

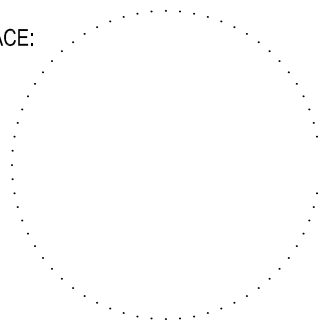


OBJEDNATEL		POVODÍ MORAVY, s. p. Dřevařská 11, 601 75, Brno ZÁVOD HORNÍ MORAVA U Dětského domova 263, 772 11, Olomouc
------------	---	--


ZHOTOVITEL	SDRUŽENÍ DPB + VALBEK		
	DOPRAVOPROJEKT BRNO a.s. Kounicova 271/13, 602 00 BRNO	VALBEK, spol. s r.o. Děčínská 717/21, 400 03 Ústí n. L.	

AUTORIZACE:



D.1.4

DSP 2016

ŘEDITEL ATELIÉRU	ING. VLADIMÍR NAVRÁTIL	 Děčínská 717/21, 400 03 Ústí n. L.	
HLAVNÍ INŽENÝR PROJEKTU	ING. PETR HUSÁK		
ZODPOVĚDNÝ PROJEKTANT	ING. RADEK NAVRÁTIL		
VYPRACOVAL	ING. RADEK NAVRÁTIL		
KONTROLOVAL	ING. JAROMÍR DRAŠAR		
NÁZEV AKCE BEČVA, HRANICE - PPO MĚSTA BEČVA, JEZ HRANICE - ZKAPACITNĚNÍ JEZU A RYBÍ PŘECHOD		DATUM	07/2016
		FORMÁT	-
		MĚŘÍTKO	-
		Č. ZAKÁZKY	14-041-A1-DSP
		ÚČEL	DSP
NÁZEV ČÁSTI STATICKÝ VÝPOČET - JEZOVÉ TĚLESO		Č. SOUPRAVY	Č. PŘÍLOHY D.1.4.9

**Valbek, spol. s r.o.,
středisko Ústí nad Labem
Děčínská 717/21
400 03 Ústí nad Labem**

**Bečva, jez Hranice - zkapacitnění jezu
a rybí přechod
Dokumentace pro stavební povolení**



OBSAH

1. Výpočetní model a fáze výstavby.....	3
2. Popis zatížení a materiálů	11
3. Návrh mikropilot	13
4. Deformace a konsolidace.....	19
5. Napětí v základové spáře	22
6. Vnitřní síly v mikropilotách	23
7. Závěr.....	26

1. Výpočetní model a fáze výstavby

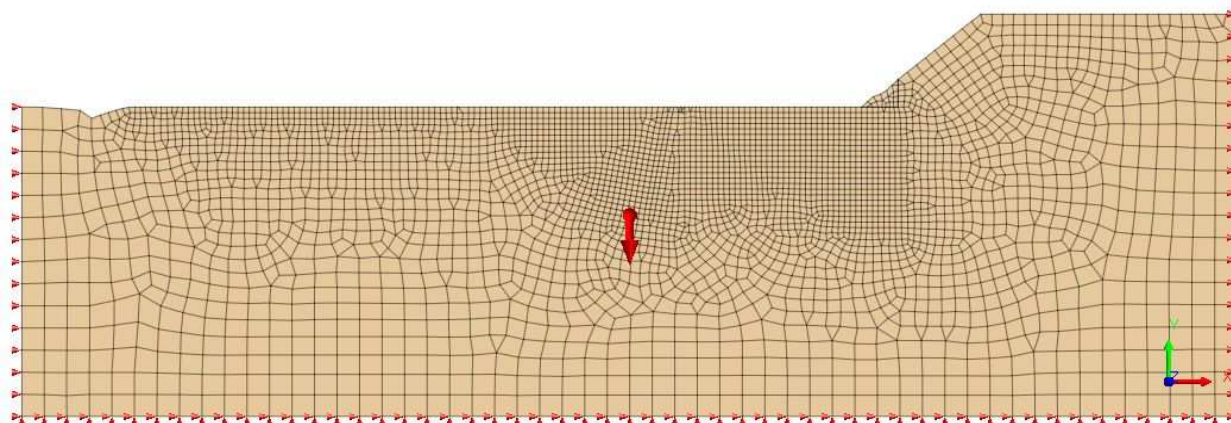
1.1. Výpočetní model

Konstrukce je řešena metodou konečných prvků za předpokladu materiálové nelinearity. Geometrická nelinearita není vzhledem k masivní konstrukci uvažována (teorie I. řádu). Výpočetní model zohledňuje fáze výstavby a jeho výsledkem jsou deformace, napětí a vnitřní síly. Dále byla posouzena, s ohledem na změnu zatížení, i konsolidace podloží.

