



Výpočet metodou konečných prvků

Topologie

Projekt

Datum : 22.10.2015

Celkové nastavení výpočtu

Typ úlohy : Rovinná
Typ výpočtu : Napjatost
Tunely : ne
Rozšířené zadávání : ano
Podrobné výsledky : ano
Betonové konstrukce : ČSN 73 1201 R

Rozhraní

Číslo	Umístění rozhraní	Souřadnice bodů rozhraní [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,00	0,00	0,00	0,00	20,00	0,00
2		-20,00	-3,00	0,00	-3,00	20,00	-3,00
3		-20,00	-3,50	0,00	-3,50	20,00	-3,50
4		-20,00	-5,50	0,00	-5,50	20,00	-5,50

Parametry zemin

Zemina čís. 1 - třída S4

Materiálový model : Mohr - Coulomb modifikovaný
Objemová tíha : γ = 18,00 kN/m³
Poissonovo číslo : ν = 0,30
Modul pružnosti : E = 10,00 MPa
Biotův parametr : α = 1,00
Úhel vnitřního tření : φ_{ef} = 29,00 °
Soudržnost zeminy : c_{ef} = 4,00 kPa
Úhel dilatance : ψ = 0,00 °
Obj.tíha sat.zeminy : γ_{sat} = 18,00 kN/m³



Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá

Materiálový model :	Mohr - Coulomb modifikovaný
Objemová tíha :	$\gamma = 21,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,40$
Modul pružnosti :	$E = 4,50 \text{ MPa}$
Biotův parametr :	$\alpha = 1,00$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 19,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 21,00 \text{ kN/m}^3$

Přřazení a plochy

Číslo	Umístění plochy	Souřadnice bodů plochy [m]				Přřazená zemina
		x	z	x	z	
1		0,00	-3,00	20,00	-3,00	Zemina čís. 1 - třída S4
		20,00	0,00	0,00	0,00	
		-20,00	0,00	-20,00	-3,00	
2		0,00	-3,50	20,00	-3,50	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
		20,00	-3,00	0,00	-3,00	
		-20,00	-3,00	-20,00	-3,50	
3		0,00	-5,50	20,00	-5,50	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
		20,00	-3,50	0,00	-3,50	
		-20,00	-3,50	-20,00	-5,50	
4		0,00	-5,50	-20,00	-5,50	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
		-20,00	-15,50	20,00	-15,50	
		20,00	-5,50			

Typy kontaktů

Kontakt pažení zemina

Materiálový model :	Mohr-Coulomb
Smyková tuhost :	$K_s = 10000,00 \text{ kN/m}^3$
Normálová tuhost :	$K_n = 10000,00 \text{ kN/m}^3$
Redukce c :	$\delta c = 0,30$
Redukce μ :	$\delta \mu = 0,30$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Pevnost v tahu :	$R_t = 0,000 \text{ kPa}$

Volné body

Číslo	Umístění		Číslo	Umístění		Číslo	Umístění		Číslo	Umístění	
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]		x [m]	z [m]		x [m]	z [m]
1	0,00	-10,00									



Volné linie

Číslo	Typ linie	Způsob zadání	Topologie linie
1	úsečka		Počátek (0,00; -10,00) [m] , konec (0,00; 0,00) [m]

Zahuštění linií

Číslo	Umístění	Dosah r [m]	Délka l [m]
1	Volná linie č. 1	5,00	0,50

Generování sítě

Parametry generování sítě

Délka hrany prvků : 2,00 [m]

Vyhlazovat síť : ano

Generovat víceuzlové prvky : ano

Výsledek generování sítě

Síť konečných prvků byla úspěšně vygenerována.

