosť **	Ťažiteľnosť	$E_{ps}$ (MPa)	$E_{red}$ (MPa)	$\phi_w$ (°)	$c_w$ (kPa)	Poznámky											
0,5		G5/GCY	7,4		0,35	* stredne ufahnutá	4,5	37,05	50,07	28	3												
0,8		G5/GCY	11,9		0,96	* veľmi ufahnutá	4,5	59,70	80,68	32	6												
1,8		F2/CG	3,3	0,81		** tuhá	3,4	13,16	21,23	27	13												
3,2		S2/SP G3/G-F	14,6		0,57	* stredne ufahnutá	2,3	29,22	37,46	33	0												
4,3		R6-R5 F2/CG	12,4	1,27		** pevná	3,4	61,90		30	32												
4,6		R6-R5	34,0					169,80															



CAD -ECO a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava						Statická zaťažovacia skúška doskou v zmysle STN 72 1006			
Názov úlohy :			ŽST Kysak, obnova výhybiek č.23,25ab,27,29,30ab,31,32,33,34			Číslo skúšky :		SZS-01	
Číslo úlohy :			300/2018/ZA			Dátum :		29.11.2019	
koľaj / strana / žkm			- - -			Hĺbka (m) / od osi (m) :		0,70 1,15	
Skúšaná zemina :			F2/CG			Priemer dosky:		<input checked="" type="radio"/> 300 mm <input type="radio"/> 375 mm	
Podkladná vrstva :			piesok						

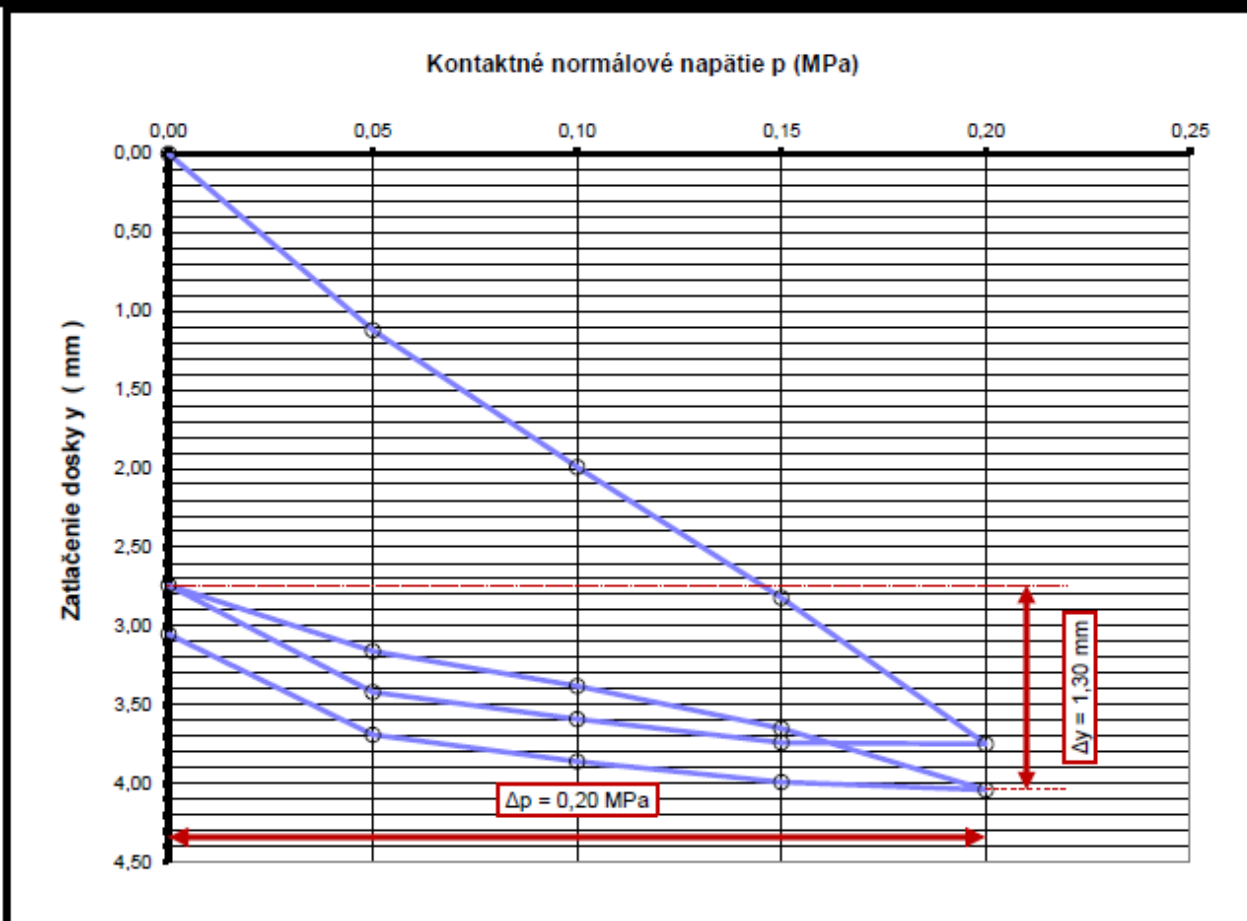


	1.zaťažovací cyklus					Odfahčenie				2.zaťažovací cyklus					Odfahčenie			
Kontaktné normálové napätie p (MPa)	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00	
Zatlačenie dosky y (mm)	0,00	1,72	3,72	6,45	10,32	10,15	10,01	9,67	8,00	8,99	9,72	10,71	12,32	12,15	12,05	11,77	9,88	

Polomer zaťažovacej dosky r (m)	Zmena kontaktného napätia $\Delta p$ (MPa)	Zmena zatlačenia dosky $\Delta y$ v (m) pri 2.zaťažovacom cykle pri zmene napätia o $\Delta p$	Modul pretvárnosti $E_{def}$ (MPa)
0,1500	0,200	0,00432	10,42



