

SO 02

INJEKČNÍ CHODBA

Objednatel:



Povodí Labe, státní podnik

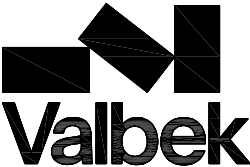
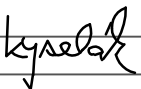
Víta Nejedlého 951
500 03 Hradec Králové

Zhotovitel DPS:



Valbek, spol. s r.o.

Vaňurova 505/17
460 02 Liberec 3

	Vypracoval	Ing. Martin Kyselák		Zak. číslo	16UL01012
	Zodp. projektant	Ing. Martin Kyselák		Datum	07/2020
	Tech. kontrola	Ing. Jaromír Drašar		Stupeň	DPS
	Akce VD HARCOV ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI ZA POVODNÍ			Počet formátů	26 x A4
				Měřítko	
Zhotovitel: Valbek, spol. s r.o., stř. Ústí n. L. Děčínská 717/21 400 03 Ústí nad Labem	Příloha STATICKÝ VÝPOČET			Č. přílohy	Paré
				D.02.16	

STATICKÝ VÝPOČET

OBSAH:

A.	IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY	2
B.	VÝCHOZÍ PODKLADY	3
C.	POPIS INŽENÝRSKÉHO OBJEKTŮ, JEHO FUNKČNÍHO A TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ	3
D.	GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY	4
E.	DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ INJEKČNÍ CHODBY	5
F.	NORMY A SMĚRNICE	7
G.	STATICKE A HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ	8
	DEFORMACE A VAROVNÉ STAVY	8
H.	SCHÉMA KONSTRUKCE	9
I.	VÝPOČET METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ	9
	VYPUŠTĚNÁ PŘEHRADA	9
J.	VÝPOČET METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ	22
	NAPUPUŠTĚNÁ PŘEHRADA	22

A. IDENTIFIKAČNÍ ÚDAJE STAVBY

Název stavby: VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní

Objekt: SO 02 Injekční chodba

Místo – Obec Liberec

Kraj Liberecký

Katastrální území: Liberec

Objednatel: **Povodí Labe, s. p.**
Víta Nejedlého 951
500 03 Hradec Králové

Provozovatel stavby: **Povodí Labe, s.p.,**
Víta Nejedlého 951,
500 03 Hradec Králové

Stupeň dokumentace: **DPS**

Projektant: **Valbek, spol. s r.o.,**
středisko Ústí nad Labem
Děčínská 717/21
400 03 Ústí nad Labem
tel. 475 531 077, 475 534 112
IČ: 48266230, DIČ: CZ48266230

Hlavní inženýr projektu: **Ing. Jaromír Drašar**

Zodpovědný projektant
SO 02 Injekční chodba: **Ing. Martin Kyselák**
Autorizovaný inženýr pro geotechniku
- ČKAIT 0501330

B. VÝCHOZÍ PODKLADY

- 1) Provedené obhlídky lokality, fotografie.
- 2) Výrobní výbory a jednání konané během zpracování dokumentace DPS
- 3) „VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní“, DUR, zpracovatel Povodí Labe, s.p., OIČ- odd.projekce, leden 2017
- 4) „VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní“, DSP, zpracovatel Valbek spol.,s r.o., listopad 2017.
- 5) „Manipulační řád pro VD Harcov“, zpracovatel Povodí Labe, s.p., odbor technickoprovozní činnosti, březen 2007.
- 6) „Provozní řád pro VD Harcov“, zpracovatel Jiří Habermann – RAMMY, červenec 2007.
- 7) Šrédl, L. (1989): Harcov - přehrada, Geoindustria, n.p. Praha
- 8) Pokorný, J. (1991): Harcov–odlehčovací vrt, Geoindustria GMS Praha s.p.
- 9) VD HARCov, ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI ZA POVODNÍ – IG PRŮZKUM, z července 2012, AZ Consult, spol. s r.o.
- 10) Vodní Díla -TBD, VD Harcov - Návrh opatření k zajištění bezpečnosti vodního díla při povodních, září 2015, VODNÍ DÍLA – TBD a. s
- 11) VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní - projektová dokumentace doplňkový IG průzkumu, ze 4. 9. 2017, AZ GEO, s.r.o.
- 12) Potápěčský průzkum, z 14. 8. 2017, PS Profi s.r.o.