Počet uzlů 1547

Počet prvků 1022 (plošných 426, nosníkových 149, přechodových 447)

Vstupní data (Fáze budování 1)

Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Aktivní	Zemina čís. 1 - třída S4
2		Aktivní	Zemina čís. 1 - třída S4
3		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
4		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá



Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
5		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
6		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
7		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá

Liniové podpory

Číslo	Umístění	Podpěření	
		Ve směru X	Ve směru Z
A1	Linie sítě č. 15	pevné	volné
A2	Linie sítě č. 13	pevné	volné
A3	Linie sítě č. 9	pevné	volné
A4	Linie sítě č. 5	pevné	volné
A5	Linie sítě č. 17	pevné	volné
A6	Linie sítě č. 12	pevné	volné
A7	Linie sítě č. 8	pevné	volné
A8	Linie sítě č. 2	pevné	volné
A9	Linie sítě č. 16	pevné	pevné

A1 až A9 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,00	-3,00	0,00	-3,00	20,00	-3,00

Nastavení výpočtu

Obecné

Metoda : Newton - Raphson
 Změna matice tuhosti : po každé iteraci
 Maximální počet iterací pro jeden výp. krok : 100
 Počáteční výpočtový krok : 0,25
 Tolerance chyby posunutí : 0,0100
 Tolerance chyby nevyrovnaných sil : 0,0100



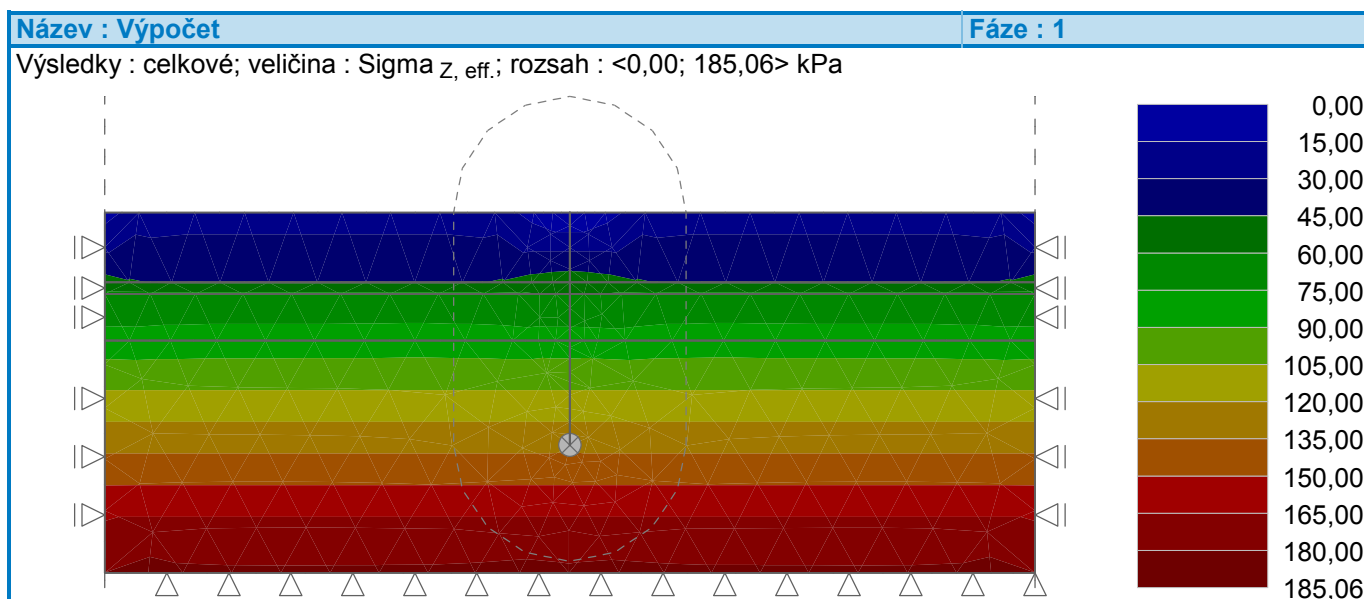
Tolerance chyby energie : 0,0100
Respektovat materiálová rozhraní : ne
Newton - Raphson
Relaxační faktor výpočtového kroku : 2
Maximální počet relaxací výpočtového kroku : 2
Minimální počet iterací pro jeden výp. krok : 1
Line search
Způsob řešení : neiterovat
Line search limit - minimum : 0,100
Line search limit - maximum : 1,000
Plasticita
Tolerance chyby návratu na plochu plasticity : 0,00100
Maximální počet iterací pro jeden plastický krok : 20

Výsledky (Fáze budování 1)

Výpočet napjatosti skončil úspěšně.