CAD-ECO a.s. Svätoplukova 28 821 08 Bratislava						Statická zaťažovacia skúška doskou v zmysle STN 72 1006			
Názov úlohy :		ŽST Kysak, obnova výhybiek č.23,25ab,27,29,30ab,31,32,33,34				Číslo skúšky :		SZS-02	
Číslo úlohy :		300/2018/ZA				Dátum :		29.11.2019	
kofaj / strana / žkm		-	-	-	-	Hĺbka (m) / od osi (m) :		0,70	1,19
Skúšaná zemina :		F2/CG				Priemer dosky:		<input checked="" type="radio"/> 300 mm <input type="radio"/> 375 mm	
Podkladná vrstva :		piesok							



	1.zaťažovací cyklus					Odľahčenie				2.zaťažovací cyklus				Odľahčenie			
Kontaktné normálové napätie p (MPa)	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00	0,05	0,10	0,15	0,20	0,15	0,10	0,05	0,00
Zatlačenie dosky y (mm)	0,00	1,12	1,99	2,82	3,75	3,74	3,59	3,42	2,74	3,16	3,38	3,65	4,04	3,99	3,86	3,69	3,05

Polomer zaťažovacej dosky r (m)	Zmena kontaktného napätia $\Delta p$ (MPa)	Zmena zatlačenia dosky $\Delta y$ v (m) pri 2.zaťažovacom cykle pri zmene napätia o $\Delta p$	Modul pretvárnosti $E_{def}$ (MPa)
0,1500	0,200	0,00130	<b>34,62</b>

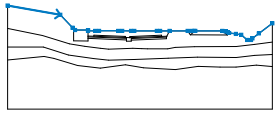
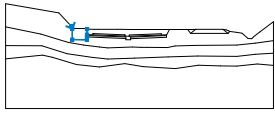
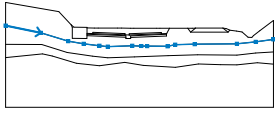
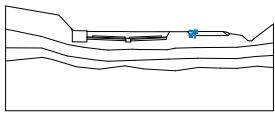
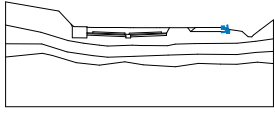
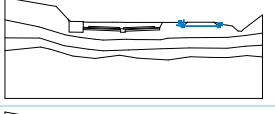
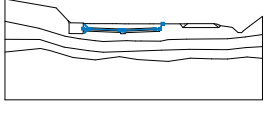
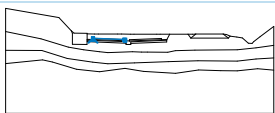


## 5.2 Výstup z programu MKP

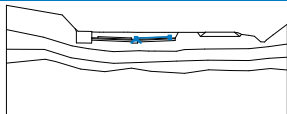
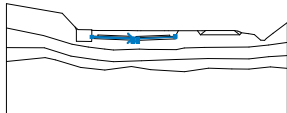
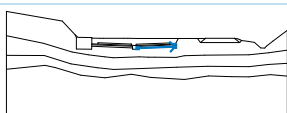
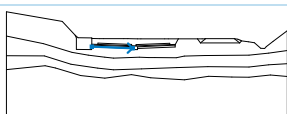
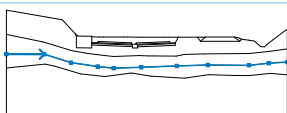
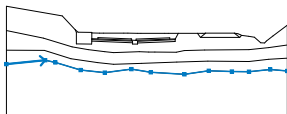
### Celkové nastavení výpočtu

Typ úlohy :	Rovinná
Typ výpočtu :	Napjatost
Tunely :	ne
Podrobné parametry generování sítě :	ne
Podrobné parametry proudění :	ne
Zatížení teplotou :	ne
Podrobné parametry zemin :	ne
Speciální modely zemin :	ne
Podrobné výsledky :	ne
Betonové konstrukce :	EN 1992-1-1 (EC2)







### Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-15,00	3,21	-8,36	2,05	-6,82	0,40
		-6,49	0,11	-4,86	0,10	-4,86	0,02
		-3,95	0,00	-3,47	0,01	-1,05	0,01
		-0,56	0,01	0,56	-0,01	0,98	-0,01
		3,82	-0,01	4,24	-0,01	5,42	-0,01
		7,70	-0,01	8,25	-0,01	8,54	-0,01
		8,68	0,00	12,08	0,00	12,50	-0,07
		12,76	-0,17	12,94	-0,26	13,78	-0,38
		14,46	-0,49	15,22	-1,14	15,69	-1,16
		15,88	-0,95	16,69	-0,33	18,38	0,96
2		-6,82	0,40	-6,69	0,10	-6,68	-1,27
		-4,87	-1,29	-4,86	-0,95	-4,86	-0,76
		-4,86	-0,65	-4,86	0,02		
3		-15,00	0,31	-10,61	-0,59	-7,19	-1,64
		-5,27	-1,96	-3,31	-2,21	-2,26	-2,31
		0,79	-2,21	1,91	-2,24	2,65	-2,26
		5,18	-2,28	6,14	-2,08	8,56	-2,00
		13,83	-1,97	16,16	-1,71	18,38	-1,42
4		8,05	-0,50	8,68	0,00		
5		12,08	0,00	12,72	-0,51		
6		7,70	-0,01	8,05	-0,50	12,72	-0,51
		12,94	-0,26				
7		-4,86	-0,65	-4,13	-0,68	-0,14	-0,84
		-0,12	-0,84	0,39	-0,86	0,41	-0,86
		0,43	-0,86	4,42	-0,70	5,08	-0,68
		5,42	-0,01				
8		-4,13	-0,68	-4,13	-0,53	-0,24	-0,69
		-0,13	-0,69	-0,12	-0,84		



Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
9		0,41	-0,86	0,41	-0,71	4,41	-0,55
		4,42	-0,70				
10		-4,86	-0,76	-0,01	-0,95	-0,01	-1,15
		-0,01	-1,31	0,59	-1,31	0,59	-1,16
		0,59	-0,96	5,04	-0,78	5,08	-0,68
11		0,59	-1,16	5,04	-0,98	5,04	-0,78
12		-4,86	-0,95	-0,01	-1,15		
13		-15,00	-2,04	-10,50	-2,05	-7,34	-3,05
		-4,14	-3,51	-2,27	-3,71	1,04	-3,61
		5,24	-3,45	8,94	-3,33	13,83	-3,37
		16,16	-3,11	18,38	-2,99		
14		-15,00	-3,69	-10,41	-3,23	-9,18	-3,49
		-6,19	-4,39	-3,31	-4,71	-0,14	-4,29
		2,15	-4,67	6,15	-4,90	9,04	-4,49
		11,80	-4,57	13,82	-4,59	16,36	-4,33
		18,38	-4,51				