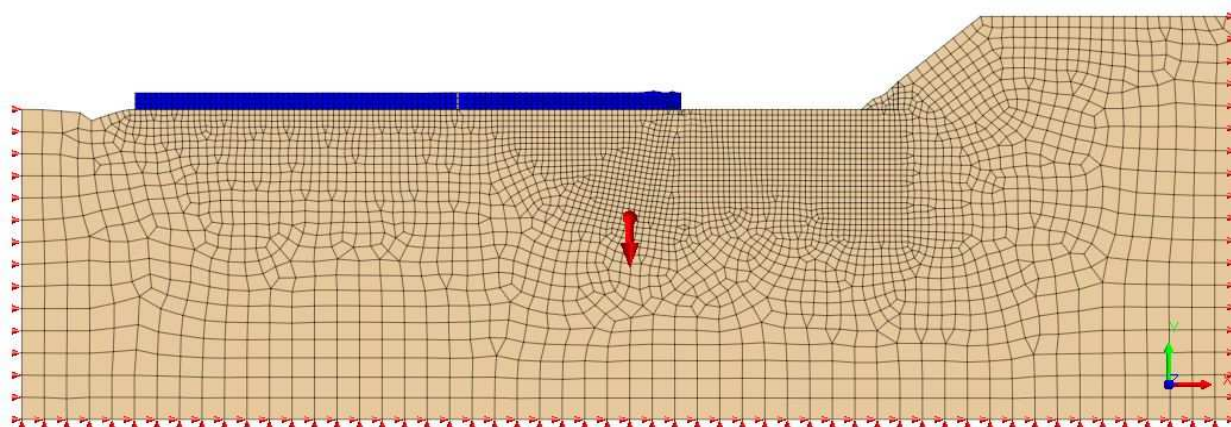
1.2. Fáze výstavby

1.2.1. Zhotovení stávajícího jezu (zjednodušený postup - odhad)

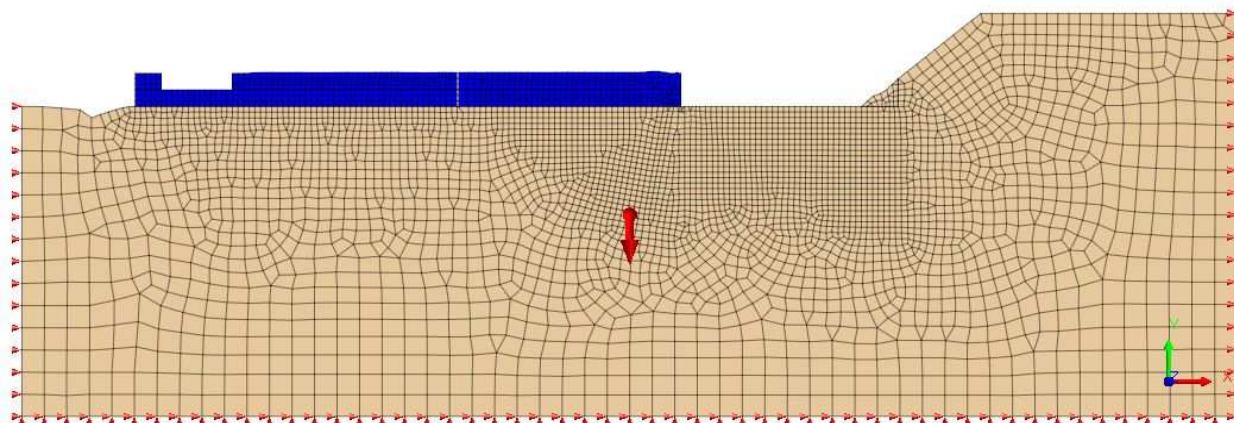
Stavební jáma



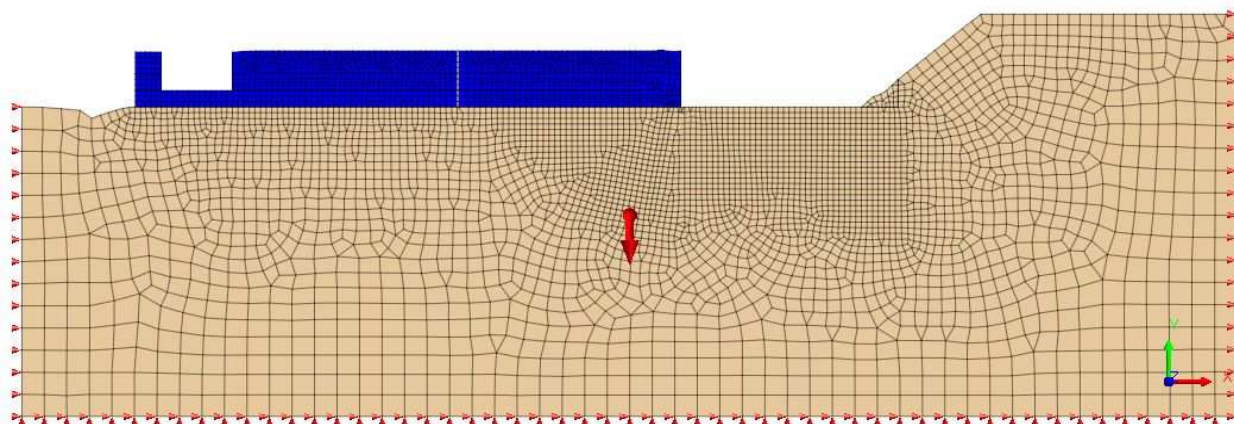
Betonáž jezu



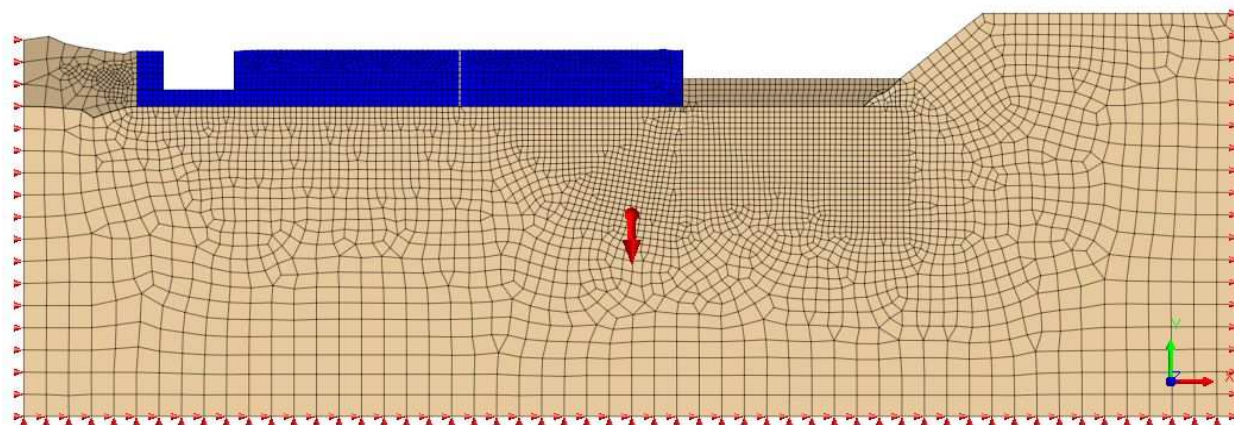
Betonáž jezu



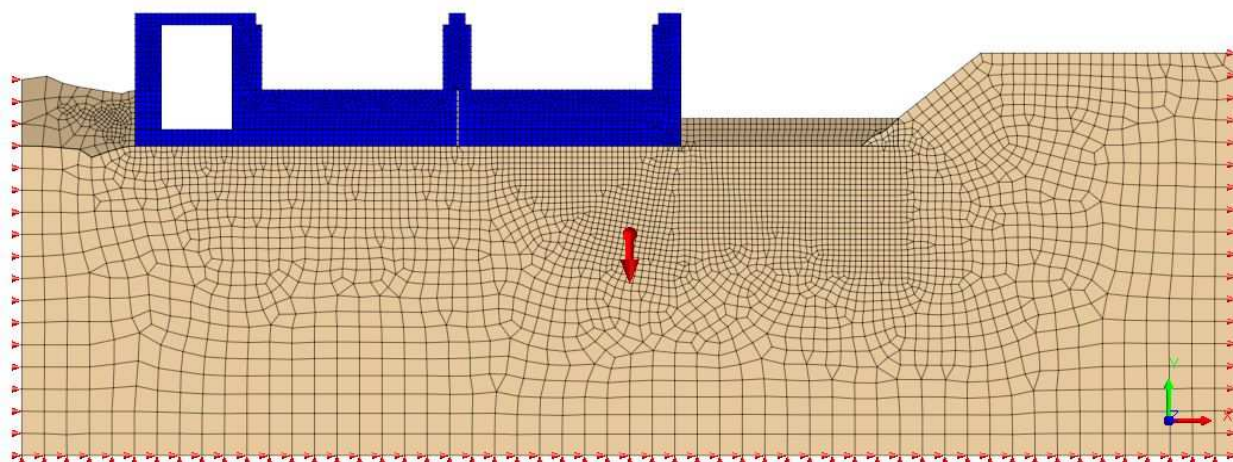
Betonáž jezu



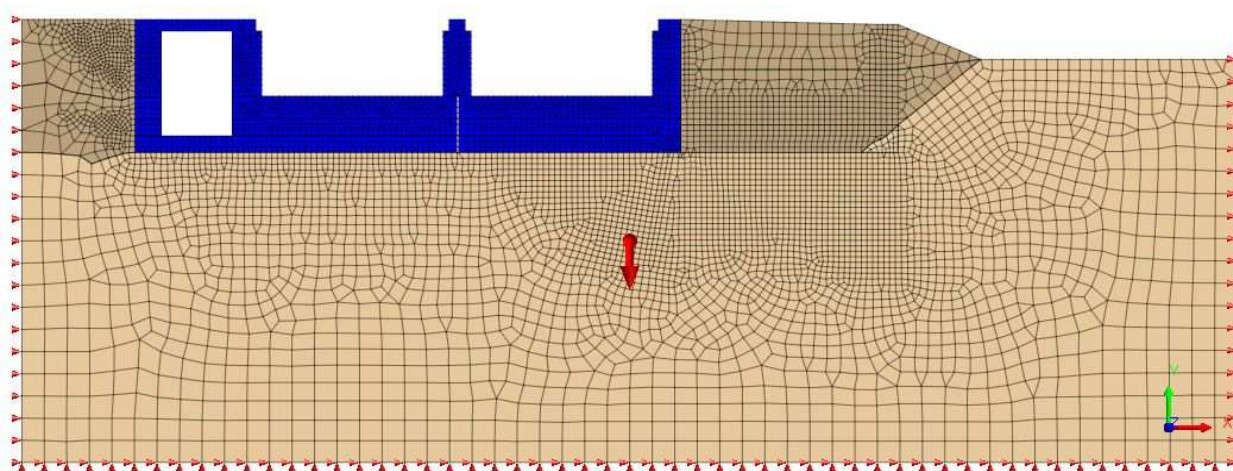
Zásypy



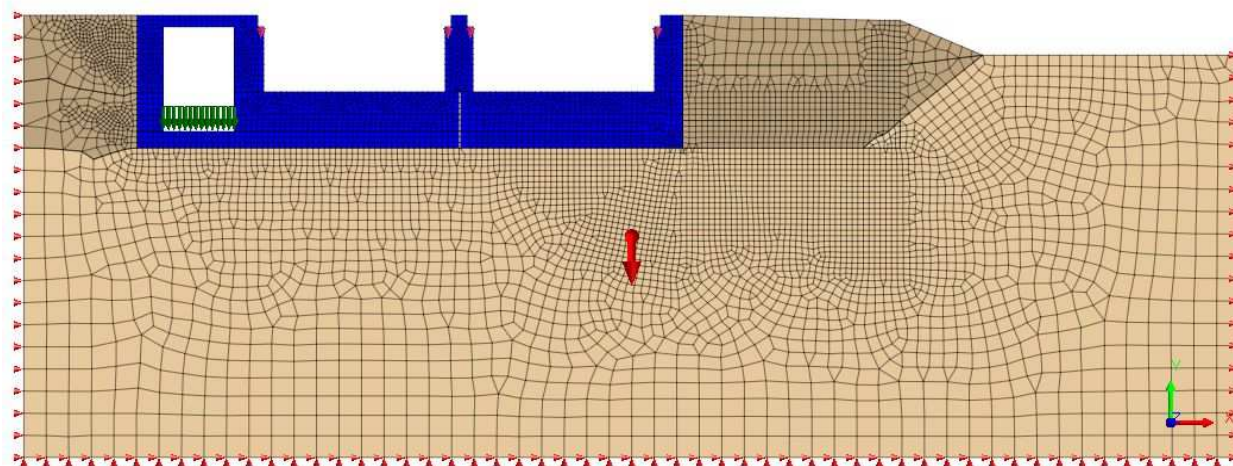
Betonáž jezu



Zásypy

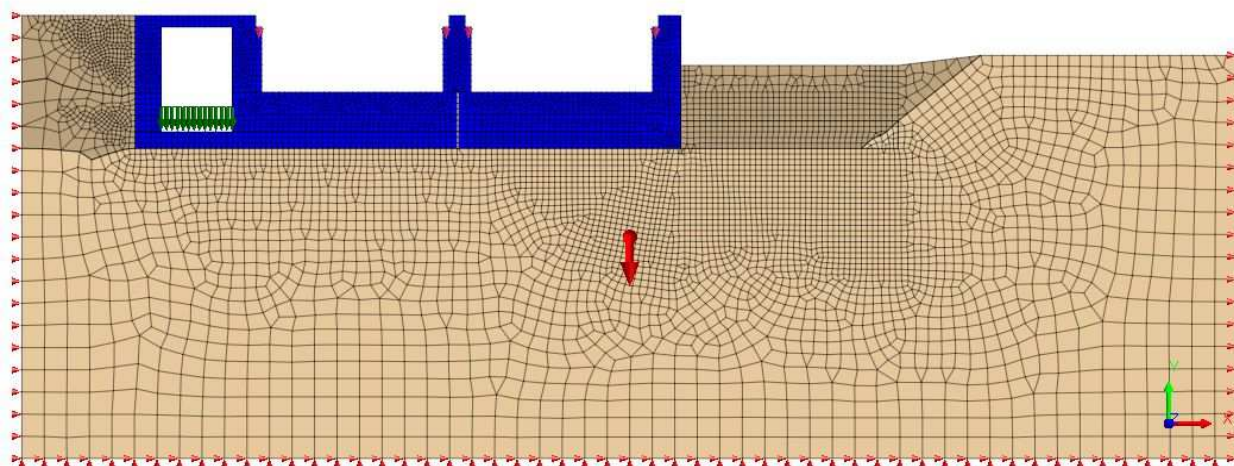


Mostní konstrukce, vodní elektrárna

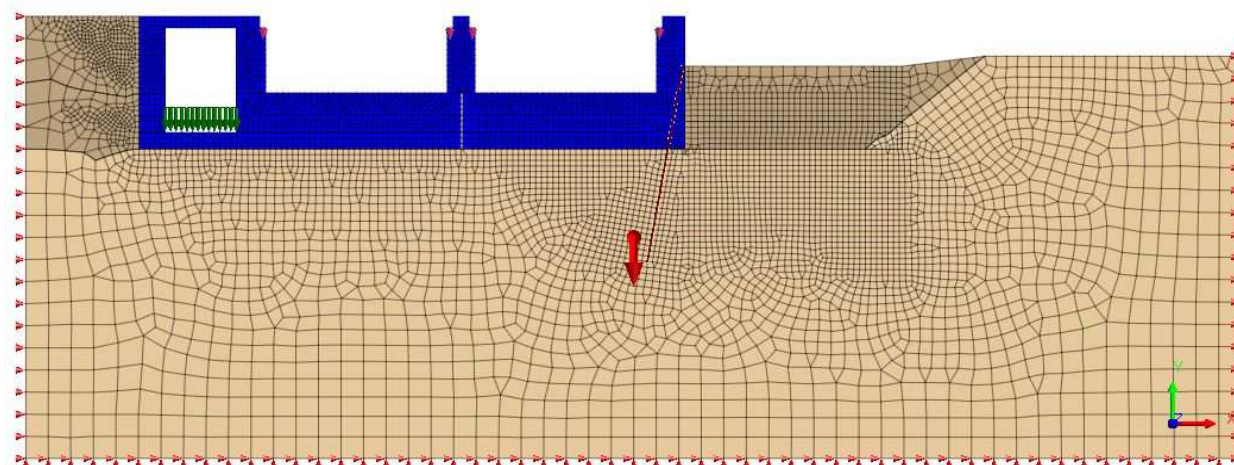


1.2.2. Rozšíření jezu (zjednodušený postup - odhad)

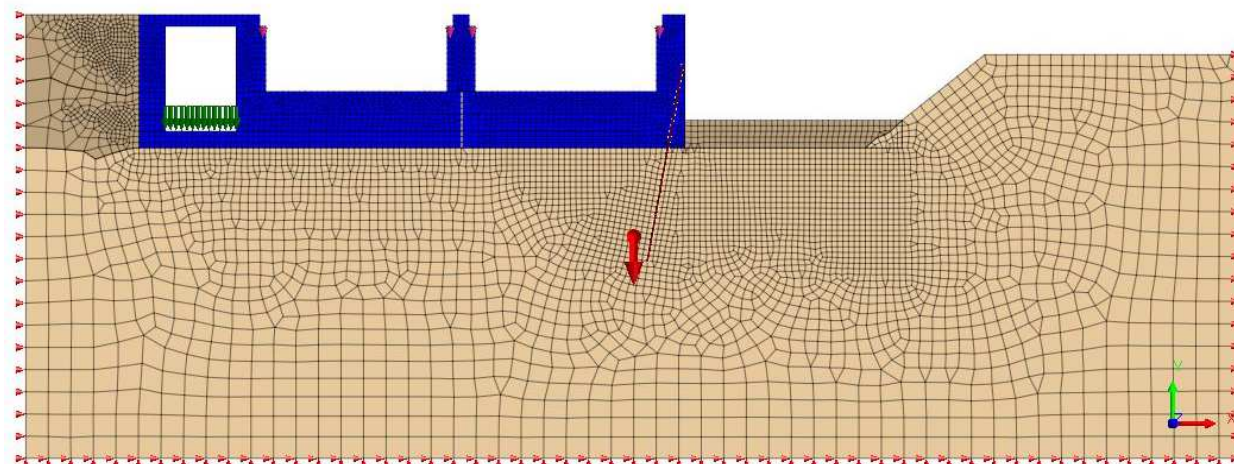
Výkop



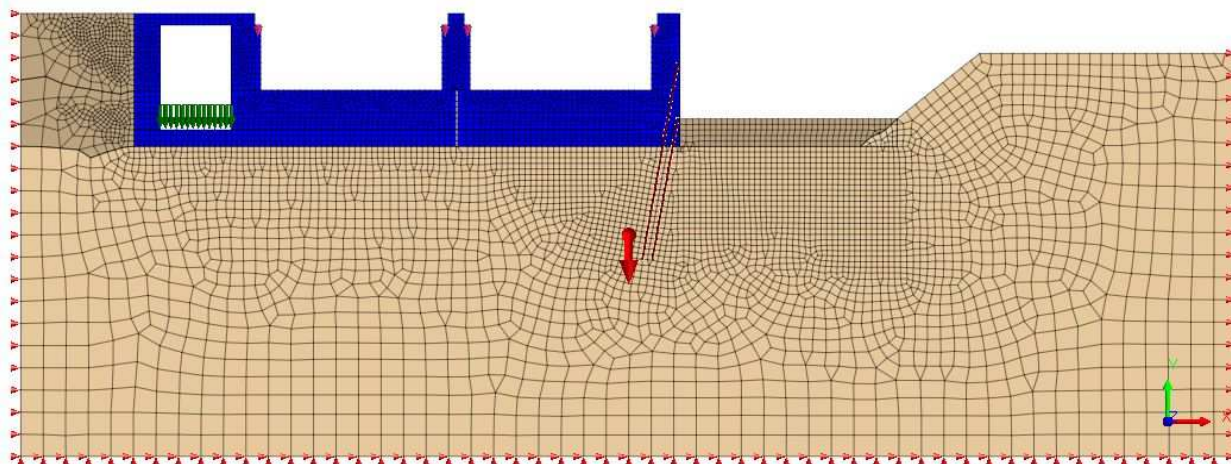
Podchycení horní řadou mikropilot



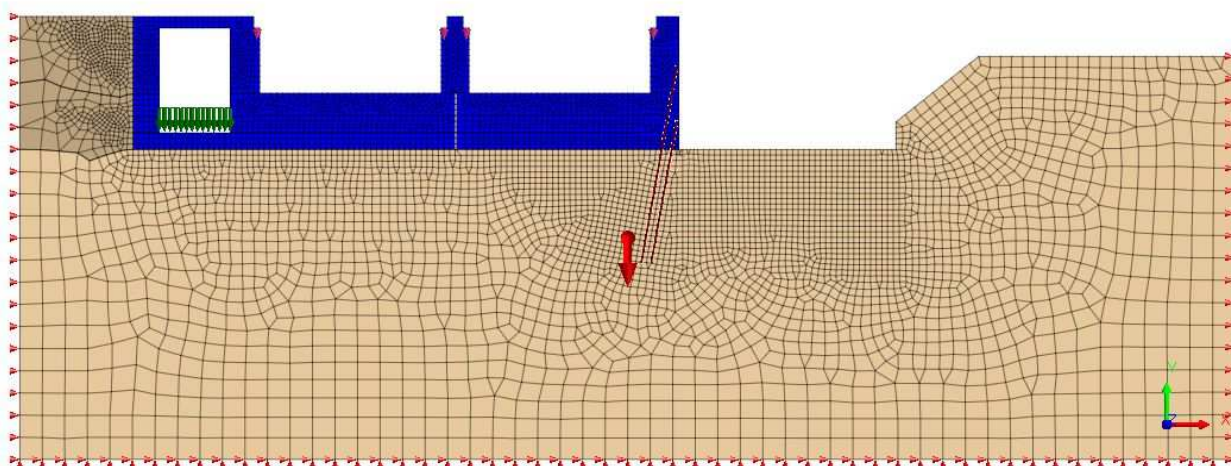
Výkop



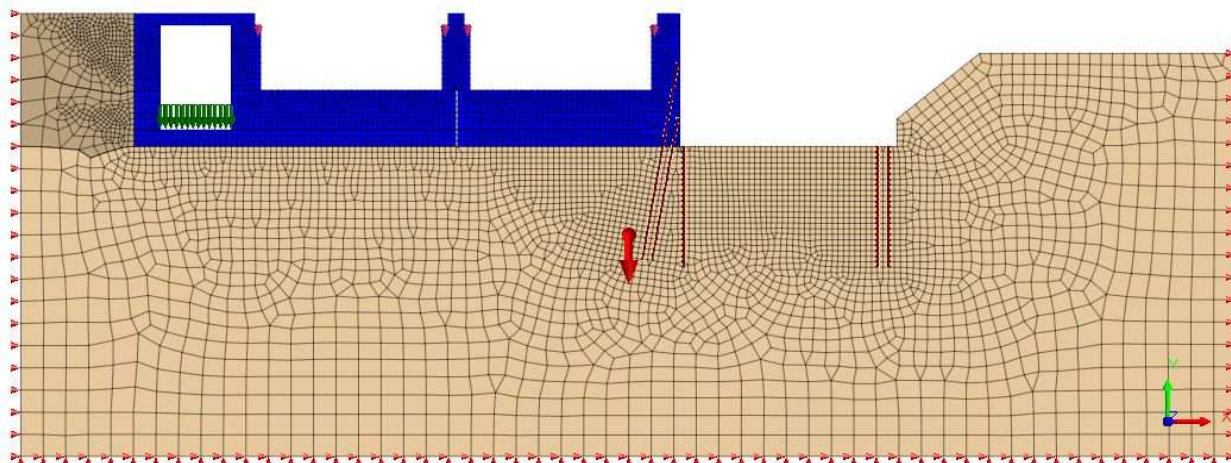
Podchycení dolní řadou mikropilot



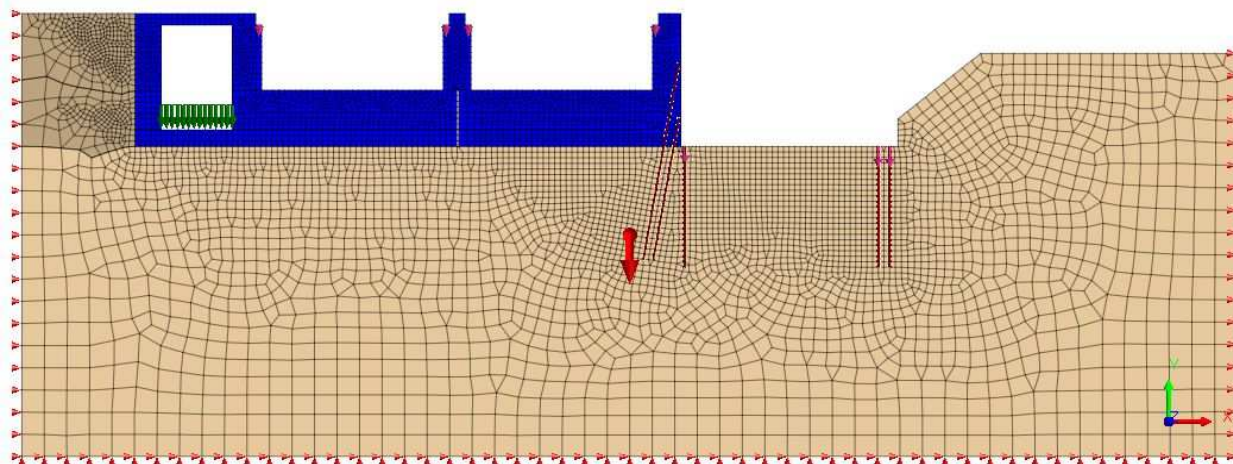
Výkop



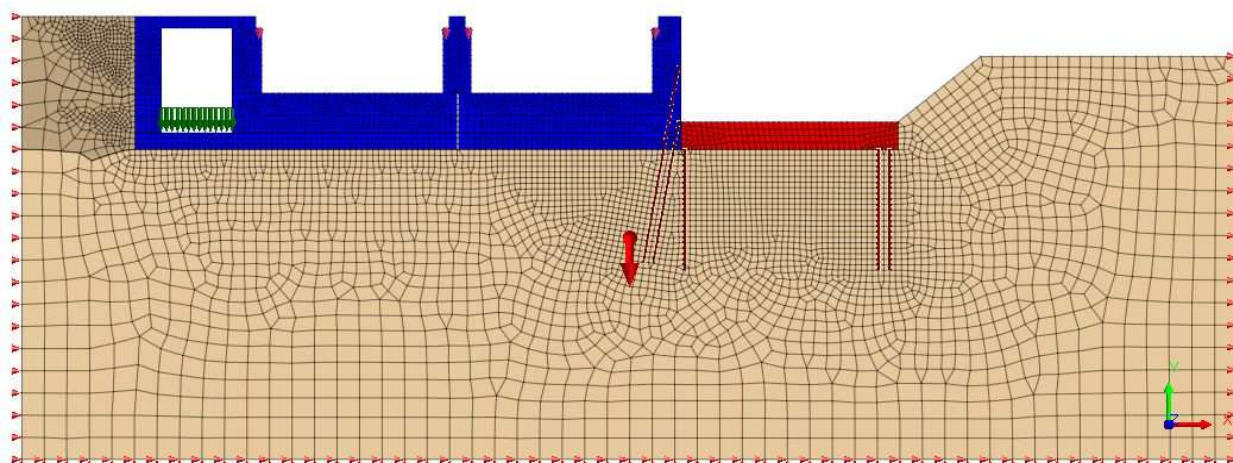
Mikropiloty - založení nového pole



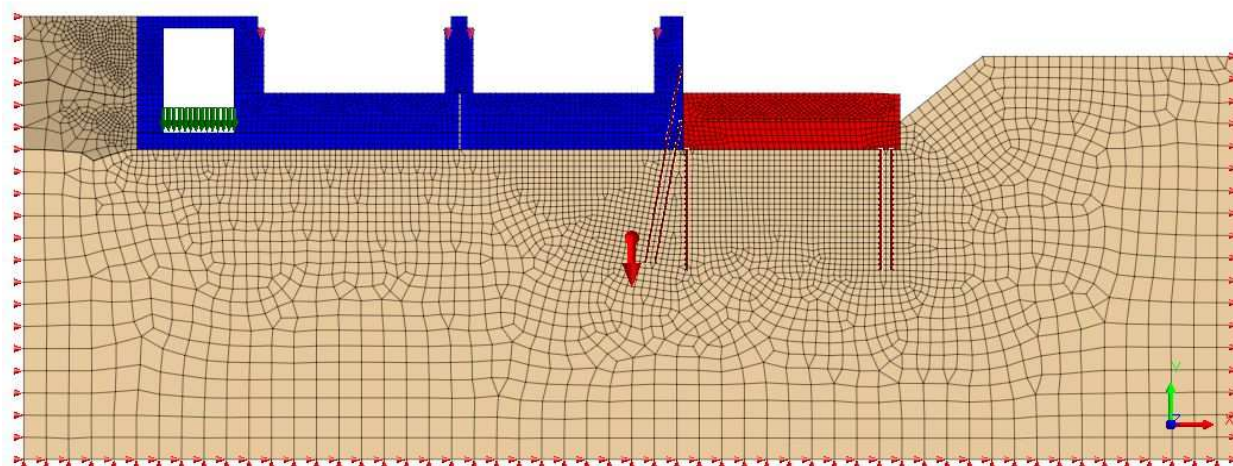
Předtížení mikropilot



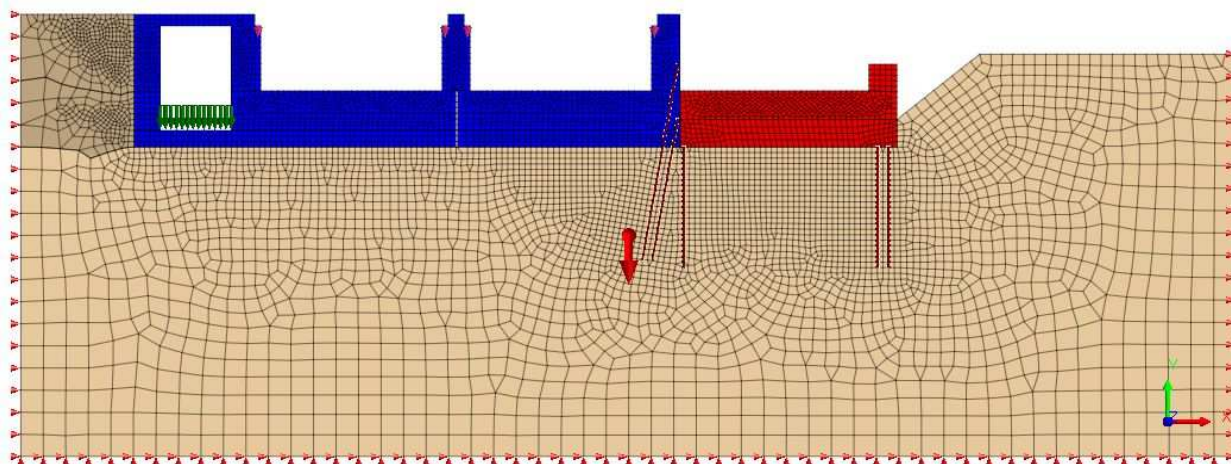
Betonáž nového pole



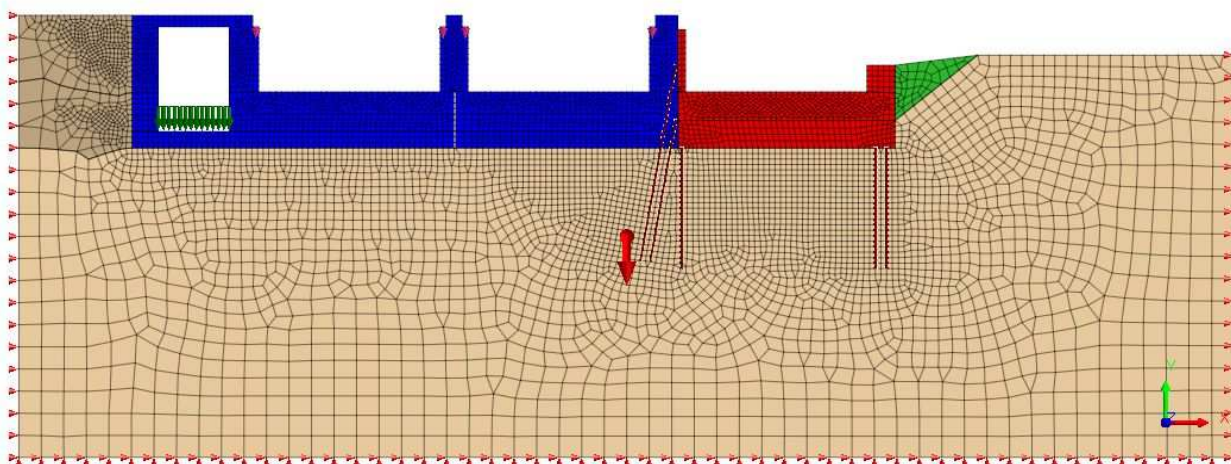
Betonáž nového pole



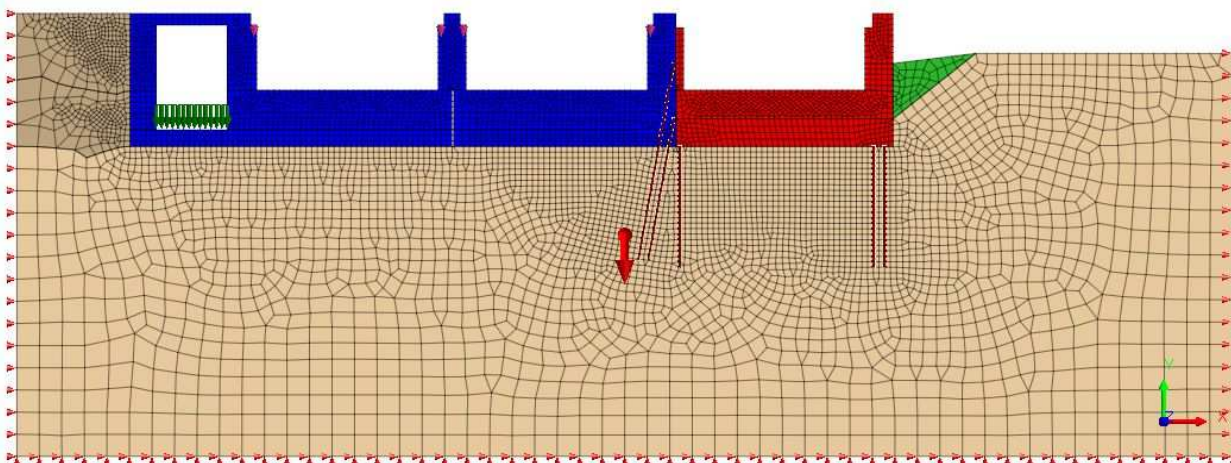
Betonáž nového pole



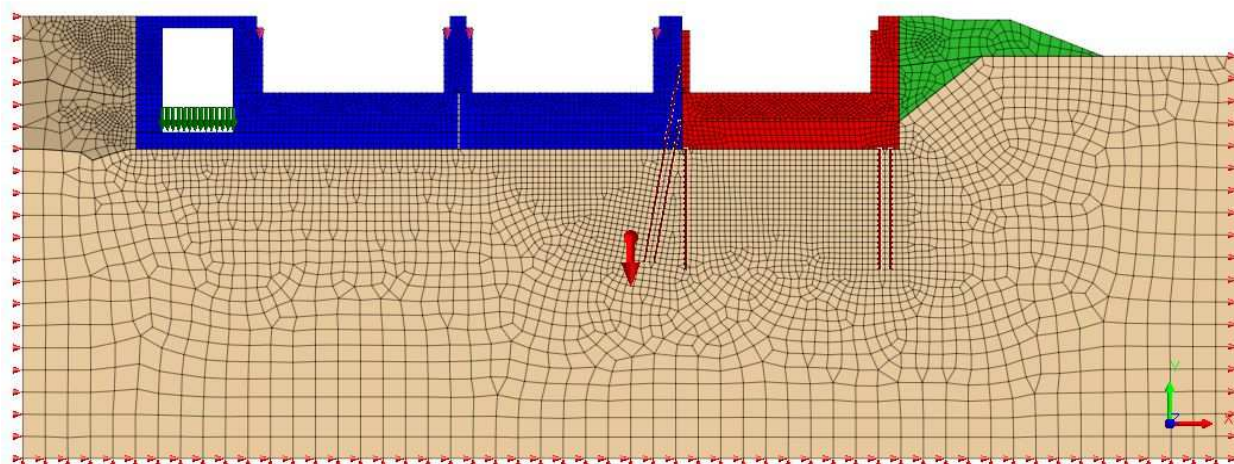
Betonáž nového pole, zásyp



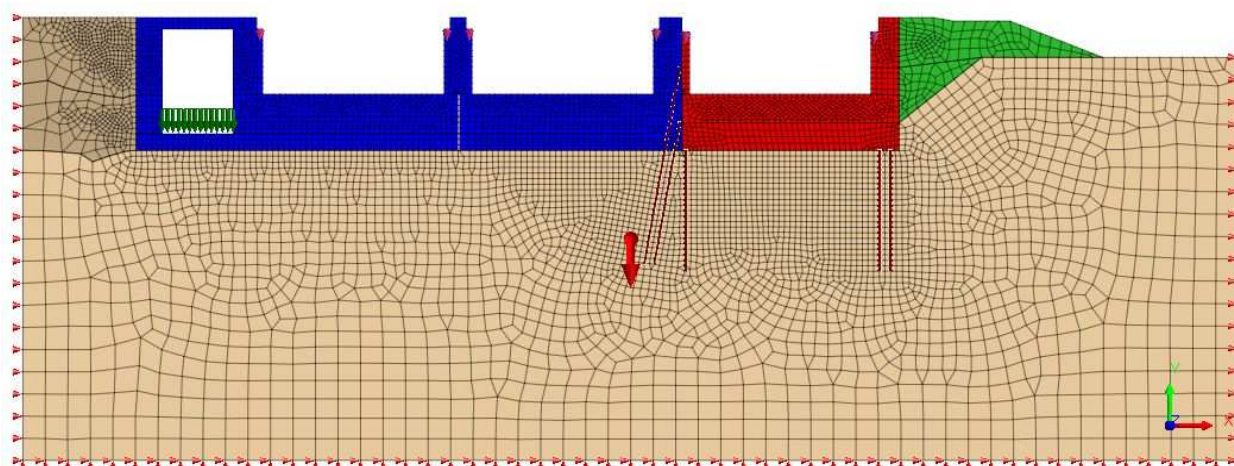
Betonáž nového pole



Zásyp



Nová mostní konstrukce



2. Popis zatížení a materiálů

2.1. Popis zatížení

2.1.1. Vlastní tíha

beton $g_0 = 25$ [kN/m³] - generováno programem

Load Set	Name	Node	Function	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)
1L-stara	1L-stara	3533	None	0	-60	0
1P-stara	1P-stara	3391	None	0	-60	0
2L-stara	2L-stara	3419	None	0	-60	0
2P-stara	2P-stara	4010	None	0	-60	0
3L-nova	3L-nova	4549	None	0	-60	0
3P-nova	3P-nova	4558	None	0	-60	0

Poznámka:

Jsou uvažována ostatní stálá zatížení, přepočítána na posuzovaný výsek jezu.

2.1.2. Nahodilá montážní zatížení

Load Set	Name	Node	Function	X (kN)	Y (kN)	Z (kN)
Predtiz-trub-R	Force-5	5038	None	0	-450	0
Predtiz-trub-N	Force-6	5062	None	0	-650	0
Predtiz-trub-N	Force-6	5060	None	0	-650	0

2.1.3. Nahodilá dlouhodobá zatížení

Load Set	Name	Pressure Type	Object Type	Element	Edge/Face	Direction	Edge P1 (kN)
Water	Water	Edge	Element Edge	10125	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10128	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10131	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10134	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10137	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10140	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10143	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10146	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10149	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10152	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10155	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10158	1	Normal	50
Water	Water	Edge	Element Edge	10161	1	Normal	50

SO 01.3 – Jezové těleso

2.2. Materiály

2.2.1. Konstrukce

Name	E (kPa)	ν	γ (kN/m ³)
beton-stary	29000000	0.3	25
beton-novy	31000000	0.3	25
Mikropilota	30000000	0.3	77

2.2.2. Modul přetvárnosti podloží

Penetrační sondy:

Sonda	m	GP IV F6-CL/CI F4-CS	GP V F4-CS F6-CL/CI
SP-09	interval	3.5-5.8	2.5-12.1
	mocnost	2.3	6.3
SP-10	interval	-	-
	mocnost	-	-
SP-11	interval	-	-
	mocnost	-	-