Nastavení výpočtu : **uživatelské**

Dosažené zatížení = 100,00 %



Extrémy

Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma σ_z , tot. [kPa]	0,00	0,00	0,00	-18,13	-15,50	310,06
Sigma σ_z , eff. [kPa]	0,00	0,00	0,00	-18,13	-15,50	185,06
Sigma σ_x , tot. [kPa]	0,00	0,00	1,45	-18,13	-15,50	248,37
Sigma σ_x , eff. [kPa]	0,00	0,00	1,45	-18,13	-15,50	123,37
Tau τ_{xz} [kPa]	-4,08	-15,50	0,00	-3,50	-9,23	0,00
Sigma $\sigma_{str.}$, tot. [kPa]	0,00	0,00	2,09	-18,13	-15,50	268,94
Sigma $\sigma_{str.}$, eff. [kPa]	0,00	0,00	2,09	-18,13	-15,50	143,94
Sigma σ_{eq} [kPa]	0,00	0,00	1,11	-18,13	-15,50	35,62
Sigma σ_1 , tot. [kPa]	0,00	0,00	1,45	-18,13	-15,50	248,37
Sigma σ_1 , eff. [kPa]	0,00	0,00	1,45	-18,13	-15,50	123,37
Sigma σ_2 , tot. [kPa]	0,00	0,00	3,38	-18,13	-15,50	310,06
Sigma σ_2 , eff. [kPa]	0,00	0,00	3,38	-18,13	-15,50	185,06



	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma _{3, tot.} [kPa]	0,00	0,00	1,45	-18,13	-15,50	248,37
Sigma _{3, eff.} [kPa]	0,00	0,00	1,45	-18,13	-15,50	123,37

Přetvoření (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon _{eq.} [%]	0,00	0,00	0,03	-18,13	-15,50	2,22
Epsilon _{eq., pl.} [%]	0,00	-0,56	0,00	0,00	-0,56	0,00
Epsilon _χ [%]	-5,96	-11,69	0,00	-2,08	-12,64	0,00
Epsilon _z [%]	0,00	0,00	0,03	-18,13	-15,50	1,92
Gama _{χz} [%]	-4,08	-15,50	0,00	-3,50	-9,23	0,00
Epsilon _{χ, pl.} [%]	0,00	-0,56	0,00	0,00	-0,56	0,00
Epsilon _{z, pl.} [%]	0,00	-0,56	0,00	0,00	-0,56	0,00
Gama _{χz, pl.} [%]	0,00	-0,56	0,00	0,00	-0,56	0,00
Epsilon _{vol.} [%]	0,00	0,00	0,03	-18,13	-15,50	1,92
Epsilon _{vol., pl.} [%]	0,00	-0,56	0,00	0,00	-0,56	0,00
Epsilon ₁ [%]	-5,96	-11,69	0,00	-2,08	-12,64	0,00
Epsilon ₂ [%]	0,00	0,00	0,03	-18,13	-15,50	1,92
Epsilon ₃ [%]	0,00	-0,56	0,00	0,00	-0,56	0,00

Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	-0,04	-15,50	125,00

Vstupní data (Fáze budování 2)

Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Neaktivní	
2		Aktivní	Zemina čís. 1 - třída S4
3		Neaktivní	



Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
4		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
5		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
6		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá
7		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá

Nosníky

Číslo	Nosník		Umístění	Uložení [m]		Uvažovat vlastní tíhu	Průřez	Materiál	Kontakty	
	nový	změněný		Začátek	Konec				vlevo	vpravo
1	Ano		Volná linie č. 1	0,50		Ano	1,00 (b) x 0,50 (h) m	B 20	Kontakt pažení zemina	Kontakt pažení zemina

Číslo	Průřez		Materiál	
	I_y [m ⁴ /m]	A [m ² /m]	E [MPa]	G [MPa]
1	1,04E-02	5,00E-01	27000,00	11340,00

Liniové podpory

Číslo	Liniová podpora		Umístění	Podepření	
	nová	změněná		Ve směru X	Ve směru Z
A1	Ano		Linie sítě č. 15	pevné	volné
A2	Ano		Linie sítě č. 13	pevné	volné
A3	Ano		Linie sítě č. 17	pevné	volné
A4	Ano		Linie sítě č. 12	pevné	volné
A5	Ano		Linie sítě č. 8	pevné	volné
A6	Ano		Linie sítě č. 2	pevné	volné
A7	Ano		Linie sítě č. 16	pevné	pevné

A1 až A7 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.