C. POPIS INŽENÝRSKÉHO OBJEKTŮ, JEHO FUNKČNÍHO A TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

SO 02 INJEKČNÍ CHODBA

Jedná se o nový objekt budovaný v rámci rekonstrukce VD Harcov. Úkolem tohoto objektu je:

- provedení injekční clony pro snížení vztlaku pod základovou spárou hráze a případné dodatečné dotěsnění injekční clony, provedení drenážních a vztlakoměrných vrtů (zařazeno do samostatných stavebních objektů TBD),
- odvedení prosáklé nebo stažené vody z drenážních vrtů čerpáním,
- kontrolu funkce injekční clony a měření vztlkových poměrů v oblasti základové spáry hráze,
- revize, chodba je zároveň revizní,
- napojení těsnícího prvku u návodní paty hráze

Směrové řešení

Štola je od začátku vedena v přímé do st. 6,00m kde začíná levý oblouk o $R_1=10,0\text{m}$ a $L_1=7,35\text{m}$ od st. 14,31 začíná pravý oblouk o $R_2=10,0\text{m}$ a $L_2=5,58\text{m}$ do st. 19,89 od kud pokračuje osa mírným pravým obloukem o $R_3=503,95\text{m}$ a $L_3=34,27\text{m}$ až do st. 54,32m kde začíná pravý oblouk $R_4=20,0\text{m}$ a $L_4=4,98\text{m}$ končí ve st. 59,30m dál pokračuje mírný pravý oblouk $R_5=130,27\text{m}$ a $L_5=50,59\text{m}$ do st. 109,30m zde začíná pravý oblouk $R_6=20,0\text{m}$ a $L_6=4,22\text{m}$ do st. 113,52m a dále pokračuje osa chodby v přímé do st. 128,53m, kde chodba končí. Navazuje na ni injekční práh, který je veden mírným pravým obloukem o $R_7=194,66\text{m}$ a $L_7=30,27\text{m}$.

Výškové řešení

Výškově je štola vedena od začátku úpadně ve sklonu 5% do st. 23,77 odtud klesá ve sklonu 40% (22°) až do st. 57,37 m, kde se nachází čerpací jímka. Od st. 57,37 chodba stoupá ve sklonu 1% do st. 113,66m, odtud chodba stoupá ve sklonu 40% (22°) až do konce chodby ve st. 128,53m. V úsecích sklonu 40% (22°) bude v podlaze chodby zřízeno schodiště pro bezpečný pohyb osob. Je navrženo vždy na pravé straně chodby ve směru výstupu. Na konci injekční chodby na ni navazuje injekční práh, který na ni navazuje ve vrcholu u zdi hráze. Ten nejdříve strmě stoupá ve sklonu 57,7% do st. prahu 12,70m, odtud už stoupá pozvolně ve sklonu 5,96% do konce úseku ve st. 30,27m.

D. GEOLOGICKÉ A HYDROGEOLOGICKÉ POMĚRY

Morfologie terénu

Morfologicky se jedná o tektonickou sníženinu pahorkovitého reliéfu Vratislavické kotliny, která je okrskem podcelku Liberecké kotliny, náležející celku Žitavské pánve, která je součástí Krkonošské oblasti, jež náleží subprovincii Krkonoško-Jesenické soustavy, provincie Česká vysočina Hercynského systému.

Geologická stavba

Studované území je budováno paleozoickými magmatity krkonoško-jizerského masivu.