SP-12	interval	6.9-8.9	8.9-12.5
	mocnost	2	3.6
SP-13	interval	-	-
	mocnost	-	-
SP-14	interval	6.3-9.2	9.2-12.5
	mocnost	2.9	3.3

Vybrané geotechnické parametry:

Sonda	Geotech. poloha	R_d (kPa)		E_{def} (MPa)	
SP-09	GP IV	max	255	max	12.3
	GP V	prům	282	prům	13.5
SP-10	GP IV	max	-	max	-
	GP V	prům	-	prům	-
SP-11	GP IV	max	-	max	-
	GP V	prům	-	prům	-
SP-12	GP IV	max	278	max	15.4
	GP V	prům	269	prům	12.8
SP-13	GP IV	max	-	max	-
	GP V	prům	-	prům	-
SP-14	GP IV	max	241	max	10.2
	GP V	prům	297	prům	16.9
Pro všechny sondy	GP IV	max	278	max	15.4
	GP V	prům	283	prům	14.2

Pro výpočet:

Jez	základová spára	$E_{def,jez} =$	12 (MPa)	podloží je konsolidované stávajícím násypem
Břehová zed'	podloží	$E_{def,zed'} =$	12 (MPa)	podloží není dostatečně konsolidované
	základová spára	$E_{def,zed'}/2 =$	6 (MPa)	předpokládá se horší stav základové spáry

Únosnost základové půdy:

základová spára	$R_{d,min} =$	241 (MPa)	(Hodnota tabulkové únosnosti základové půdy je $R_{dt} = 200$ kPa pro základ šířky < 3.0 m a hloubku založení 0.8 až 1.5 m)
-----------------	---------------	------------------	---

2.2.3. Zemina

**Unit, kN, m, sec

Name	E	ν	γ	Ko	γ_{sat}	e_o
Podlozi-F6 CL	12000	0.35	19.7	0.5	21	0.5
Zasyp-stary-S5 SC	12000	0.35	18.5	0.5	21	0.5
Zasyp-novy	12000	0.35	19	0.5	21	0.5
**Unit, kN, m, sec						
Name	kx	ky	kz	Ss	C	ϕ
Podlozi-F6 CL	1E-13	8E-14	0.00001	5.23E-06	14	20
Zasyp-stary-S5 SC	4.5E-12	2E-12	0.00001	5.23E-06	4	27
Zasyp-novy	4.5E-12	2E-12	0.00001	5.23E-06	5	30

3. Návrh mikropilot

3.1. Podchycení stávajícího pilíře

Únosnost mikropiloty - Lizziho metoda

Posudek mezní únosnosti mikropiloty

Jmenovitý průměr vrtu

$\varnothing = 0.15 \text{ m}$

Délka dřívku mikropiloty v zemině

$d_d = 0.2 \text{ m}$

Délka kořene mikropiloty

$d = 10.0 \text{ m}$

Plášťové tření

ZEMINA	T_m kPa
měkká	50
kyprá	100
středně ulehlá	150
velmi tuhá	200
štěrk	200
písek	200

T_m - průměrná mezní hodnota plášťového tření

J - bezdimenzionální součinitel vyjadřující vliv průměru mikropiloty

Součinitel J

\varnothing vrtu mm	J
100	1
150	0.9
200	0.85
250	0.8

Geologická skladba : zemina v úrovni kořene

Popis zeminy	Mocnost vrstvy L (m)	T_m (kPa)
1.vrstva jíl slabě písčité, pevný	10	165

$$Q_m = \pi \cdot \varnothing \cdot L \cdot T_m \cdot J = 699.79 \text{ KN}$$

Vnitřní osová únosnost mikropiloty dle ČSN EN 14 199

Ocelová trubka mikropiloty:	vnější průměr trubky	$D = 0.073 \text{ m}$
	tloušťka trubky	$t = 0.014 \text{ m}$
	plocha trubky	$A_a = 0.0026 \text{ m}^2$
	pevnost trubky	$f_y = 500 \text{ MPa}$
	souč. pevnosti trubky	$\gamma_a = 1.15$
Kořen mikropiloty:	plocha inj. směsi	$A_c = 0.0151 \text{ m}^2$
	pevnost inj. směsi	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
	souč. pevnosti inj. směsi	$\gamma_c = 1.5$
	modul pružnosti směsi	$E_c = 30000 \text{ MPa}$
vnitřní osová únosnost mikropiloty	$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_y / \gamma_a + 0.85 \cdot A_c \cdot f_{ck} / \gamma_c$	1341.83 KN
modul pružnosti trubky	$E = 200000 \text{ MPa}$	
moment setrvačnosti	$I = \pi \cdot (R^4 - r^4) / 4$	$1.28E-05 \text{ m}^4$
b) Zkušební vzorek zeminy:	deformační modul	$E_{def} = 5.000 \text{ MPa}$
	poissonuv součinitel	$\nu = 0.350$
def. modul prostředí	$E_z = E_{oed} \cdot (1 - 2 \cdot \nu^2 / (1 - \nu))$; $E_{def} =$	5.000 MPa
1) kritické osově zatížení prutu v lestickém prostředí	$N_{cr} = 2 \cdot \nu \cdot (E I)_e \cdot E_z$	7151.78 KN

2) Geometrická (Eulerova) metoda