Voda

Typ vody : HPV



Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,00	-3,90	0,00	-3,90	0,00	-3,00
		20,00	-3,00				

Nastavení výpočtu

Obecné

Metoda :	Newton - Raphson
Změna matice tuhosti :	po každé iteraci
Maximální počet iterací pro jeden výp. krok :	100
Počáteční výpočtový krok :	0,25
Tolerance chyby posunutí :	0,0100
Tolerance chyby nevyrovnaných sil :	0,0100
Tolerance chyby energie :	0,0100
Respektovat materiálová rozhraní :	ne

Newton - Raphson

Relaxační faktor výpočtového kroku :	2
Maximální počet relaxací výpočtového kroku :	2
Minimální počet iterací pro jeden výp. krok :	1

Line search

Způsob řešení :	neiterovat
Line search limit - minimum :	0,100
Line search limit - maximum :	1,000

Plasticita

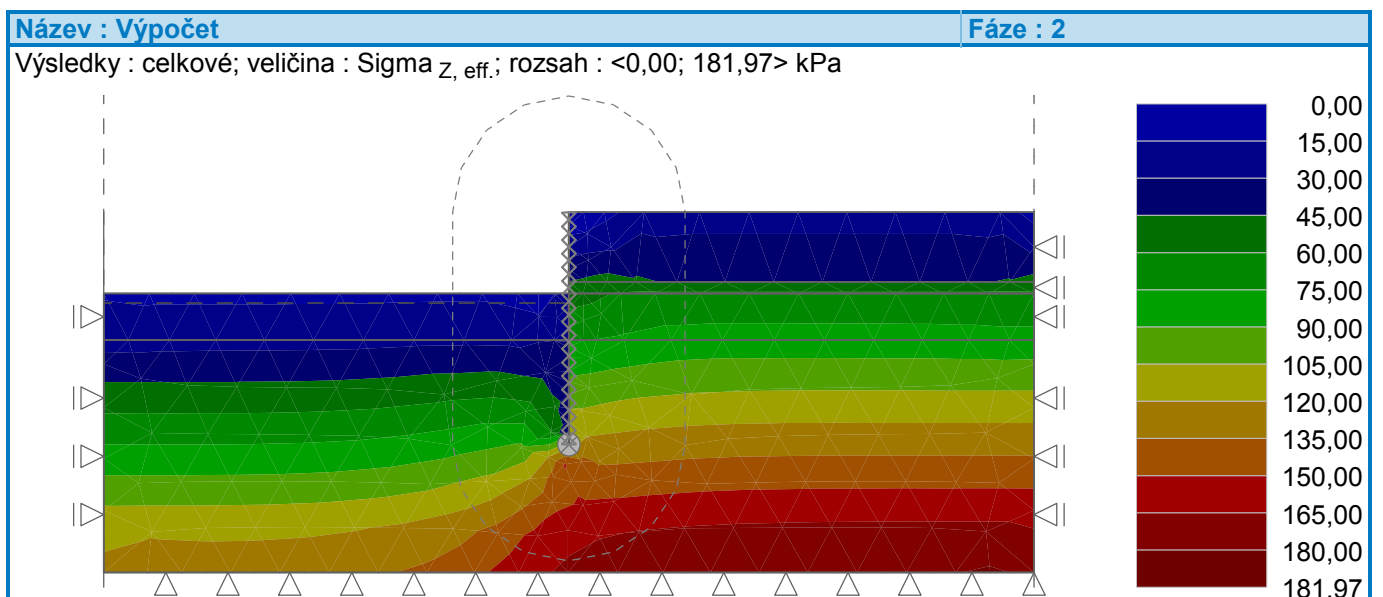
Tolerance chyby návratu na plochu plasticity :	0,00100
Maximální počet iterací pro jeden plastický krok :	20

Výsledky (Fáze budování 2)

Výpočet napjatosti skončil úspěšně.