Kvartérní pokryv je tvořen fluvialními nečleněnými sedimenty a sedimenty vodních nádrží (nivní sedimenty). Jedná se o hlinité, písčité a štěrkovité zeminy holocenního stáří. Na svazích se mohou nacházet také deluviální, či eolicko-deluviální sedimenty charakteru štěrkovitých až štěrkopísčitých zemin. Svrchní vrstvy v prostoru lokality tvoří polohy antropogenních navážek (výsypky pro zarovnání terénu, dlažba, konstrukční vrstvy VD apod.), tvořených především místním materiálem, ale i stavebním odpadem a vrstvou humózních hlín. Jeho mocnost je proměnlivá s ohledem na nepravidelnou hloubku zvětrání podloží svrchně karbonských granitů a pohybuje se v rozmezí 0 m až po 3 m, výjimečně i více.

Skalní podklad je budován paleozoickými magmatickými horninami, reprezentovanými zde granity (liberecká žula). Jedná se o hlubinné magmatity krkonoško-jizerského masivu lužické (západosudetské) oblasti Českého masivu. Horninový masiv je postižen sítí puklin, podél kterých v minulosti zatékala srážková voda a došlo tak zde v příznivém klimatu k chemickému zvětrání horniny, kdy zůstala zachována pouze pevná jádra horniny ve formě balvanů a zbytek horninového materiálu zcela zvětral na jílovité, písčité až jílovitopísčitoštěrkovité eluvium.

Tektonické poměry skalních hornin

Tektonika je reprezentována sítí puklinových všesměrných systémů, které jsou pozorovatelné v horninách navětralých až zdravých se vzdálenostmi diskontinuit 150 mm až 400 mm.

Hydrogeologické poměry

Z hydrogeologického hlediska se jedná o území závislé na srážkových úhrnech a výškou hladiny vody v nádrži. V pokryvných útvarech a eluviálních vrstvách se jedná o průlinovou propustnost. Ve skalním masivu je propustnost puklinová a zvodnění diskontinuit záleží na propojení těchto systémů s pokryvnými útvary, případně jejich vyústěním pod úrovní hladiny vody v nádrži. Dle IG průzkumu lze očekávat hladinu podzemní vody v hloubkách 1,5 m až 2,5 m pod úrovní terénu.

E. DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ INJEKČNÍ CHODBY

Injekční chodba začíná na pravém břehu u Přístupové šachty (SO-04), ve st. 4,70 m je nad chodbou navržena montážní šachta (SO-04), ve staničení 31,18m kříží chodba Liebigův náhon, ve st. 70,45m kříží osu věže PSV, ve st. 111,51m kříží chodba osu věže LSV. Na levém břehu injekční chodba končí na úrovni začátku bezpečnostních přelivů ve st. 128,53m, kde na ni navazuje injekční práh z železobetonu třídy C30/37-XF1, XA1, přes který bude provedeno zavázání injekční clony a dotěsnění návodního těsnění až k zavázání do levého břehu hráze. Injekční chodba má půdorysnou délku 128,53m (skutečnou 132,065m) a injekční práh má délku 32,50m. Rozměr prahu šířka 910mm, výška 800mm. Založen na podkladovém betonu C12/15-X0. Základní délka díl. bloku je 6100mm. Maximální dilatační délka bloku je 6340mm v místě podcházení přírodních štol.

Injekční chodba bude realizována jako ŽB rám v hloubeném výkopu. V místě podcházení Liebigova náhonu (délka cca. 3,9m), bude chodba provedena též jako hloubená a stávající náhon v místě křížení se štolou bude ubourán a při zásypech nebude obnoven. Prostup do Hráze bude zazděn. (viz odstavec této TZ) Jen v úsecích podchodu betonových základů věží spodních výpustí (délka cca. 4,9m). ***Tyto dva krátké úseky budou realizovány jako činnost prováděná hornickým způsobem, která svým rozsahem spadá do působnosti ČBU. Zpracovaná dokumentace je souladu s Vyhláškou ČBÚ 55/1996 Sb., protože podle § 3 odst. i) zákona ČNR č. 61/88 Sb. se jedná o činnost prováděnou hornickým způsobem.***

Zhotovitel, který bude dílo realizovat musí být oprávněn podle § 5 odst.2 zákona ČNR č. 61/88 Sb. ve znění všech změn, provádět práce hornickým způsobem na základě oprávnění vydaného státní báňskou správou. Před zahájením prací vypracuje dodavatel vlastní technologický předpis.