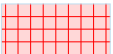
#### Parametry zemin - základní data

Číslo	Název	Vzorek	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$ [-]
1	ŽB doska		24,00	27,26	0,20
2	KL		21,00	50,00	0,20
3	fluviálne sedimenty F2/CG tuhé		19,50	13,16	0,35
4	fluviálne sedimenty G3/G-F stredne uľahnuté		19,00	29,22	0,25
5	zvetrané podložie R6 charakteru F2/CG pevné		19,50	61,90	0,35
6	zlepšená zemná pláň		20,25	30,00	0,30

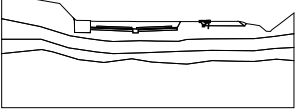

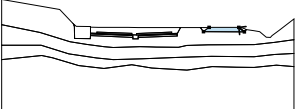

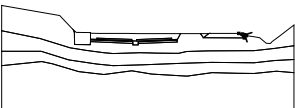

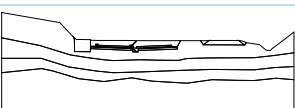

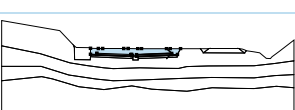

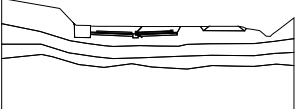

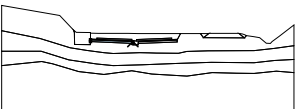
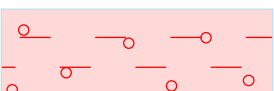
Číslo	Materiálový model	$c_{ef}$ [kPa]	$\phi_{ef}$ [°]	$\psi$ [°]
1	Mohr - Coulomb	513,00	35,00	0,00
2	Mohr - Coulomb	0,00	38,00	0,00
3	Mohr - Coulomb	13,00	27,00	0,00
4	Mohr - Coulomb	0,00	33,00	0,00
5	Mohr - Coulomb	32,00	30,00	0,00
6	Mohr - Coulomb	6,00	32,50	0,00

#### Tuhá tělesa

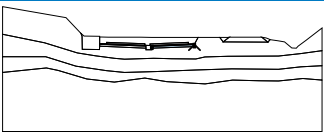
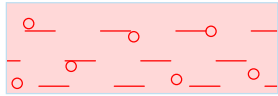
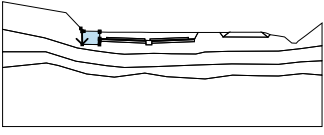
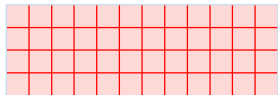
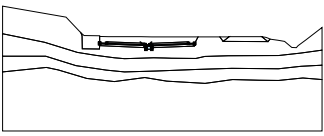

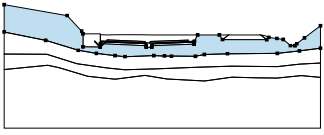

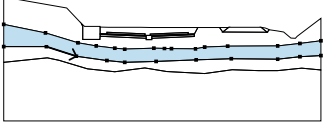



Číslo	Název	Vzorek	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]
1	priekopový múrik		24,00

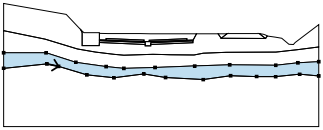

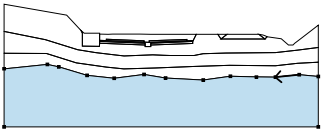

#### Přiřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
1		8,05	-0,50	8,68	0,00	fluviálne sedimenty F2/CG tuhé 
		8,54	-0,01	8,25	-0,01	
		7,70	-0,01			
2		12,72	-0,51	12,08	0,00	KL 
		8,68	0,00	8,05	-0,50	
3		12,94	-0,26	12,76	-0,17	fluviálne sedimenty F2/CG tuhé 
		12,50	-0,07	12,08	0,00	
		12,72	-0,51			
4		-0,13	-0,69	-0,24	-0,69	ŽB doska 
		-4,13	-0,53	-4,13	-0,68	
		-0,14	-0,84	-0,12	-0,84	
5		0,41	-0,71	4,41	-0,55	KL 
		4,42	-0,70	5,08	-0,68	
		5,42	-0,01	4,24	-0,01	
		3,82	-0,01	0,98	-0,01	
		0,56	-0,01	-0,56	0,01	
		-1,05	0,01	-3,47	0,01	
		-3,95	0,00	-4,86	0,02	
		-4,86	-0,65	-4,13	-0,68	
		-4,13	-0,53	-0,24	-0,69	
		-0,13	-0,69	-0,12	-0,84	
		0,39	-0,86	0,41	-0,86	
6		4,41	-0,55	0,41	-0,71	ŽB doska 
		0,41	-0,86	0,43	-0,86	
		4,42	-0,70			
7		-0,01	-1,15	-0,01	-0,95	zlepšená zemná pláň 
		-4,86	-0,76	-4,86	-0,95	



Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
8		5,04	-0,98	5,04	-0,78	zlepšená zemná pláň 
		0,59	-0,96	0,59	-1,16	
9		-6,69	0,10	-6,68	-1,27	priekopový múrik 
		-4,87	-1,29	-4,86	-0,95	
		-4,86	-0,76	-4,86	-0,65	
		-4,86	0,02	-4,86	0,10	
		-6,49	0,11	-6,82	0,40	
10		-0,01	-0,95	-0,01	-1,15	KL 
		-0,01	-1,31	0,59	-1,31	
		0,59	-1,16	0,59	-0,96	
		5,04	-0,78	5,08	-0,68	
		4,42	-0,70	0,43	-0,86	
		0,41	-0,86	0,39	-0,86	
		-0,12	-0,84	-0,14	-0,84	
		-4,13	-0,68	-4,86	-0,65	
		-4,86	-0,76			
11		-4,86	-0,95	-4,87	-1,29	fluviálne sedimenty F2/CG tuhé 
		-6,68	-1,27	-6,69	0,10	
		-6,82	0,40	-8,36	2,05	
		-15,00	3,21	-15,00	0,31	
		-10,61	-0,59	-7,19	-1,64	
		-5,27	-1,96	-3,31	-2,21	
		-2,26	-2,31	0,79	-2,21	
		1,91	-2,24	2,65	-2,26	
		5,18	-2,28	6,14	-2,08	
		8,56	-2,00	13,83	-1,97	
		16,16	-1,71	18,38	-1,42	
		18,38	0,96	16,69	-0,33	
		15,88	-0,95	15,69	-1,16	
		15,22	-1,14	14,46	-0,49	
		13,78	-0,38	12,94	-0,26	
		12,72	-0,51	8,05	-0,50	
		7,70	-0,01	5,42	-0,01	
		5,08	-0,68	5,04	-0,78	
		5,04	-0,98	0,59	-1,16	
		0,59	-1,31	-0,01	-1,31	
		-0,01	-1,15			
12		-10,50	-2,05	-7,34	-3,05	fluviálne sedimenty G3/G-F stredne uľahnuté 
		-4,14	-3,51	-2,27	-3,71	
		1,04	-3,61	5,24	-3,45	
		8,94	-3,33	13,83	-3,37	
		16,16	-3,11	18,38	-2,99	
		18,38	-1,42	16,16	-1,71	
		13,83	-1,97	8,56	-2,00	
		6,14	-2,08	5,18	-2,28	
		2,65	-2,26	1,91	-2,24	
		0,79	-2,21	-2,26	-2,31	
		-3,31	-2,21	-5,27	-1,96	



Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přiřazená zemina
		x	z	x	z	
13		-7,19	-1,64	-10,61	-0,59	zvetrané podložie R6 charakteru F2/CG pevné 
		-15,00	0,31	-15,00	-2,04	
		-10,41	-3,23	-9,18	-3,49	
		-6,19	-4,39	-3,31	-4,71	
		-0,14	-4,29	2,15	-4,67	
		6,15	-4,90	9,04	-4,49	
		11,80	-4,57	13,82	-4,59	
		16,36	-4,33	18,38	-4,51	
		18,38	-2,99	16,16	-3,11	
		13,83	-3,37	8,94	-3,33	
		5,24	-3,45	1,04	-3,61	
		-2,27	-3,71	-4,14	-3,51	
		-7,34	-3,05	-10,50	-2,05	
		-15,00	-2,04	-15,00	-3,69	
14		16,36	-4,33	13,82	-4,59	zvetrané podložie R6 charakteru F2/CG pevné 
		11,80	-4,57	9,04	-4,49	
		6,15	-4,90	2,15	-4,67	
		-0,14	-4,29	-3,31	-4,71	
		-6,19	-4,39	-9,18	-3,49	
		-10,41	-3,23	-15,00	-3,69	
		-15,00	-9,90	18,38	-9,90	
		18,38	-4,51			

#### Zahuštění linií

Číslo	Umístění	Dosah r [m]	Délka l [m]
1	Rozhraní č. 12, linie č. 1	1,00	0,20
2	Rozhraní č. 11, linie č. 1	1,00	0,20

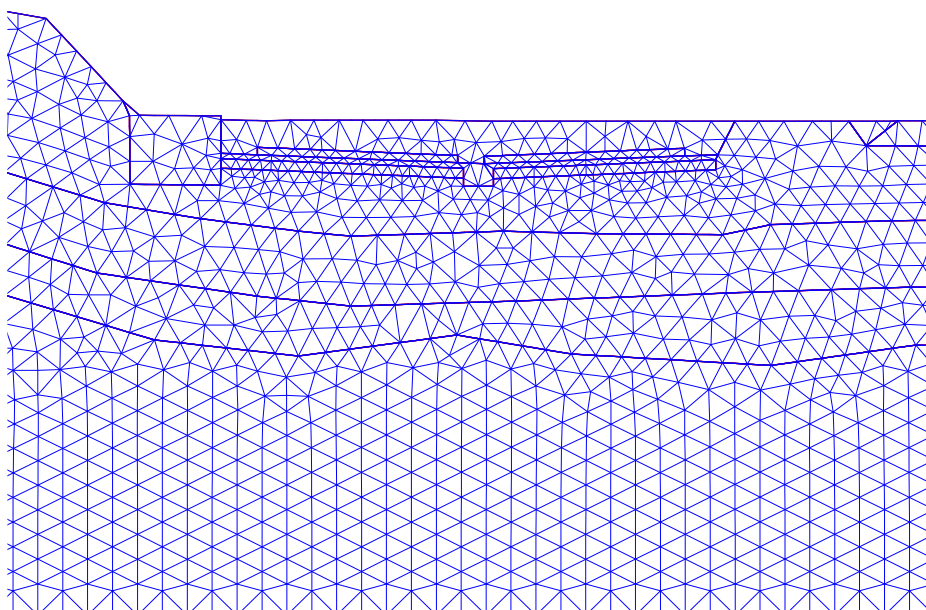
#### Generování sítě

##### Parametry generování sítě

Délka hrany prvků : 0,50 [m]

Vyhlažovat síť : ano

Generovat víceuzlové prvky : ano





## Vstupní data (Fáze budování 2)

### Přetížení

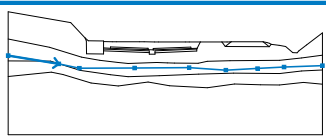
Číslo	Přetížení		Typ	Umístění / Bod 1 z [m] / x <sub>1</sub> [m]	Počátek / Bod 1 x [m] / z <sub>1</sub> [m]	Délka / Bod 2 l [m] / x <sub>2</sub> [m]	Šířka / Bod 2 b [m] / z <sub>2</sub> [m]	Sklon α [°]	Velikost		
	nové	změna							q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Ano		pásové	z = -0,51	x = -3,76	l = 3,00		0,00	41,95		kN/m <sup>2</sup>
2	Ano		pásové	z = -0,51	x = 0,90	l = 3,00		0,00	41,95		kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