Nastavení výpočtu : **uživatelské**

Dosažené zatížení = 100,00 %



Extrémy



Deformace (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Deformace x [m]	20,00	0,00	0,0	0,00	0,00	69,0
Deformace z [m]	-9,86	-3,50	-84,6	1,52	0,00	29,9

Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma z, tot. [kPa]	0,00	0,00	0,00	18,12	-15,50	306,97
Sigma z, eff. [kPa]	0,00	0,00	0,00	18,12	-15,50	181,97
Sigma x, tot. [kPa]	20,00	0,00	-2,27	18,12	-15,50	245,32
Sigma x, eff. [kPa]	20,00	0,00	-2,27	18,12	-15,50	120,32
Tau xz [kPa]	0,00	-9,53	-2,81	-0,89	-10,55	23,87
Sigma str., tot. [kPa]	0,00	0,00	2,11	18,12	-15,50	266,07
Sigma str., eff. [kPa]	0,00	0,00	2,11	18,12	-15,50	141,07
Sigma eq. [kPa]	0,00	0,00	1,84	-0,19	-10,85	41,07
Sigma 1, tot. [kPa]	20,00	0,00	-2,27	18,12	-15,50	245,30
Sigma 1, eff. [kPa]	20,00	0,00	-2,27	18,12	-15,50	120,30
Sigma 2, tot. [kPa]	0,00	0,00	4,18	18,12	-15,50	306,99
Sigma 2, eff. [kPa]	0,00	0,00	4,18	18,12	-15,50	181,99
Sigma 3, tot. [kPa]	0,00	0,00	1,50	18,12	-15,50	245,92
Sigma 3, eff. [kPa]	0,00	0,00	1,50	18,12	-15,50	120,92

Přetvoření (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon eq. [%]	0,00	0,00	0,06	-0,19	-10,85	2,56
Epsilon eq., pl. [%]	20,00	-3,50	0,00	0,00	-2,44	1,76
Epsilon x [%]	0,00	-2,44	-0,93	0,00	-9,53	0,91
Epsilon z [%]	0,00	-9,53	-0,37	18,12	-15,50	1,90
Gama xz [%]	0,00	-9,53	-0,17	-0,89	-10,55	1,53
Epsilon x, pl. [%]	0,00	-2,44	-0,82	0,00	-9,53	0,14
Epsilon z, pl. [%]	0,00	-9,53	-0,11	0,00	-2,44	0,90
Gama xz, pl. [%]	1,52	0,00	-0,07	0,00	-9,53	0,36
Epsilon vol. [%]	0,00	0,00	0,03	18,12	-15,50	1,88
Epsilon vol., pl. [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Epsilon 1 [%]	0,00	-2,44	-0,94	-10,00	-7,56	0,24
Epsilon 2 [%]	0,00	0,00	0,04	2,11	-15,50	1,97
Epsilon 3 [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	2,11	-15,50	125,00

Průběhy na nosnicích (extrémy)


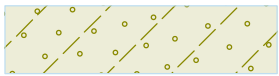


	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
N [kN/m]	0,00	-10,00	-110,1	0,00	0,00	0,0
M [kNm/m]	0,00	-8,44	-14,5	0,00	-4,11	12,5



	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Q [kN/m]	0,00	-10,00	-20,8	0,00	-5,50	10,2

Vstupní data (Fáze budování 3)

Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Neaktivní	
2		Aktivní	Zemina čís. 1 - třída S4 
3		Neaktivní	
4		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá 
5		Neaktivní	
6		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá 
7		Aktivní	Zemina čís. 2 - třída F6, konzistence tuhá 



Nosníky

Číslo	Nosník		Umístění	Uložení [m]		Uvažovat vlastní tíhu	Průřez	Materiál	Kontakty	
	nový	změněný		Začátek	Konec				vlevo	vpravo
1	Ne	Ne	Volná linie č. 1	0,50		Ano	beze změny	beze změny	Kontakt pažení zemina	Kontakt pažení zemina
Číslo	Průřez		Materiál							
	I_y [m ⁴ /m]	A [m ² /m]	E [MPa]	G [MPa]						
1	1,04E-02	5,00E-01	27000,00	11340,00						

Liniové podpory

Číslo	Liniová podpora		Umístění	Podepření	
	nová	změněná		Ve směru X	Ve směru Z
A1	Ano		Linie sítě č. 15	pevné	volné
A2	Ano		Linie sítě č. 17	pevné	volné
A3	Ano		Linie sítě č. 12	pevné	volné
A4	Ano		Linie sítě č. 8	pevné	volné
A5	Ano		Linie sítě č. 2	pevné	volné
A6	Ano		Linie sítě č. 16	pevné	pevné

A1 až A6 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.