V úseku st. 0,00m až 20,00m bude chodba budována ve výkopu šířky cca 3,0m v oboustranně paženém mikrozáporovým pažením ze zápor HEB120 osazovaných po 1,0m s výplní mezi záporami ze stříkaného betonu C25/30 vyztuženého 1 ocelovou sítí 8x8/150x150mm a příčnými rozpěrami opět z profilu HEB120, přes převázky z profilu HEB120. Jde o úsek na pozemku p. č. 2584/2 a v křížení s pěší komunikací na pravém břehu VD na pozemku p. č. 6013. Osazení zápor v celém úseku bude provedeno po

ověření polohy stávajících IS a jejich obnažení. Křížené IS budou ve výkopu vyvěšeny na lávkách, a po provizorní lávce pro pěší bude i zajištěn pohyb osob přes výkop pro injektážní chodbu.

V dalším úseku, části 2, od st. 20,0m bude chodba budována v otevřeném výkopu, kde z pravé strany bude hranu výkopu tvořit obnažené návodní zdivo hráze, z levé strany bude výkop vysvahován dle zastižených geologických podmínek. V horninách (žule) pevnosti R4 a lepší bude sklon svahu 3:1, na bázi měkčích hornin příp. kvartéru bude lavička min. šířky 1,0m, a dále svahovaný dočasný výkop v kvarterních sedimentech a rozložené žuly (R5-R6) max. 1:1 a mírnější.

Od st. 48,0m až do konce injekční chodby se budou vyskytovat ve výkopu navětralé až zdravé polohy žuly R3-R2, které lze jen velmi obtížně rozpojovat těžkými mechanizmy. V patě hráze bylo provedeno dotěsnění zdiva z trasového betonu. Z tohoto důvodu je uvažováno pro rozpojování výkopu použití omezených trhacích prací. V celém tomto úseku jde o cca 1/2 až 2/3 objemu z výkopu ve velmi pevném materiálu, zbylá, svrchní, část je zaplněna zpětným zásypem provedeném při původní výstavbě, nejspíše z jílové těsnící vrstvy.

Ražené úseky

Ve dvou úsecích, kdy bude injekční chodba budována hornickým způsobem, z důvodu potřeby podejití křížené překážky, bude masiv před zahájením prací proinjektován po obvodu budoucího výrubu zpevňující injektáží, proveden ochranný deštník z mikropilot profilu min. IBO R51 v celé délce podrážčeného úseku. Tento deštník bude na líci spřažen ocelovou sítí a stříkaným betonem do klenbového věnce, který bude podepřen vzdušným rámem důlní výstroje K24. Líc portálu ražby bude zajištěn zemními hřebíky dl. 3,0m DN 32mm a stříkaným betonem C25/30-X0 SBII, J2 tl. 150mm vyztužený jednou vrstvou sítě. Poté bude zahájena ražba v podchodu křížení. Primární ostění bude vystrojované vždy rámem důlní výstroje K24 po obvodu výrubu s uložením do patek z UPN 180 v patě opěr, dále stříkaným betonem C25/30-X0 SBII, J2 vyztuženým dvěma polohami ocelových sítí 8x8/150x150mm. Tloušťka primárního ostění bude 200mm, nastříkáváno bude ostění ve dvou po sobě jdoucích krocích vždy min. 100 a 100 mm SB. Délka záběru bude 0,8 m, rám je osazován v každém záběru. Přesah ocelových sítí bude 2 oka v obou směrech. Dno vyražené štoly bude upraveno podkladním betonem do požadované nivelety pro betonáž definitivního ostění. Pode dnem bude do rýhy položena perforovaná trubka DN 100 pracovní drenáže, která je jinak v otevřeném výkopu vedena v rýze při levé straně výkopu. Použití trhacích prací bude zváženo podle tvrdosti procházeného materiálu. Předpoklad je při podchodu základů věží spodních výpustí je reálná nutnost použití omezených trhacích prací.