modul pružnosti ideálního průřezu = modul pr. směsi	$E_i = 30000 \text{ MPa}$
plocha ideálního průřezu	$A_i = 0.0324 \text{ m}^2$
moment setrvačnosti ideálního průřezu	$I_i = 0.00003 \text{ m}^4$
délka mikropiloty	$l_p = 10.2 \text{ m}$
modul reakce podloží	$E_p = 8 \text{ MPa}$
a) Pro oboustranně kloubové uložení	
počet půlvln	$n = \sqrt{(E_p \cdot I_p^2 / (E_i \cdot I_i \cdot \pi^2))} = 3$
kritická síla	$N_{cr} = E_i \cdot I_i \cdot \pi^2 \cdot n^2 / l_p^2 + E_p \cdot I_p^2 \cdot n^2 / \pi^2 = 10171.30081 \text{ KN}$
b) Pro oboustranně kloubové uložení	
počet půlvln	$n = \sqrt{(E_p \cdot 4 \cdot I_p^2 / (E_i \cdot I_i \cdot \pi^2))} = 4$

SO 01.3 – Jezové těleso

kritická síla	$N_{cr} = E_i \cdot I_i \cdot \pi^2 \cdot n / (2 \cdot I_p^2) + E_p \cdot 4 \cdot I_p^2 \cdot n^2 / \pi^2 =$	21171.92498 kN
součinitel štíhlosti	$\Psi = \sqrt{N_{pl,Rd} / N_{cr}} =$	0.433
součinitel imperfekce pro křivku vzpěrnosti c - c	$\alpha =$	0.49
	$\phi = 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\Psi - 0.2) + \Psi^2) =$	0.651
součinitel vzpěru	$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \Psi^2}) =$	0.880
vnitřní únosnost u vzpěru	$R_{cd} = \chi \cdot N_{pl,Rd} =$	1180.33 kN

Únosnost mikropiloty

$$\min(Q_m; R_{cd}) = 699.79 \text{ kN}$$

Zatížení mikropiloty

Stálé zatížení

Rozšíření pilíře:

délka rozšíření	18.8 m
šířka rozšíření	0.7 m
výška rozšíření	12.1 m
Zatížení od rozšíření pilíře	3980.9 kN

Kombinace zatížení - návrhová

5374.2 kN

Maximální předtížení mikropiloty s ohledem na vzpěr před injektáží volné délky:

vliv uložení tyčí	$n =$	1
moment setrvačnosti trubky	$I =$	0.000001 m ⁴
modul pružnosti trubky	$E =$	200000 MPa
Horní řada mikropilot:		
kritická délka	$L_{cr} =$	10 m
Kritická síla při vybočení	$N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I \cdot n^2 / L^2 =$	23.5 kN
	nebude předtížena	

Dolní řada mikropilot:

kritická délka	$L_{cr} =$	2.5 m
Kritická síla při vybočení	$N_{cr} = \pi^2 \cdot E \cdot I \cdot n^2 / L^2 =$	376.7 kN
	bude předtížena	

Posouzení mikropiloty při předtížení

Určení pracovního zatížení mikropiloty (84%)

Navržené pracovní zatížení mikropiloty

Návrh počtu mikropilot

	587.8 kN
$P =$	360.0 kN
	15 ks

omezení vzniku trhlin

Síly při předtížení mikropiloty:

1. zatěžovací stupeň	$0.5 \cdot P =$	180.0 kN
2. zatěžovací stupeň	$0.8 \cdot P =$	288.0 kN
3. zatěžovací stupeň	$1.0 \cdot P =$	360.0 kN

Návrhová síla v mikropilotě

$$N_{sd} = 358.28 \text{ kN}$$

$\min(Q_m; R_{cd}) =$	699.79	kN >	$N_{sd} =$	358.28	kN →	vyhovuje
Využití			51.20	%		

Posouzení mikropiloty při zatížení

Návrhová síla v mikropilotě

$N_{sd} =$	188.50	kN
$M_{sd} =$	14.70	kNm
$V_{sd} =$	33.70	kN

$\min(Q_m; R_{cd}) =$	699.79	kN >	$N_{sd} =$	188.50	kN →	vyhovuje
Využití			26.94	%		

Ohybová únosnost

$f_{cd}/f_{yd} = 0.04$	$W_{pl,a} = t^3 \cdot (d/t - 1)^2 =$	4.87E-05 m ³
$D/t = 5.21$	$M_{pl,Rd} = W_{pl,a} \cdot f_{yd} \cdot (1 + 0.01 \cdot \Psi) =$	21.61 kNm
$\psi = 1.99$	$M_{sd}/M_{pl,Rd} =$	0.68 < 1 vyhoví

Statický výpočet

Valbek, spol. s r.o., středisko Ústí nad Labem

3.2. Založení nového pole v místě stávajícího pilíře

Únosnost mikropiloty - Lizzioho metoda

Posudek mezní únosnosti mikropiloty

Jmenovitý průměr vrtu
Délka dřívku mikropiloty v zemině
Délka kořene mikropiloty

$\varnothing = 0.25 \text{ m}$
 $d_d = 1.0 \text{ m}$
 $d = 10.0 \text{ m}$

Plášťové tření

ZEMINA	T_m kPa
měkká	50
kyprá	100
středně ulehlá	150
velmi tuhá	200
šterk	200
písek	200