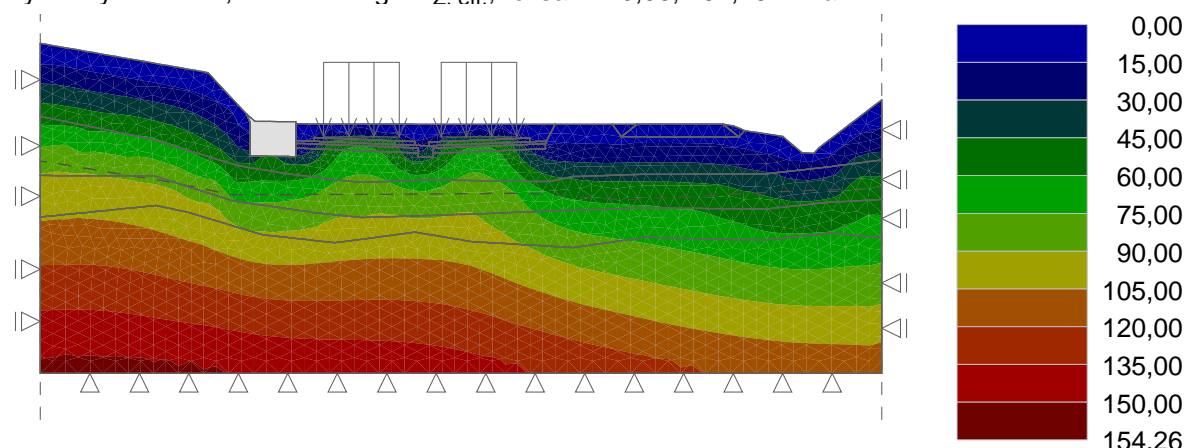
Číslo	Název
1	LM71 koľaj 1
2	LM71 koľaj 2

### Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-15,00	-1,46	-9,62	-2,34	-7,43	-2,80
		-1,58	-2,79	4,22	-2,74	8,12	-3,01
		11,48	-2,84	14,30	-2,68	18,38	-2,53

Výsledky : celkové; veličina : Sigma z<sub>eff</sub>; rozsah : <0,00; 154,26> kPa



## Vstupní data (Fáze budování 3)

### Přetížení

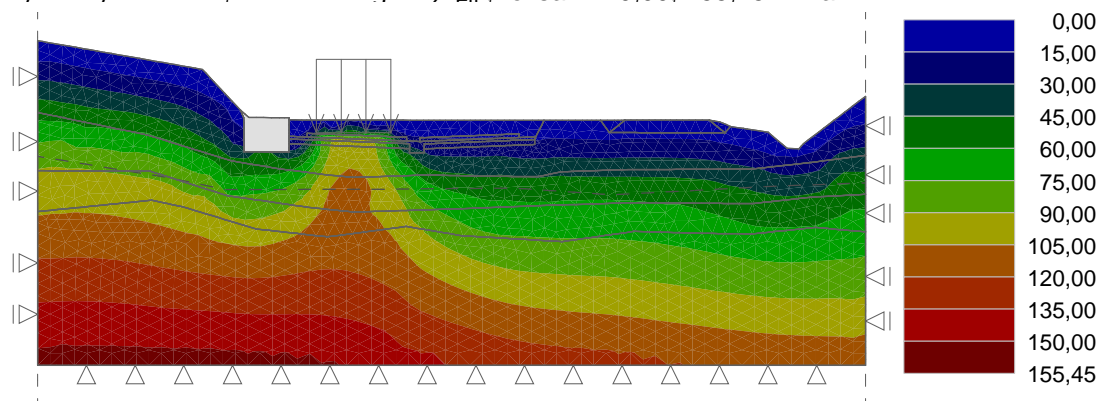
Číslo	Přetížení		Typ	Umístění / Bod 1 z [m] / x <sub>1</sub> [m]	Počátek / Bod 1 x [m] / z <sub>1</sub> [m]	Délka / Bod 2 l [m] / x <sub>2</sub> [m]	Šířka / Bod 2 b [m] / z <sub>2</sub> [m]	Sklon α [°]	Velikost		
	nové	změna							q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Ano		pásové	z = -0,51	x = -3,76	l = 3,00		0,00	78,65		kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	SW/2 koľaj 1



Výsledky : celkové; veličina :  $\Sigma \sigma_{eff}$ ; rozsah : <0,00; 155,45> kPa



## Vstupní data (Fáze budování 4)

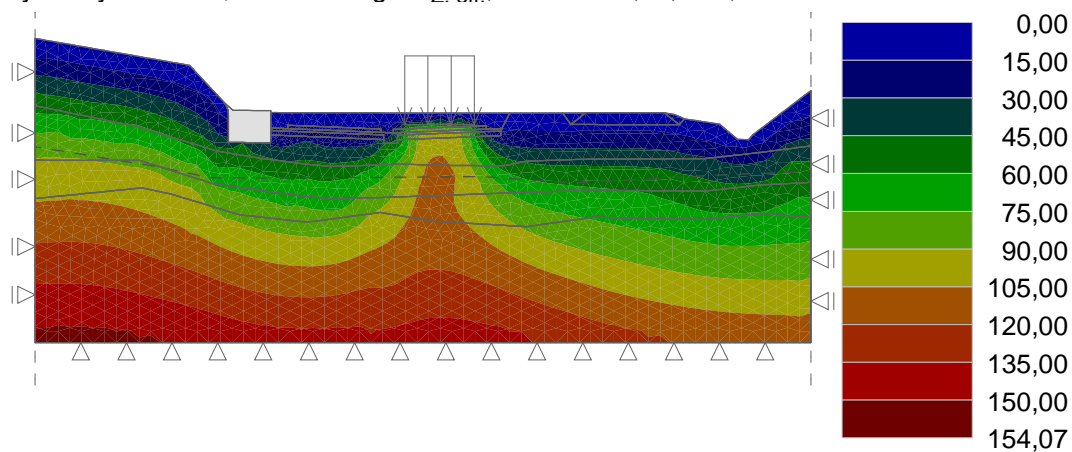
### Přetížení

Číslo	Přetížení		Typ	Umístění / Bod 1 z [m] / x <sub>1</sub> [m]	Počátek / Bod 1 x [m] / z <sub>1</sub> [m]	Délka / Bod 2 l [m] / x <sub>2</sub> [m]	Šířka / Bod 2 b [m] / z <sub>2</sub> [m]	Sklon α [°]	Velikost		
	nové	změna							q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Ano		pásové	z = -0,51	x = 0,90	l = 3,00		0,00	78,65		kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	SW/2 koľaj 2