Kotvy

Číslo	Kotva		Počátek		Délka a sklon / souřadnice		Vzd. kotev b [m]	Průměr / plocha d [mm] / A [mm ²]	Modul pružnosti E [MPa]	Síla na m.přetrž. F _c [kN]	Působí v tlaku	Síla F [kN]
	nová	dopnutá	x [m]	z [m]	l [m] / x [m]	α [°] / z [m]						
1	Ano		0,00	-2,90	l = 12,00	$\alpha = 15,00$	1,00	d = 10,0	10000,00	1E80	Ne	185,00

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-20,00	-5,90	0,00	-5,90	0,00	-3,00
		20,00	-3,00				

Nastavení výpočtu

Obecné

Metoda : Newton - Raphson
 Změna matice tuhosti : po každé iteraci
 Maximální počet iterací pro jeden výp. krok : 100
 Počáteční výpočtový krok : 0,25
 Tolerance chyby posunutí : 0,0100
 Tolerance chyby nevyrovnaných sil : 0,0100
 Tolerance chyby energie : 0,0100
 Respektovat materiálová rozhraní : ne

Newton - Raphson

Relaxační faktor výpočtového kroku : 2
 Maximální počet relaxací výpočtového kroku : 2
 Minimální počet iterací pro jeden výp. krok : 1

Line search

Způsob řešení : neiterovat



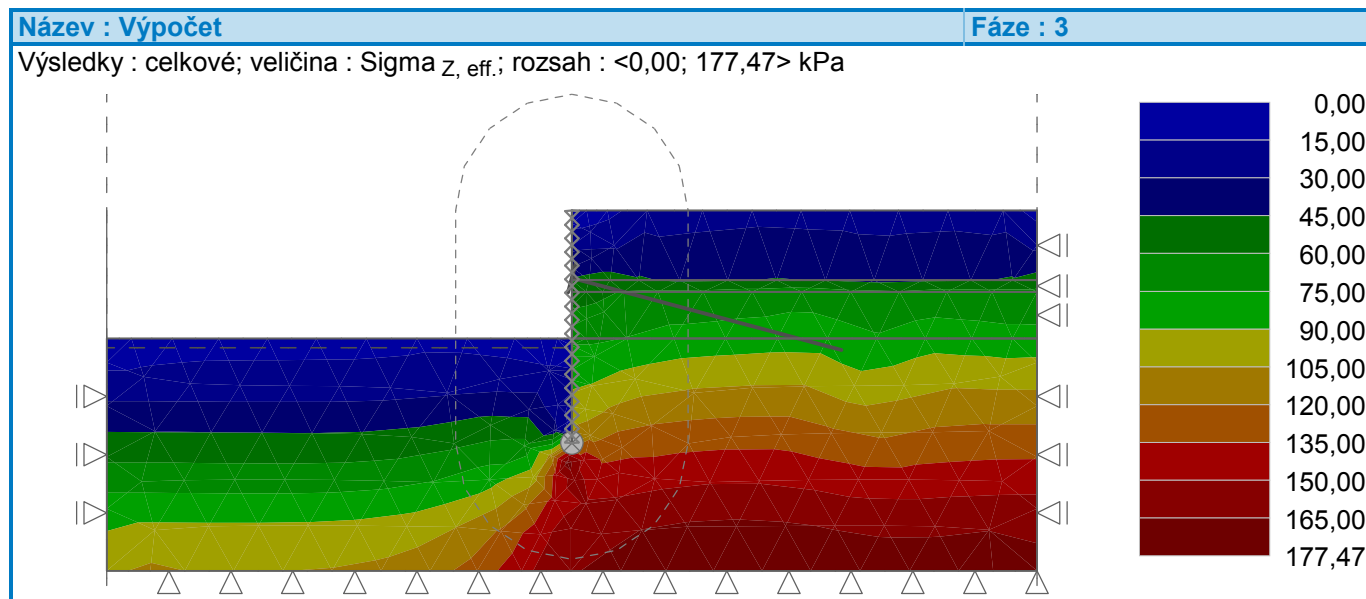
Line search limit - minimum : 0,100
Line search limit - maximum : 1,000
Plasticita
Tolerance chyby návratu na plochu plasticity : 0,00100
Maximální počet iterací pro jeden plastický krok : 20