T_m - průměrná mezní hodnota plášťového tření

J - bezdimenzionální součinitel vyjadřující vliv průměru mikropiloty

Součinitel J

\varnothing vrtu mm	J
100	1
150	0.9
200	0.85
250	0.8

Geologická skladba : zemina v úrovni kořene

1.vrstva	Popis zeminy jíl slabě písčité, pevný	Mocnost vrstvy L (m) 10	T _m (kPa) 165
$Q_m = \pi \cdot \varnothing \cdot L \cdot T_m \cdot J = 1036.73 \text{ KN}$			

Vnitřní osová únosnost mikropiloty dle ČSN EN 14 199

Ocelová trubka mikropiloty:	vnější průměr trubky	D = 0.108 m
	tloušťka trubky	t = 0.016 m
	plocha trubky	$A_a = 0.0046 \text{ m}^2$
	pevnost trubky	$f_y = 500 \text{ MPa}$
	souč. pevnosti trubky	$\gamma_a = 1.15$
Kořen mikropiloty:	plocha inj. směsi	$A_c = 0.0445 \text{ m}^2$
	pevnost inj. směsi	$f_{ck} = 25 \text{ MPa}$
	souč. pevnosti inj. směsi	$\gamma_c = 1.35$
	modul pružnosti směsi	$E_c = 30000 \text{ MPa}$
vnitřní osová únosnost mikropiloty	$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_y / \gamma_a + 0.85 \cdot A_c \cdot f_{ck} / \gamma_c =$	2710.50 KN
modul pružnosti trubky	E =	200000 MPa
moment setrvačnosti	$I = \pi \cdot (R^4 - r^4) / 4 =$	5.06E-05 m ⁴
b) Zkušební vzorek zeminy:	deformační modul	$E_{def} = 5.000 \text{ MPa}$
	poissonuv součinitel	$\nu = 0.350$
def. modul prostředí	$E_z = E_{oed} \cdot (1 - 2 \cdot \nu^2 / (1 - \nu))$; $E_{def} =$	5.000 MPa
1) kritické osově zatížení prutu v lestickém prostředí	$N_{cr} = 2 \cdot \nu \cdot (E I)_e \cdot E_z =$	14224.93 KN

2) Geometrická (Eulerova) metoda

modul pružnosti ideálního průřezu = modul pr. směsi	$E_i =$	30000 MPa
plocha ideálního průřezu	$A_i =$	0.0753 m ²
moment setrvačnosti ideálního průřezu	$I_i =$	0.00021 m ⁴
délka mikropiloty	$l_p =$	11.0 m
modul reakce podloží	$E_p =$	8 MPa

a) Pro oboustranně kloubové uložení

počet půlvln	$n = \sqrt{(E_p \cdot I_p^2 / (E_i \cdot I_i \cdot \pi^2))} =$	2
kritická síla	$N_{cr} = E_i \cdot I_i \cdot \pi^2 \cdot n^2 / l_p^2 + E_p \cdot I_p^2 \cdot n^2 / \pi^2 =$	26546.15483 KN

b) Pro oboustranně kloubové uložení

počet půlvln	$n = \sqrt{(E_p \cdot 4 \cdot I_p^2 / (E_i \cdot I_i \cdot \pi^2))} =$	3
kritická síla	$N_{cr} = E_i \cdot I_i \cdot \pi^2 \cdot n^2 / (2 \cdot l_p^2) + E_p \cdot 4 \cdot I_p^2 \cdot n^2 / \pi^2 =$	43970.58011 KN

SO 01.3 – Jezové těleso

součinitel štíhlosti	$\Psi = \sqrt{N_{pl,Rd}/N_{cr}} =$	0.437
součinitel imperfekce pro křivku vzpěrnosti c - c	$\alpha =$	0.49
	$\phi = 0.5 \cdot (1 + \alpha \cdot (\Psi - 0.2) + \Psi^2) =$	0.653
součinitel vzpěru	$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \Psi^2}) =$	0.878
vnitřní únosnost u vzpěru	$R_{cd} = \chi \cdot N_{pl,Rd} =$	2379.36 kN

Únosnost mikropiloty

$$\min(Q_m; R_{cd}) = 1036.73 \text{ kN}$$

Zatížení mikropiloty

Stálé zatížení

Rozšíření pilíře:

délka rozšíření	18.8 m
šířka rozšíření	0.7 m
výška rozšíření	12.1 m
Zatížení od rozšíření pilíře	3980.9 kN

1/2 mostního pole:

zatížení zábradlím	8.5 kN
zatížení vozovkou	88.9 kN
zatížení říms	127.5 kN
Zatížení od NK	500.4 kN

Budova + příslušenství:

Budova	877.5 kN
Příslušenství	10.0 kN

Nahodilé zatížení

vozidlo 24t	240.0 kN
sníh	59.9 kN

Kombinace zatížení - návrhová

7920.5 kN

Posouzení mikropiloty při předtížení

Určení pracovního zatížení mikropiloty (84%)

Navržené pracovní zatížení mikropiloty

$$P = 870.8 \text{ kN}$$

omezení v

Návrh počtu mikropilot

$$P = 450.0 \text{ kN}$$

18 ks

Síly při předtížení mikropiloty:

1. zatěžovací stupeň	$0.5 \cdot P =$	225.0 kN
2. zatěžovací stupeň	$0.8 \cdot P =$	360.0 kN
3. zatěžovací stupeň	$1.0 \cdot P =$	450.0 kN

Návrhová síla v mikropilotě

$$N_{sd} = 440.03 \text{ kN}$$

$\min(Q_m; R_{cd}) =$	1036.73	kN > $N_{sd} =$	440.03	kN →	vyhovuje
Využití	42.44	%			

Posouzení mikropiloty při zatížení

Návrhová síla v mikropilotě

$$N_{sd} = 989.90 \text{ kN}$$

$\min(Q_m; R_{cd}) =$	1036.73	kN > $N_{sd} =$	989.90	kN →	vyhovuje
Využití	95.48	%			

3.3. Založení nového pole v místě nového pilíře

Únosnost mikropiloty - Lizzioho metoda

Posudek mezní únosnosti mikropiloty

Jmenovitý průměr vrtu
Délka dříku mikropiloty v zemině
Délka kořene mikropiloty

$\varnothing = 0.25 \text{ m}$
 $d_d = 1.0 \text{ m}$
 $d = 10.0 \text{ m}$

Plášťové tření

ZEMINA	T_m
	kPa
měkká	50
kyprá	100
středně ulehlá	150
velmi tuhá	200
štěrk	200
písek	200

T_m - průměrná mezní hodnota plášťového tření

J - bezdimenzionální součinitel vyjadřující vliv průměru mikropiloty

Součinitel J

\varnothing vrtu	J
mm	
100	1
150	0.9
200	0.85
250	0.8

Geologická skladba : zemina v úrovni kořene

	Popis zeminy	Mocnost vrstvy L (m)	T _m (kPa)
1.vrstva	jíl slabě písčitý, pevný	10	165
$Q_m = \pi \cdot \varnothing \cdot L \cdot T_m \cdot J =$		1036.73 KN	

Vnitřní osová únosnost mikropiloty dle ČSN EN 14 199

Ocelová trubka mikropiloty:	vnější průměr trubky	D =	0.108 m
	tloušťka trubky	t =	0.016 m
	plocha trubky	A _a =	0.0046 m ²
	pevnost trubky	f _y =	500 MPa
	souč. pevnosti trubky	γ _a =	1.15
Kořen mikropiloty:	plocha inj. směsi	A _c =	0.0445 m ²
	pevnost inj. směsi	f _{ck} =	25 MPa
	souč. pevnosti inj. směsi	γ _c =	1.35
	modul pružnosti směsi	E _c =	30000 MPa
vnitřní osová únosnost mikropiloty	$N_{pl,Rd} = A_a \cdot f_y / \gamma_a + 0,85 \cdot A_c \cdot f_{ck} / \gamma_c =$		2710.50 KN
modul pružnosti trubky	E =		200000 MPa
moment setrvačnosti	$I = \pi \cdot (R^4 - r^4) / 4 =$		5.06E-05 m ⁴
<u>b) Zkušební vzorek zeminy:</u>	deformační modul	E _{def} =	5.000 MPa
	poissonuv součinitel	ν =	0.350
def. modul prostředí	$E_z = E_{oed} \cdot (1 - 2 \cdot \nu^2 / (1 - \nu)); E_{def} =$		5.000 MPa
1) kritické osově zatížení prutu v lestickém prostředí	$N_{cr} = 2 \cdot \sqrt{(EI)_e \cdot E_z} =$		14224.93 KN

2) Geometrická (Eulerova) metoda

modul pružnosti ideálního průřezu = modul pr. směsi	E _i =	30000 MPa
plocha ideálního průřezu	A _i =	0.0753 m ²
moment setrvačnosti ideálního průřezu	I _i =	0.00021 m ⁴
délka mikropiloty	l _p =	11.0 m
modul reakce podloží	E _p =	8 MPa

a) Pro oboustranně kloubové uložení

počet půlvln	$n = \sqrt{(E_p \cdot 4 \cdot I_p^2 / (E_i \cdot I_i \cdot \pi^2))} =$	2
kritická síla	$N_{cr} = E_i \cdot I_i \cdot \pi^2 \cdot n^2 / l_p^2 + E_p \cdot 4 \cdot I_p^2 \cdot n^2 / \pi^2 =$	26546.15483 KN

b) Pro oboustranně kloubové uložení

počet půlvln	$n = \sqrt{(E_p \cdot 4 \cdot I_p^2 / (E_i \cdot I_i \cdot \pi^2))} =$	3
kritická síla	$N_{cr} = E_i \cdot I_i \cdot \pi^2 \cdot n^2 / (2 \cdot l_p^2) + E_p \cdot 4 \cdot I_p^2 \cdot n^2 / \pi^2 =$	43970.58011 KN

SO 01.3 – Jezové těleso

součinitel štíhlosti	$\Psi = \sqrt{N_{pl,Rd}/N_{cr}} =$	0.437
součinitel imperfekce pro křivku vzpěrnosti c - c	$\alpha =$	0.49
	$\phi = 0.5 * (1 + \alpha * (\Psi - 0.2) + \Psi^2) =$	0.653
součinitel vzpěru	$\chi = 1 / (\phi + \sqrt{\phi^2 - \Psi^2}) =$	0.878
vnitřní únosnost u vzpěru	$R_{cd} = \chi * N_{pl,Rd} =$	2379.36 kN

Únosnost mikropiloty

$$\min(Q_m; R_{cd}) = 1036.73 \text{ kN}$$

Zatížení mikropiloty

Stálé zatížení

Nový pilíř:

délka pilíře	17.7 m
šířka pilíře	2.5 m
výška pilíře	12.0 m
Zatížení od pilíře	13275.0 kN

1/2 mostního pole:

zatížení zábradlím	8.5 kN
zatížení vozovkou	88.9 kN
zatížení říms	127.5 kN
Zatížení od NK	500.4 kN

Budova + příslušenství:

Budova	877.5 kN
Příslušenství	10.0 kN

Nahodilé zatížení

vozidlo 24t	240.0 kN
sníh	59.9 kN

Kombinace zatížení - návrhová

20467.6 kN

Posouzení mikropiloty při předtížení

Určení pracovního zatížení mikropiloty (84%)

Navržené pracovní zatížení mikropiloty

$$P = 870.8 \text{ kN}$$

$$P = 650.0 \text{ kN}$$

$$32 \text{ ks}$$

omezení vzniku trhlin

Návrh počtu mikropilot

Síly při předtížení mikropiloty:

1. zatěžovací stupeň	$0.5 * P =$	325.0 kN
2. zatěžovací stupeň	$0.8 * P =$	520.0 kN
3. zatěžovací stupeň	$1.0 * P =$	650.0 kN

Návrhová síla v mikropilotě

$$N_{sd} = 639.61 \text{ kN}$$

$\min(Q_m; R_{cd}) =$	1036.73	kN >	$N_{sd} =$	639.61	kN →	vyhovuje
Využití	61.70	%				

Posouzení mikropiloty při zatížení

Návrhová síla v mikropilotě

$$N_{sd} = 989.90 \text{ kN}$$

$$M_{sd} = 47.30 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = 78.50 \text{ kN}$$

$\min(Q_m; R_{cd}) =$	1036.73	kN >	$N_{sd} =$	989.90	kN →	vyhovuje
Využití	95.48	%				

Ohybová únosnost

$$f_{cd}/f_{yd} = 0.04$$

$$D/t = 6.75$$

$$\psi = 1.99$$

$$W_{pl,a} = t^3 * (d/t - 1)^2 =$$

$$1.35E-04 \text{ m}^3$$

$$M_{pl,Rd} = W_{pl,a} * f_{yd} * (1 + 0.01 * \psi) =$$

$$60.05 \text{ kNm}$$

$$M_{sd}/M_{pl,Rd} =$$

$$0.79 \leq 1 \text{ vyhoví}$$

Statický výpočet

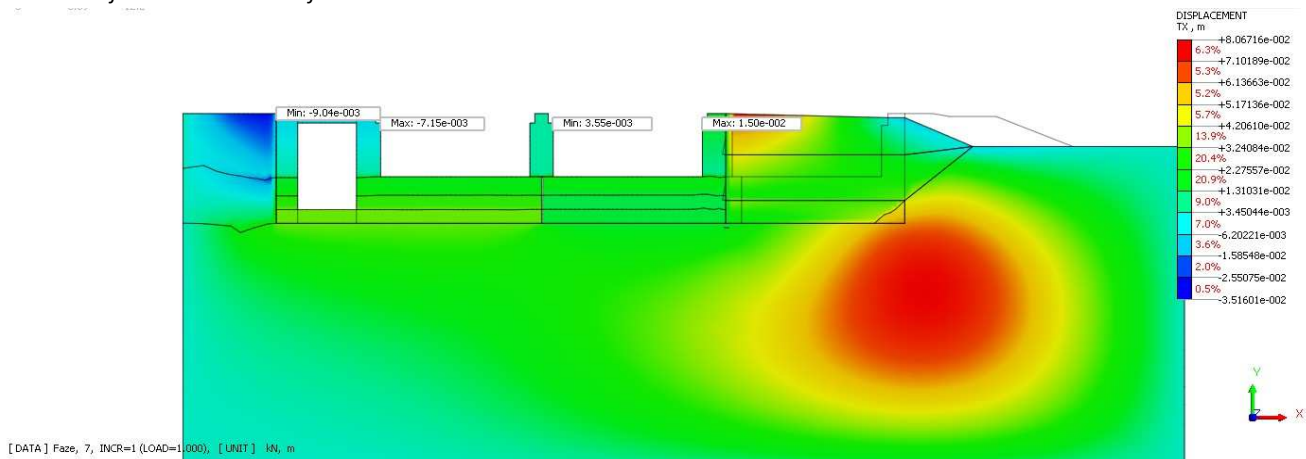
Valbek, spol. s r.o., středisko Ústí nad Labem