Výsledky : celkové; veličina :  $\Sigma \sigma_{z, eff}$ ; rozsah : <0,00; 154,07> kPa



## Vstupní data (Fáze budování 5)

### Přetížení

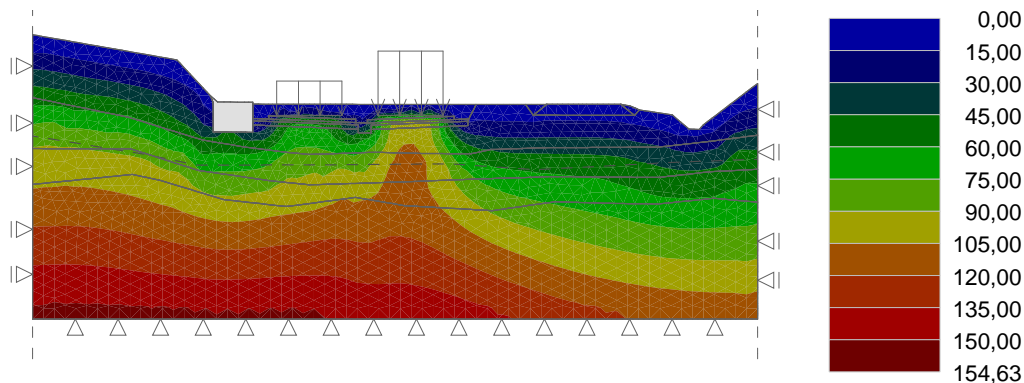
Číslo	Přetížení		Typ	Umístění / Bod 1 z [m] / x <sub>1</sub> [m]	Počátek / Bod 1 x [m] / z <sub>1</sub> [m]	Délka / Bod 2 l [m] / x <sub>2</sub> [m]	Šířka / Bod 2 b [m] / z <sub>2</sub> [m]	Sklon α [°]	Velikost		
	nové	změna							q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
1	Ano		pásové	z = -0,51	x = -3,76	l = 3,00		0,00	41,95		kN/m <sup>2</sup>
2	Ano		pásové	z = -0,51	x = 0,90	l = 3,00		0,00	78,65		kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	LM71 koľaj 1
2	SW/2 koľaj 2



Výsledkv : celkové: veličina : Siama  $\gamma_{aff}$  : rozsah : <0.00: 154.63> kPa



## Vstupní data (Fáze budování 6)

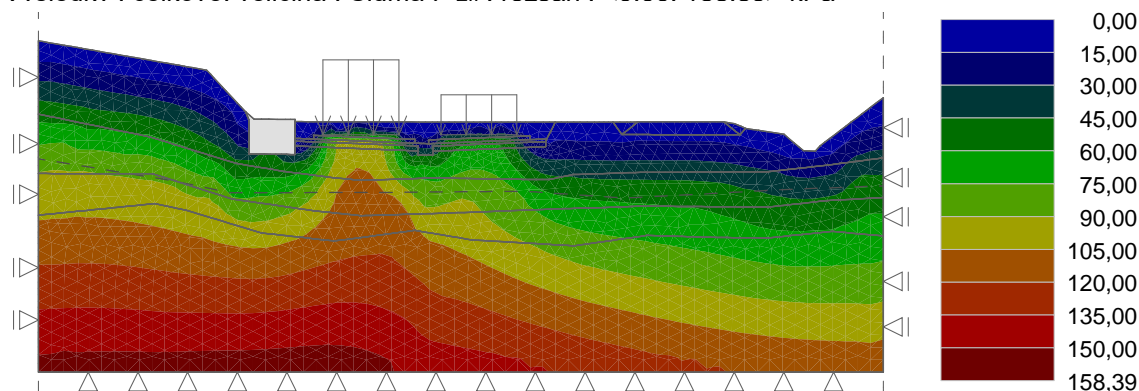
### Přetížení

Číslo	Přetížení nové	Přetížení změna	Typ	Umístění / Bod 1 z [m] / x <sub>1</sub> [m]	Počátek / Bod 1 x [m] / z <sub>1</sub> [m]	Délka / Bod 2 l [m] / x <sub>2</sub> [m]	Šířka / Bod 2 b [m] / z <sub>2</sub> [m]	Sklon α [°]	Velikost		
1	Ano		pásové	z = -0,51	x = 0,90	l = 3,00		0,00	q, q <sub>1</sub> , f, F	q <sub>2</sub>	jednotka
2	Ano		pásové	z = -0,51	x = -3,76	l = 3,00		0,00	41,95	78,65	kN/m <sup>2</sup>

### Názvy přetížení

Číslo	Název
1	LM71 koľaj 2
2	SW/2 koľaj 1

Výsledkv : celkové: veličina : Siama  $\gamma_{aff}$  : rozsah : <0.00: 158.39> kPa



## 5.3 Výstup z programu Patky

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

Součinitele EN 1992-1-1 : standardní

### 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 EN 1997







Návrhový přístup : 3 - redukce zatížení GEO, STR a materiálu

Součinitele redukce zatížení (F)					
Trvalá návrhová situace					
		Stav STR		Stav GEO	
		Nepříznivé	Příznivé	Nepříznivé	Příznivé
Stálé zatížení :	$\gamma_G =$	1,35 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]	1,00 [-]



Součinitele redukce materiálu (M)			
Trvalá návrhová situace			
Součinitel redukce úhlu vnitřního tření :	$\gamma_{\phi} =$	1,25	[-]
Součinitel redukce efektivní soudržnosti :	$\gamma_c =$	1,25	[-]
Součinitel redukce neodv. smykové pevnosti :	$\gamma_{cu} =$	1,40	[-]
Součinitel redukce pevnosti horniny :	$\gamma_v =$	1,40	[-]