Výsledky (Fáze budování 3)

Výpočet napjatosti skončil úspěšně.

Nastavení výpočtu : **uživatelské**

Dosažené zatížení = 100,00 %



Extrémy

Deformace (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Deformace x [m]	20,00	0,00	0,0	0,00	-9,00	92,6
Deformace z [m]	-6,66	-5,50	-105,6	16,17	0,00	40,7

Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma _{z, tot.} [kPa]	-20,00	-5,50	0,00	8,17	-15,50	302,47
Sigma _{z, eff.} [kPa]	0,00	-9,53	0,00	8,17	-15,50	177,47
Sigma _{x, tot.} [kPa]	20,00	0,00	-2,21	18,12	-15,50	240,73
Sigma _{x, eff.} [kPa]	20,00	0,00	-2,21	18,12	-15,50	115,73
Tau _{xz} [kPa]	0,00	-9,53	-7,98	-0,68	-11,38	39,29
Sigma _{stř., tot.} [kPa]	20,00	0,00	3,29	18,12	-15,50	261,38
Sigma _{stř., eff.} [kPa]	20,00	0,00	3,29	18,12	-15,50	136,38
Sigma _{eq.} [kPa]	0,80	-0,94	4,42	-0,19	-10,85	54,64
Sigma _{1, tot.} [kPa]	20,00	0,00	-2,21	18,12	-15,50	240,67
Sigma _{1, eff.} [kPa]	20,00	0,00	-2,21	18,12	-15,50	115,67
Sigma _{2, tot.} [kPa]	20,00	0,00	9,02	4,04	-15,50	306,87
Sigma _{2, eff.} [kPa]	20,00	0,00	9,02	-0,19	-10,85	184,15
Sigma _{3, tot.} [kPa]	20,00	0,00	3,06	18,12	-15,50	241,90



	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma _{3, eff.} [kPa]	20,00	0,00	3,06	18,12	-15,50	116,90

Přetvoření (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon _{eq.} [%]	0,63	0,00	0,18	0,00	-9,53	6,47
Epsilon _{eq., pl.} [%]	7,75	-3,50	0,00	0,00	-9,53	5,51
Epsilon _x [%]	0,00	-2,44	-0,87	0,00	-9,53	2,97
Epsilon _z [%]	0,00	-9,53	-2,77	-0,19	-10,85	2,24
Gama _{xz} [%]	0,00	-9,53	-0,57	-0,89	-10,55	3,38
Epsilon _{x, pl.} [%]	0,00	-2,44	-0,82	0,00	-9,53	2,46
Epsilon _{z, pl.} [%]	0,00	-9,53	-2,39	0,00	-2,44	0,90
Gama _{xz, pl.} [%]	0,00	-9,53	-0,08	0,00	-9,53	2,62
Epsilon _{vol.} [%]	20,00	0,00	0,04	18,12	-15,50	1,82
Epsilon _{vol., pl.} [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Epsilon ₁ [%]	0,00	-9,53	-3,14	-17,93	-9,49	0,26
Epsilon ₂ [%]	0,63	0,00	0,16	0,00	-9,53	3,33
Epsilon ₃ [%]	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	2,11	-15,50	125,00

Průběhy na nosnících (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
N [kN/m]	0,00	-10,00	-161,1	0,00	0,00	0,6
M [kNm/m]	0,00	-6,27	-89,0	0,00	-3,00	76,6
Q [kN/m]	0,00	-10,00	-82,1	0,00	-3,50	90,3