4. Deformace a konsolidace

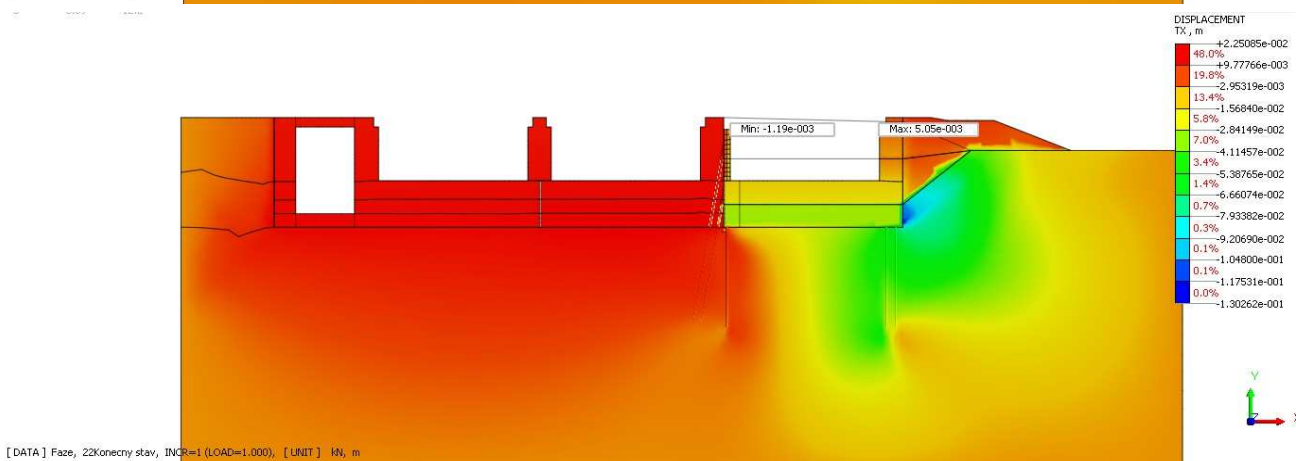
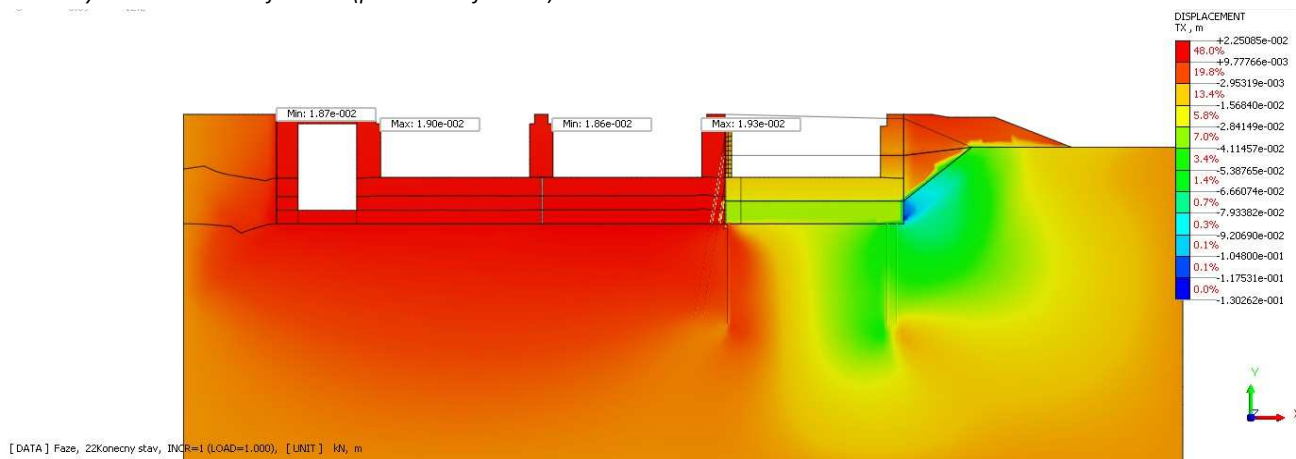
4.1. Vodorovné a svislé deformace

4.1.1. Vodorovné deformace

Stávající stav - konečné deformace

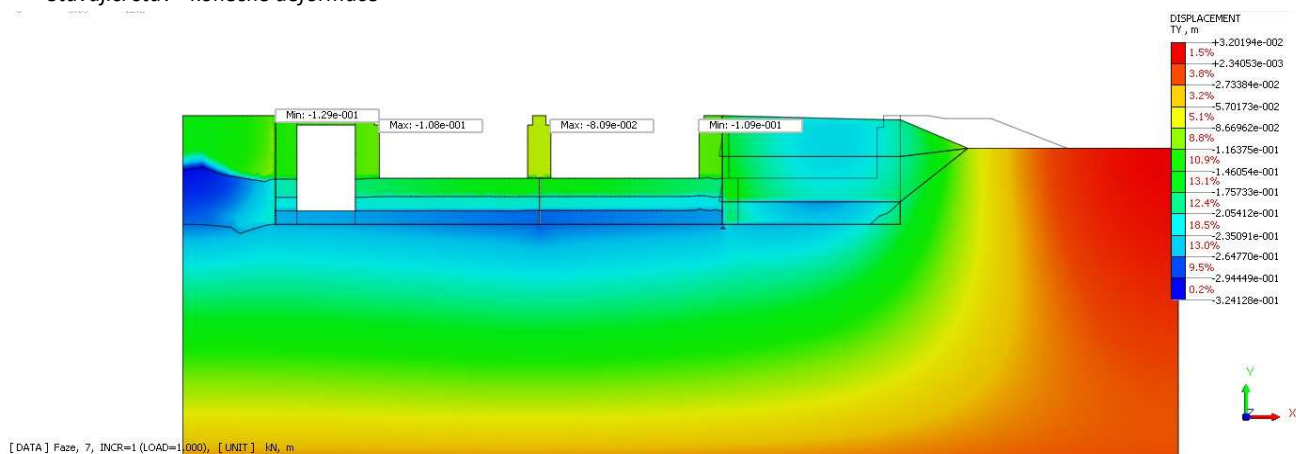


Nový stav - konečné deformace (přírutek deformací)

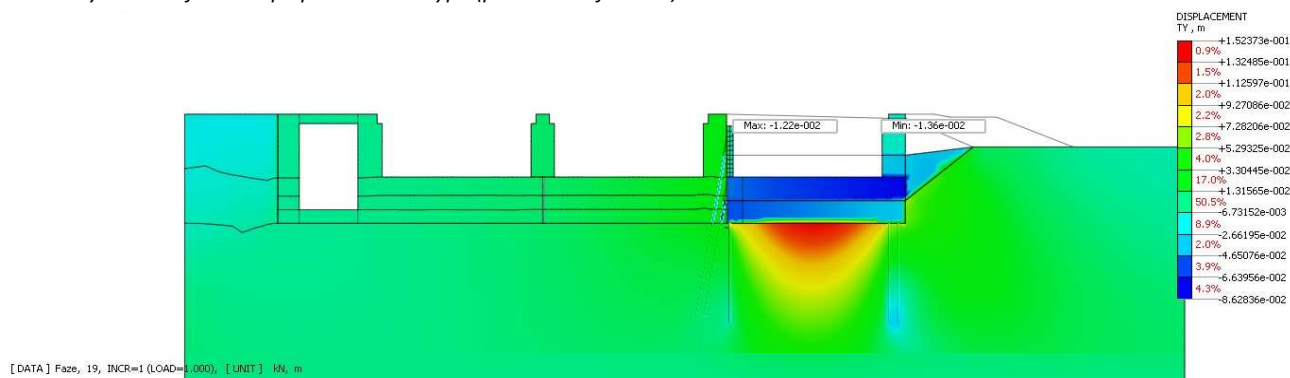


4.1.2. Svislé deformace

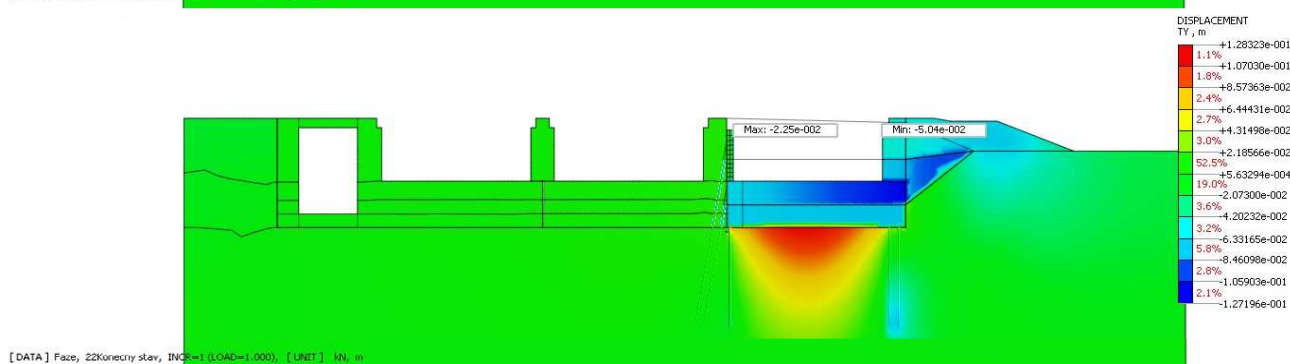
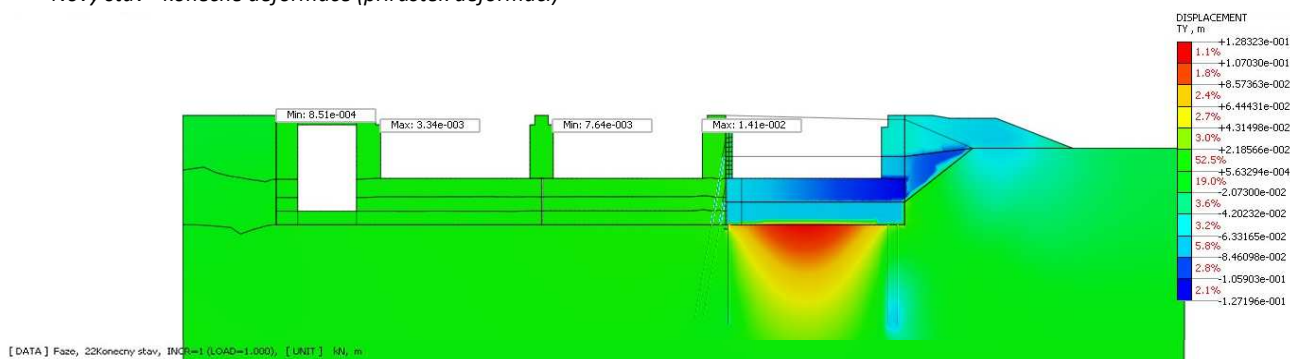
Stávající stav - konečné deformace



Nový stav - deformace po první části zásypu (přírůstek deformací)



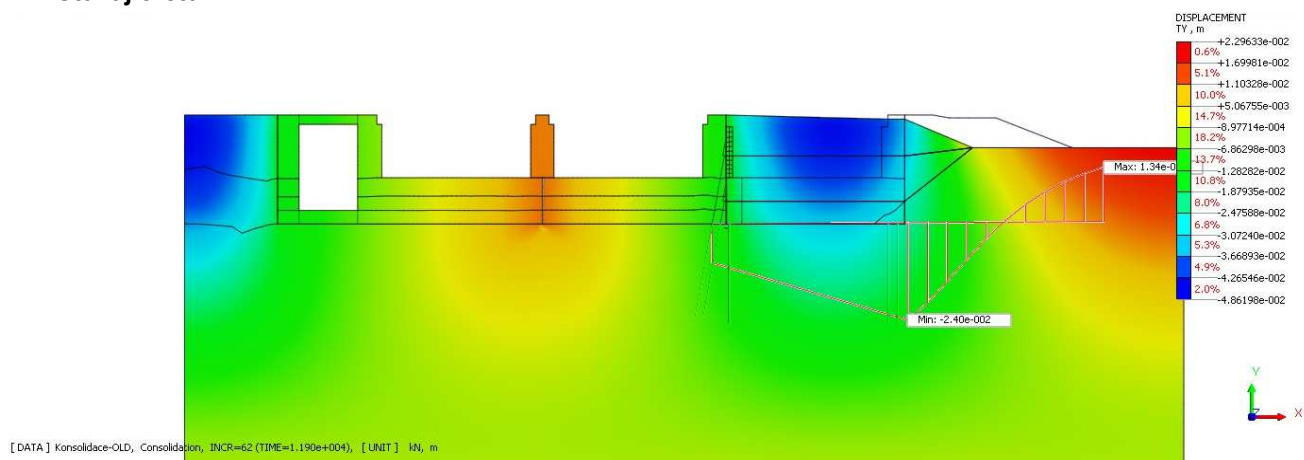
Nový stav - konečné deformace (přírůstek deformací)



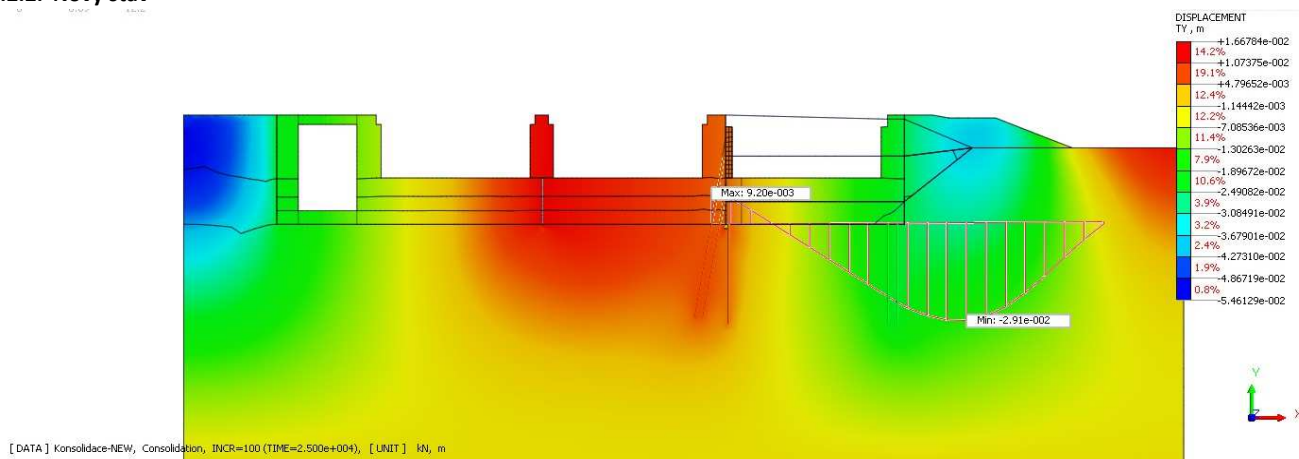
Deformace nového pole od zásypu za pilířem budou omezeny separační geotextilií na rubu (snížení tření mezi zemínou a betonem) a výztužnými geomřížemi (rovnoměrný roznos zatížení).