#### Základní parametry zemin

Číslo	Název	Vzorek	$\Phi_{ef}$ [°]	$C_{ef}$ [kPa]	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\gamma_{su}$ [kN/m <sup>3</sup> ]	$\delta$ [°]
1	ŽB doska		35,00	513,00	24,00	14,00	
2	KL		38,00	0,00	21,00	11,00	
3	fluviálne sedimenty F2/CG tuhé		27,00	13,00	19,50	9,50	
4	fluviálne sedimenty G3/G-F stredne uľahnuté		33,00	0,00	19,00	9,00	
5	zvetrané podložie R6 charakteru F2/CG pevné		30,00	32,00	19,50	9,50	
6	zlepšená zemná pláň		32,50	6,00	20,25	10,25	

#### Založení

##### Typ základu: základový pas

Hĺbka od pôvodného terénu  $h_z = 0,84$  m

Hĺbka základovej spáry  $d = 0,84$  m




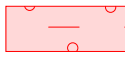



#### Geometrie konstrukce

##### Typ základu: základový pas


Šírka pasu (x) = 4,00 m

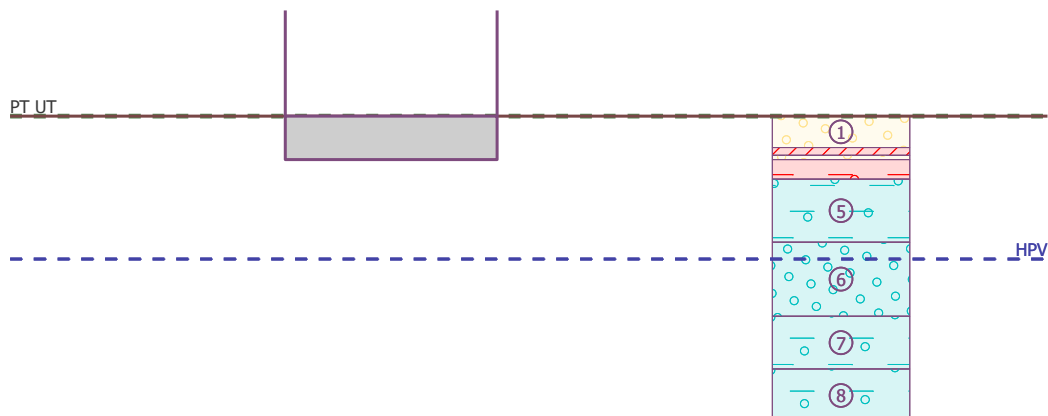
Šírka sloupu ve směru x = 4,00 m

#### Geologický profil a přiřazení zemin

Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
1	0,59	KL	
2	0,15	ŽB doska	
3	0,08	KL	
4	0,37	zlepšená zemná pláň	
5	1,19	fluviálne sedimenty F2/CG tuhé	
6	1,40	fluviálne sedimenty G3/G-F stredne uľahnuté	
7	1,00	zvetrané podložie R6 charakteru F2/CG pevné	



Číslo	Vrstva [m]	Přiřazená zemina	Vzorek
8	-	zvetrané podložie R6 charakteru F2/CG pevné	



### Hladina podzemní vody

Hladina podzemní vody je v hĺbke 2,70 m od pôvodného terénu.

Výpočtová únosnosť zákl. pôdy  $R_d = 415,16 \text{ kPa}$

## 5.4 Výstup z programu SCIA Engineer

### Materiály

Betón STN 736206

Typ	Merná hmotnosť [kg/m³]	E modul [MPa]	Poisson - nu	G modul [MPa]	Tlak za ohybu, mimostredný tlak [MPa]
Názov					Hlavný ťah [MPa]
Betón	2500,0	3,1000e+04	0.15	1,3478e+04	14,50
C25/30 [6206]					0,70

### Podložie

Názov	C1x [MN/m³]	C1z	C1y [MN/m³]	Tuhosť [MN/m³]	C2x [MN/m]	C2y [MN/m]
Sub1	5,0000e+01	Pružný	5,0000e+01	5,0000e+01	3,0000e+01	3,0000e+01

### Geologické profily

Názov	Hladina vody [m]	Názov hladiny	Hrúbka [m]	Edef [MN/m²]	Poisson	Tiaž (suchá) [kN/m³]	Tiaž (mokrú) [kN/m³]	m
		<b>Nestlačiteľné podložie</b>						
GP1	2,700	KL	0,590	5,0000e+01	0.2	21,0	22,0	0.3
		KL	0,150	5,0000e+01	0.2	21,0	22,0	0.3
		výrovnávací vrstva	0,100	5,0000e+01	0.2	21,0	22,0	0.3
		zlepšené podložie	0,200	3,0000e+01	0.3	20,5	21,0	0.3
		podložie	1,000	6,1900e+01	0.35	19,5	20,0	0.2
		podložie	5,000	6,1900e+01	0.35	19,5	20,0	0.2
			5,000	6,1900e+01	0.35	19,5	20,0	0.2
			5,000	6,1900e+01	0.35	19,5	20,0	0.2





## Zat'azovacie stavy

Názov	Popis	Typ pôsobenia	Zat'azovacia skupina	Smer	Dĺžka trvania	Vzorový zat'azovací stav
	Spec	Typ zat'azenia				
LC1	Vlastná tiaž	Stále	LG1	-Z		
		Vlastná tiaž				
SW/2	vlak SW/2	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické				
LM71	vlak LM71	Premenné	LG2		Krátkodobé	Žiadny
	Štandard	Statické				
štrkodrava KL	tiaž KL	Stále	LG1			
		Štandard				

## Zat'azovacie skupiny

Názov	Zat'azenie	Špecifikácia
LG1	Stále	
LG2	Premenné	Štandard

## Kombinácie

Názov	Popis	Typ	Zat'azovacie stavy	Súč. [-]
SW/2		Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			SW/2 - vlak SW/2	1,35
			štrkodrava KL - tiaž KL	1,35
LM 71		Lineárna - únosnosť	LC1 - Vlastná tiaž	1,35
			LM71 - vlak LM71	1,35
			štrkodrava KL - tiaž KL	1,35

## Skupiny výsledkov

Názov	Výpis
Všetky MSÚ	SW/2 - Lineárna - únosnosť
	LM 71 - Lineárna - únosnosť
GEO	SW/2 - Lineárna - únosnosť
	LM 71 - Lineárna - únosnosť