4.2. Konsolidace

4.2.1. Stávající stav



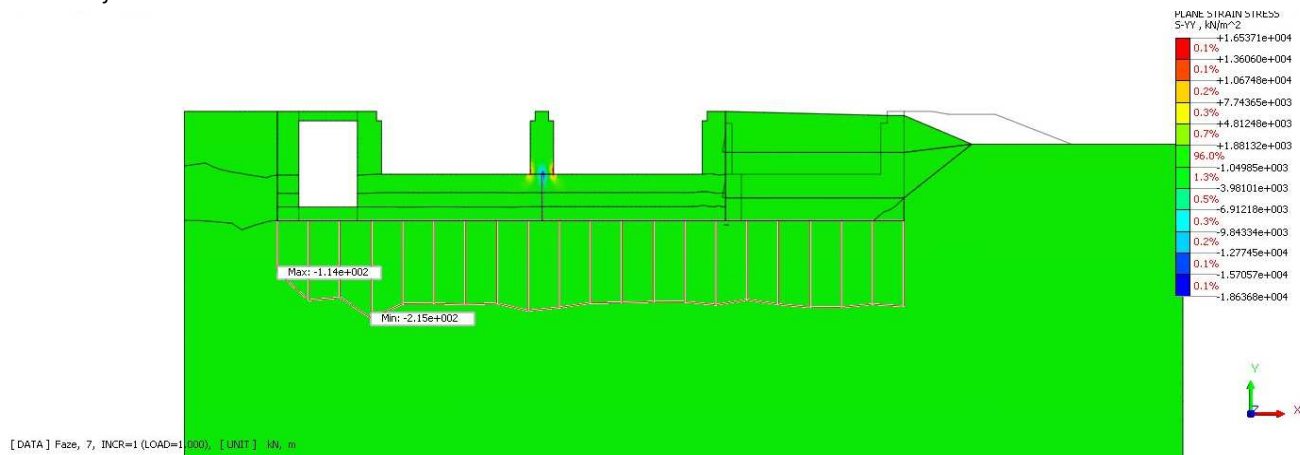
4.2.2. Nový stav



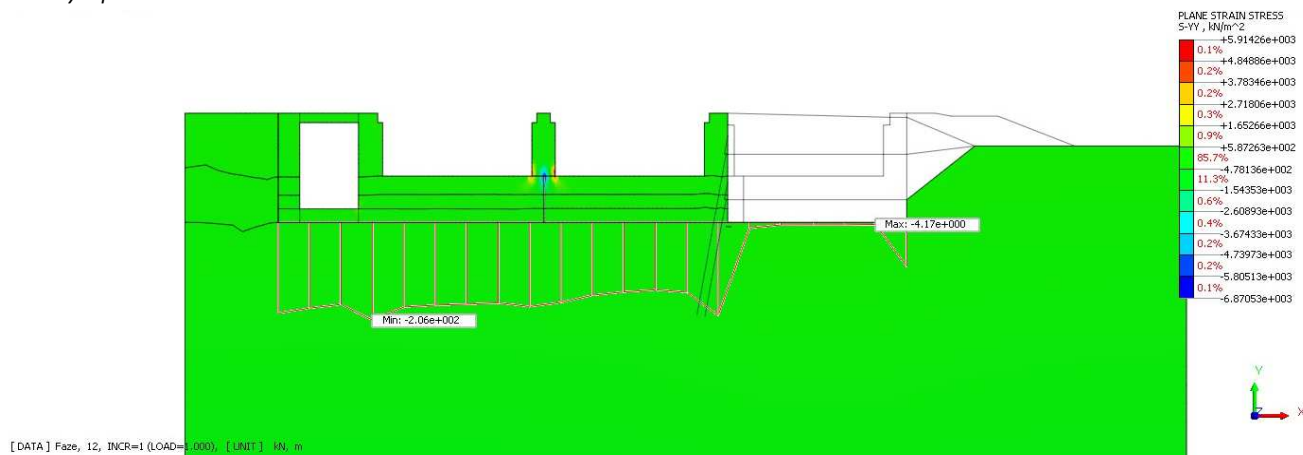
Z porovnání konsolidace v místě nového krajního pole a komunikace je patrné, že dodatečná konsolidace proběhne pouze mimo konstrukci jezu.

5. Napětí v základové spáře

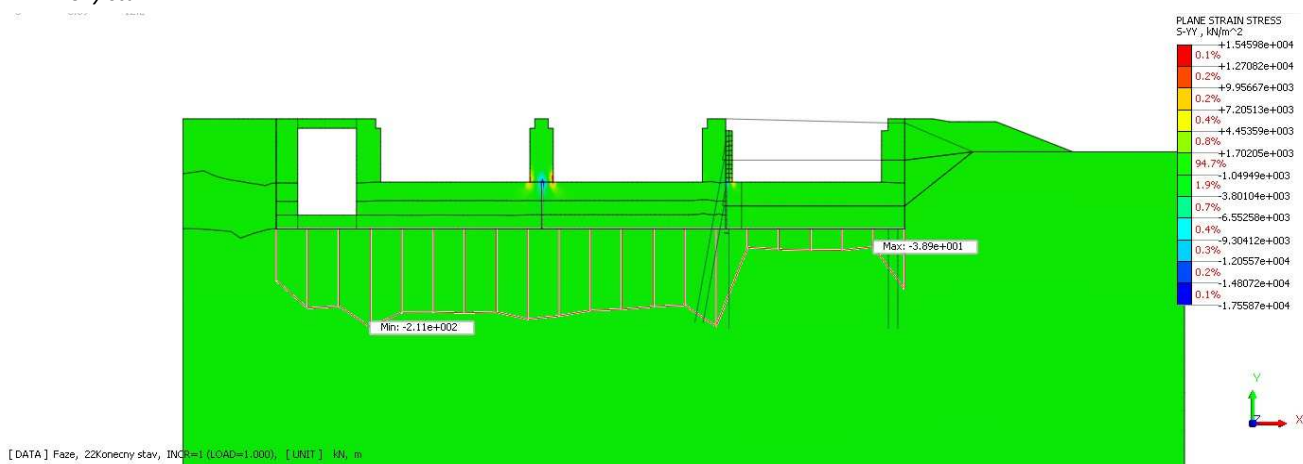
Stávající stav



Výkop



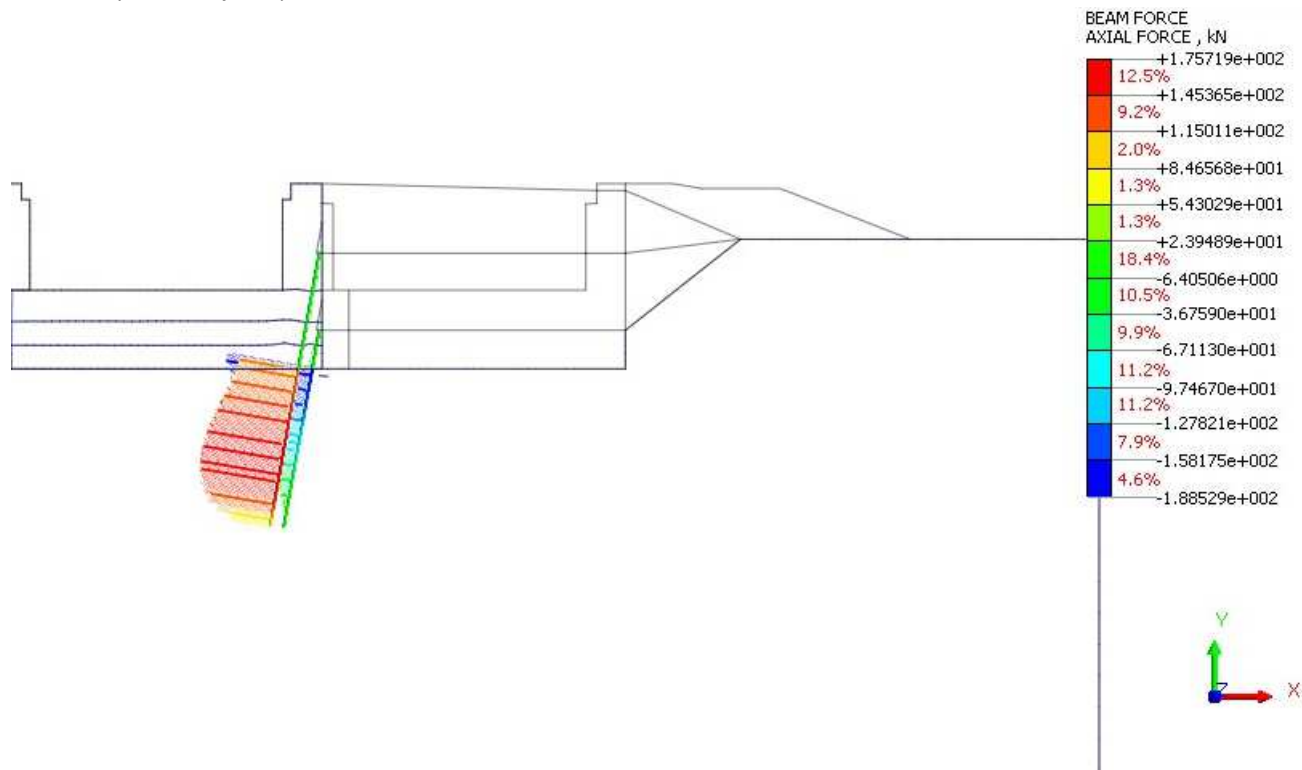
Nový stav

Napětí v základové spáře je menší než únost zeminy $R_{dt} = 241 \text{ kPa}$.