## 2D prvok - štandardná MKP

Názov	Typ prvku	Správanie elementu	Hladina	Typ	Materiál	Typ hrúbky	Hr. [mm]
S1	Štandardný	Štandardná MKP	Hladina1	doska (90)	C25/30 [6206]	konštančná	150

## Vol'né plošné zat'azenie

Názov	Zat'azovací stav	Smer	Typ	Distribúcia	q [kN/m²]	Platnosť	Výber	Systém	Poloha
FF1	SW/2 - vlak SW/2	Z	Sila	Rovnomerné	-60,50	Všetko	Auto	GSS	Dĺžka
FF2	LM71 - vlak LM71	Z	Sila	Rovnomerné	-32,27	Všetko	Auto	GSS	Dĺžka

## Plošné zat'azenie

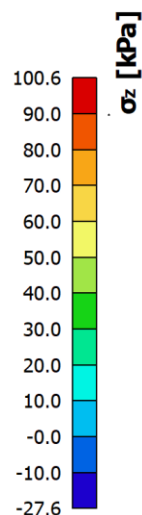
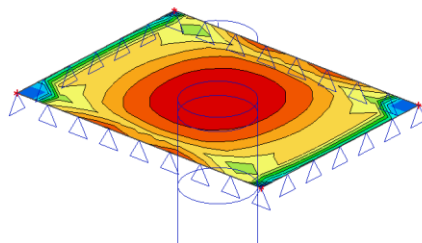
Názov	Smer	Typ	Hodnota [kN/m²]	Plošné prvky	Zat'azovací stav	Systém	Pol
SF1	Z	Sila	-11,55	S1	štrkodrava KL - tiaž KL	LSS	Dĺžka

## 2D kontaktné napätie; $\sigma_z$



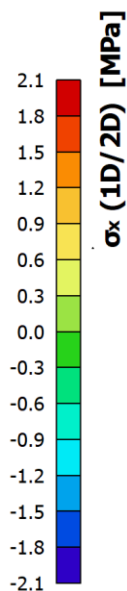
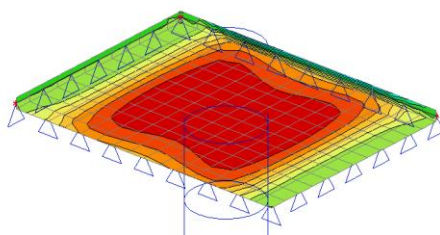


Hodnoty:  $\sigma_z$   
Lineárny výpočet  
Kombinácia: SW/2  
Extrém: Globálny  
Výber: Všetko  
Poloha: V uzloch, priem.. Systém: LSS  
prvku siete



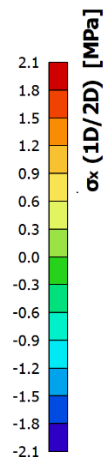
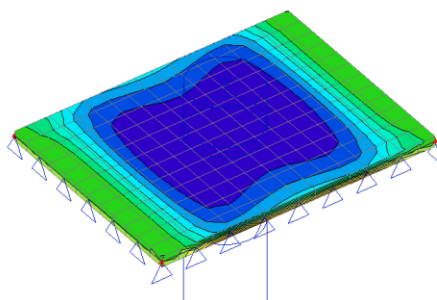
### 3D napätie; $\sigma_x$ (1D/2D)

Hodnoty:  $\sigma_x$  (1D/2D)  
Lineárny výpočet  
Kombinácia: SW/2  
Výber: Všetko  
Poloha: V uzloch, priem. na prvku.  
Systém: LSS prvku siete  
Základné veličiny



### 3D napätie; $\sigma_x$ (1D/2D)

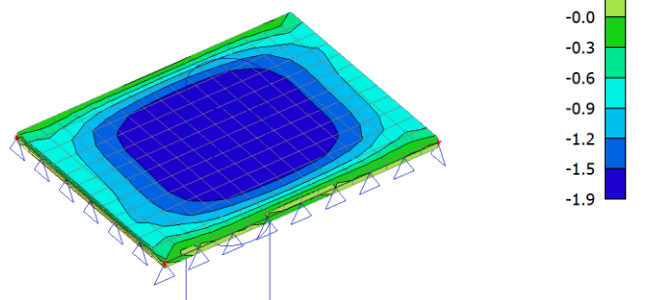
Hodnoty:  $\sigma_x$  (1D/2D)  
Lineárny výpočet  
Kombinácia: SW/2  
Výber: Všetko  
Poloha: V uzloch, priem. na prvku.  
Systém: LSS prvku siete  
Základné veličiny





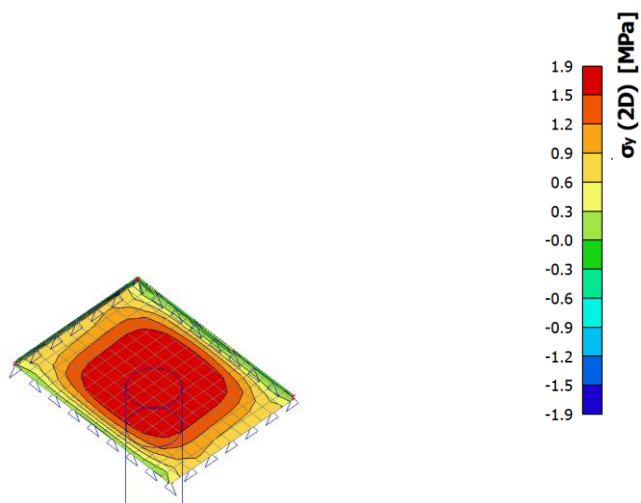
### 3D napätie; $\sigma_y$ (2D)

Hodnoty:  $\sigma_y$  (2D)  
Lineárny výpočet  
Kombinácia: SW/2  
Výber: Všetko  
Poloha: V uzloch, priem. na prvku.  
Systém: LSS prvku siete  
Základné veličiny



### 3D napätie; $\sigma_y$ (2D)

Hodnoty:  $\sigma_y$  (2D)  
Lineárny výpočet  
Kombinácia: SW/2  
Výber: Všetko  
Poloha: V uzloch, priem. na prvku.  
Systém: LSS prvku siete  
Základné veličiny





### 5.5 Vzorový priečny rez