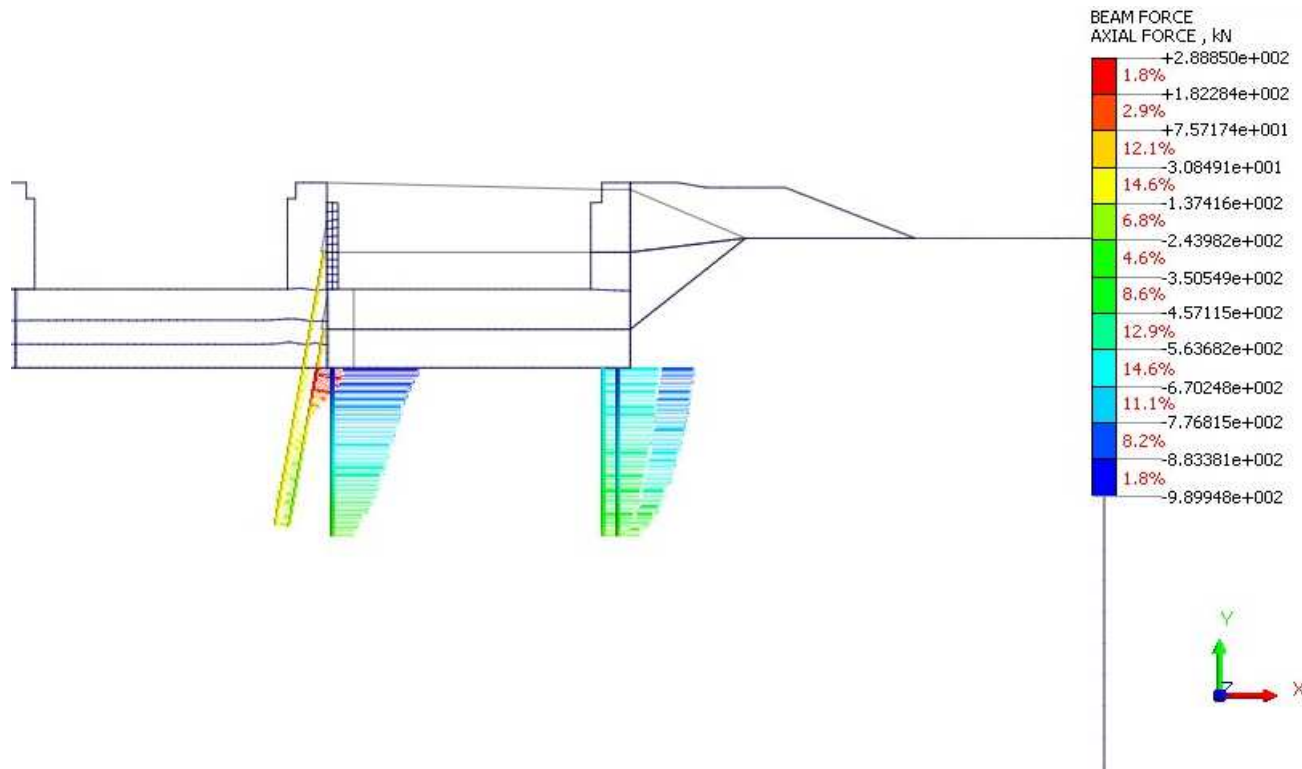
6. Vnitřní síly v mikropilotách

6.1. Normálové síly

Podchyčení stávajícího pilíře

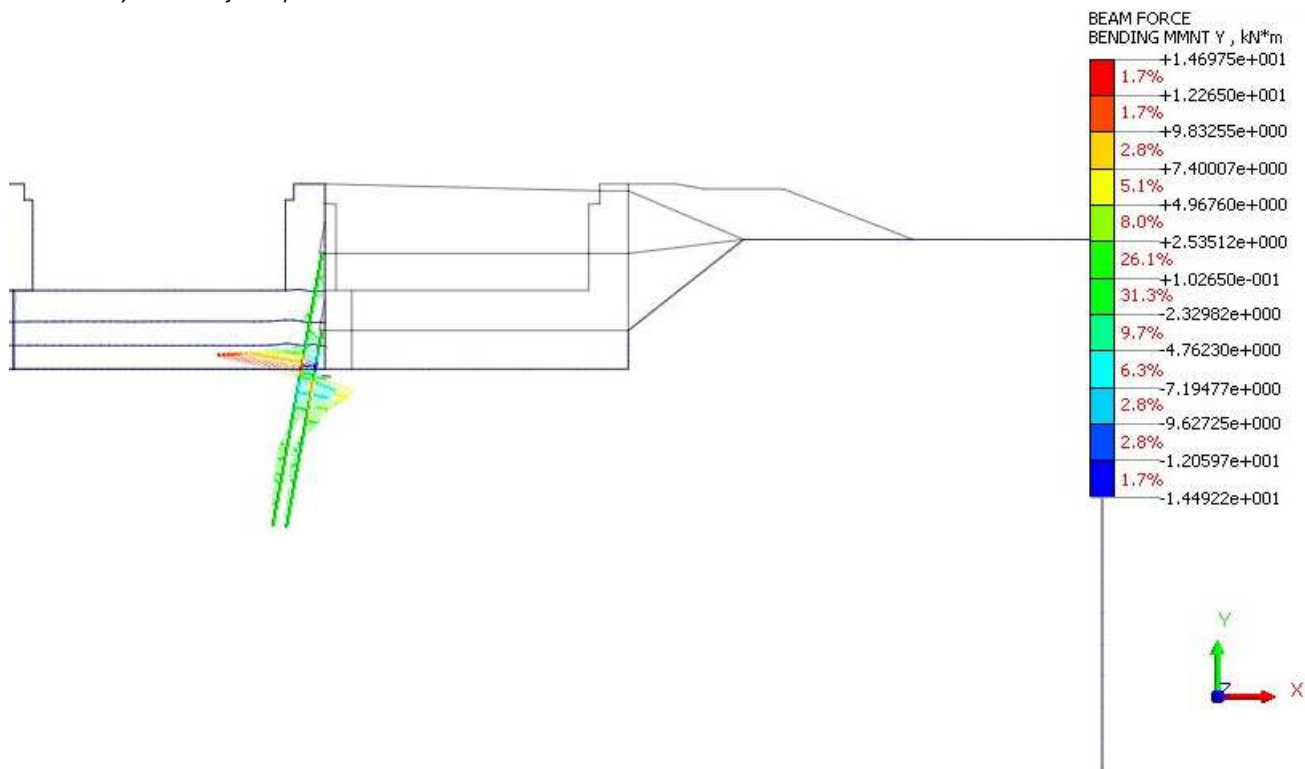


Končecný stav

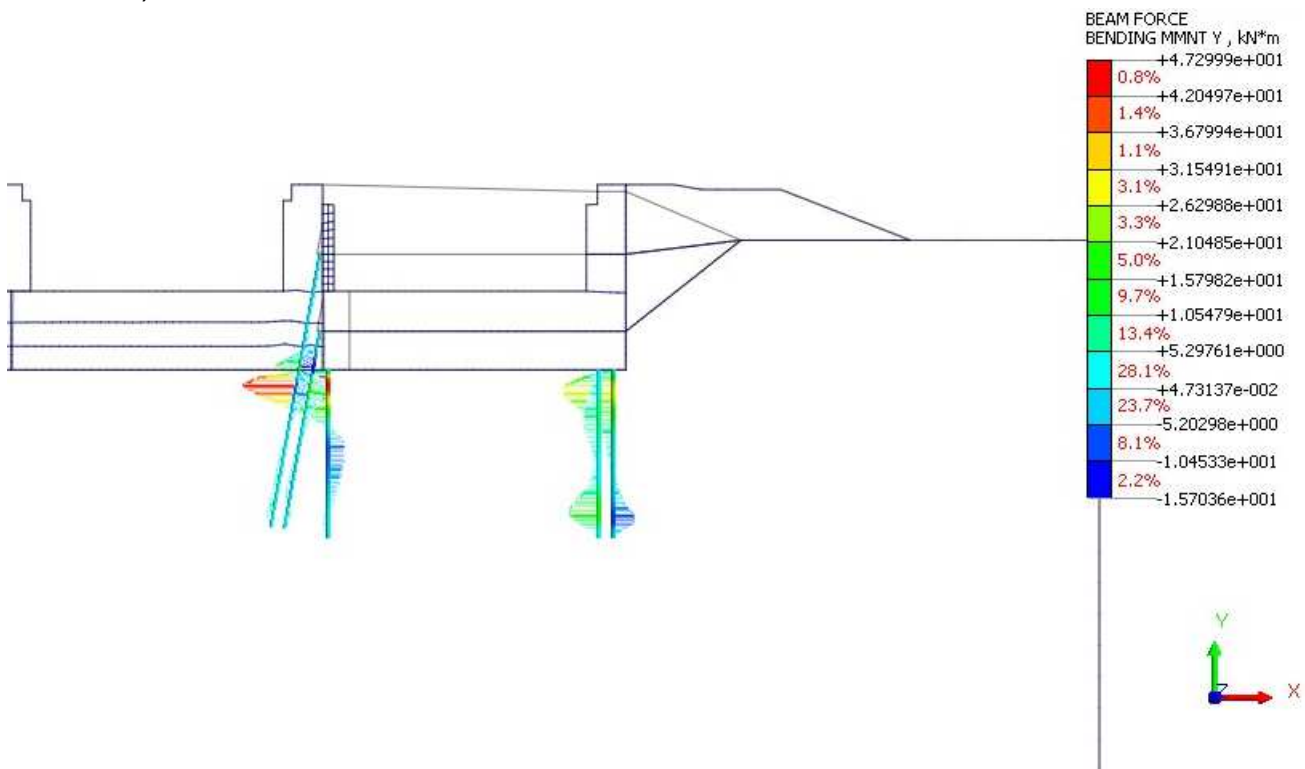


6.2. Momenty

Podchycení stávajícího pilíře

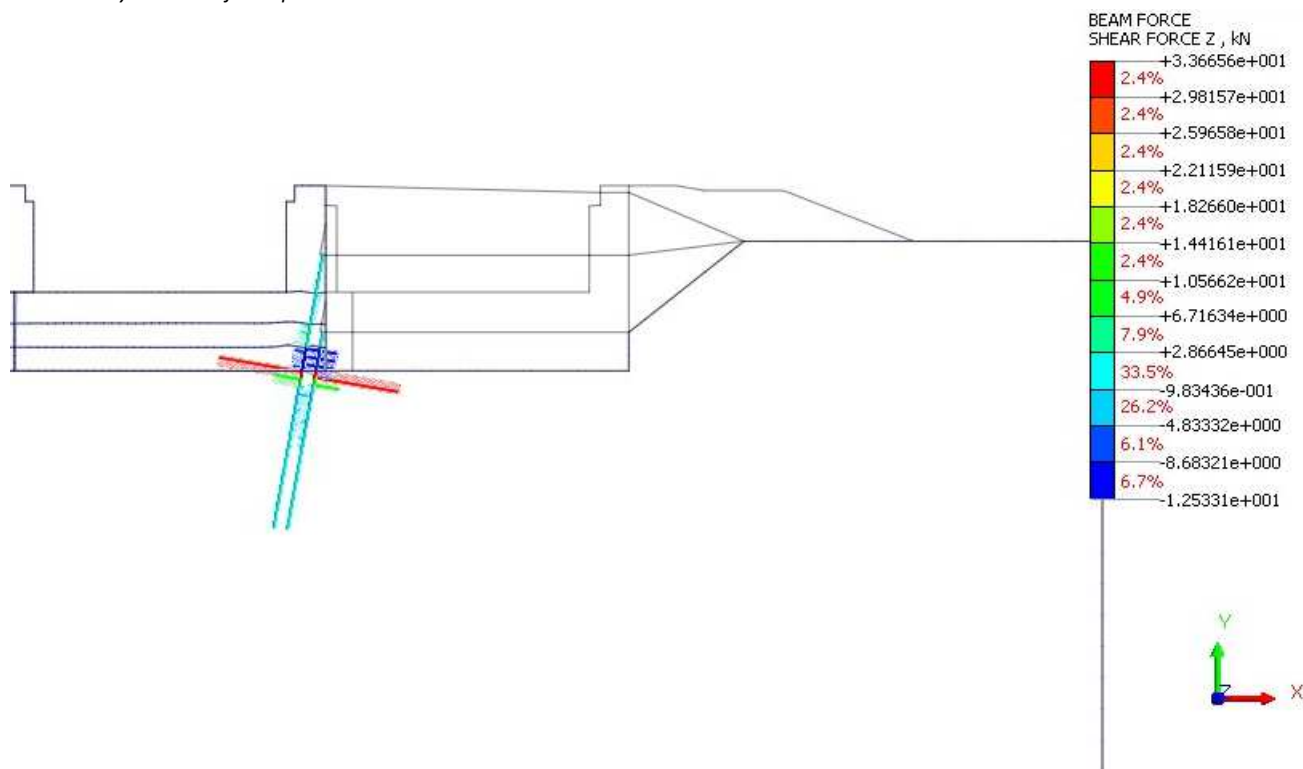


Končecný stav

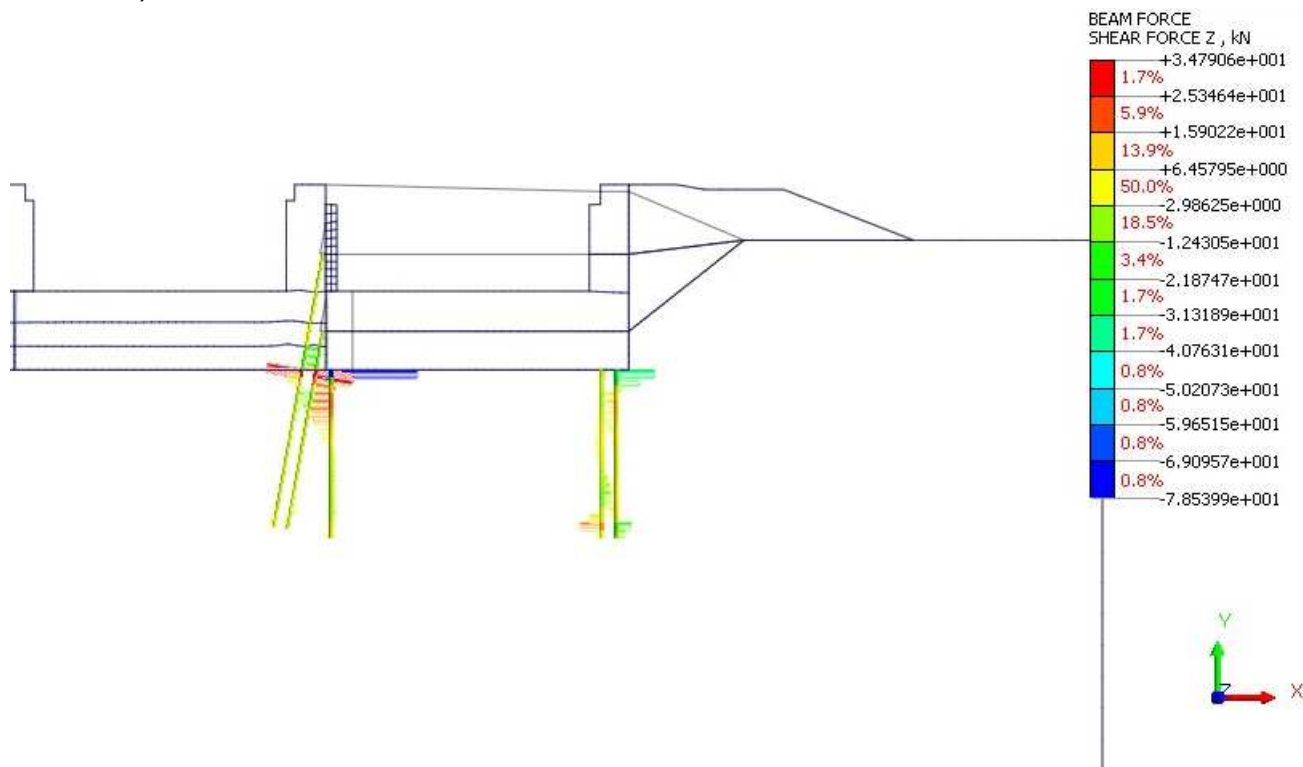


6.3. Posouvající síly

Podchycení stávajícího pilíře



Končecný stav



Vnitřní síly v mikropilotách vyhovují předpokladům návrhu.

7. Závěr

Bylo prověřeno založení a deformace jezu po zhotovení nového jezového pole. Deformace jsou v mezích, které umožňují bezpečný provoz technologických zařízení jezu, dodatečná konsolidace podloží se předpokládá pouze v místě nové komunikace, mimo samotnou konstrukci jezu. Podchycení stávajícího jezového pilíře a založení nového jezového pole je uvažováno na předtížených mikropilotách. Vnitřní síly v mikropilotách vyhovují požadovaným zatížením, vzhledem k velké vlastní tíze konstrukce byl vliv nahodilých zatížení na mostě zanedbán.

Vypracoval: Ing. Radek Navrátil