Vzhledem k reálné potřebě použití trhacích prací pro výlom rýhy injekční chodby, byl zpracován „Soubor vstupních hodnot pro trhací práce“, který stanovil podmínky pro použití trhacích prací a určil dosah zóny izoseisty 5mm/s a v ní se nacházející objekty pozemní zástavby, které budou součástí monitoringu během výstavby. Zóna je vyznačena v příloze D. 2.2 Situace a D.2.14 Situace isoseisty. „zajištění průběžné informovanosti vlastníků okolních nemovitostí o provádění odstřelů např. formou mobilní hasičské sirény, SMS, telefonátů“

Definitivní ostění injekční chodby

Definitivní ostění injekční chodby je navrženo železobetonu C30/37-XC4, XF1 z vodostavebného betonu s omezením průsaků, ve spárách – pracovních, blokových a dilatačních bude těsnost zajišťována spárovými těsníci pásky a pojistným injekčním systémem rovněž instalovaným ve všech spárách (nepropustnost, omezení vzniku trhlin atd.). Základní tloušťka definitivního ostění bude 400 mm.

Velikost chodby v příčném řezu umožňuje provádění injekčních prací při budování clony, možnost provádění kontrolních vztlakoměrných a drenážních vrtů, a to včetně doplnění v dalším provozu, šířka chodby je navržena 2,0m, světlá výška chodby je navržena 2,4 m. V šikmých úsecích jsou navrženy schodišťové betonové stupně C30/37- XF1, XA1 šířky 800mm.

Zásyp a obnova cesty

Po dokončení definitivního ostění injekční chodby bude proveden zpětný zásyp, nejdříve z těsnící jílové vrstvy o tl. min. 1,0m, poté původním vysušeným materiálem z předsypu. Záporové pažení bude před zasypáním do hloubky jednoho metru odbouráno.

F. NORMY A SMĚRNICE

Návrh DPS je zpracováván zejména dle následujících předpisů:

TKP TECHNICKÉ KVALITATIVNÍ PODMÍNKY STAVEB

- Kapitola 4 TKP - Zemní práce
- Kapitola 18 TKP - Beton pro konstrukce
- Kapitola 29 TKP - Zvláštní zakládání
- Kapitola 30 TKP - Speciální zemní konstrukce

ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, Květen 2018

ČSN EN 1997 – 1 Eurokód 7. Navrhování geotechnických konstrukcí. Část 1: Všeobecná pravidla, Červenec 2014

ČSN EN 1992 – 1 – 1 Eurokód 2. Navrhování betonových konstrukcí Část 1-1: Všeobecná pravidla a pravidla pro pozemní stavby, Listopad 2006

ČSN EN 1991 – 2 Eurokód 1. Zatížení konstrukcí Část 2: Zatížení mostů dopravou, Prosinec 2018

ČSN 73 6133 Návrh a provádění zemního tělesa pozemních komunikací, Únor 2010

TKP-D Kapitola 7: Tunely, podzemní objekty a galerie
Duben 2016

VÝKOPOVÉ A ZEMNÍ PRÁCE

Provádění výkopových prací musí být v souladu s podmínkami vlastníka pozemků, s požadavky **Nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích, přílohy 3, kapitol II až VIII** a s požadavky **ČSN EN 1610**.

Veškeré zemní práce v blízkosti stávajících podzemních vedení musí být prováděny v souladu s vyjádřeními jejich správců.

V souladu s ČSN EN 1610 a s NV č. 591/2006 Sb. mají být veškeré výkopy hlubší než 1,3 m paženy tak, aby nedošlo k ohrožení pracovníků ve výkopech.

Okraje výkopu nesmí být zatěžovány min. do vzdálenosti min. 0,5 m od hrany výkopu.

Výkopy ve vozovkách budou prováděny dle požadavků ČSN EN 1610, ČSN 73 3050 a zejména TP 146 *Povolování a provádění výkopů a rýh pro inženýrské sítě ve vozovkách pozemních komunikací*.

G. STATICKÉ A HYDROTECHNICKÉ POSOUZENÍ

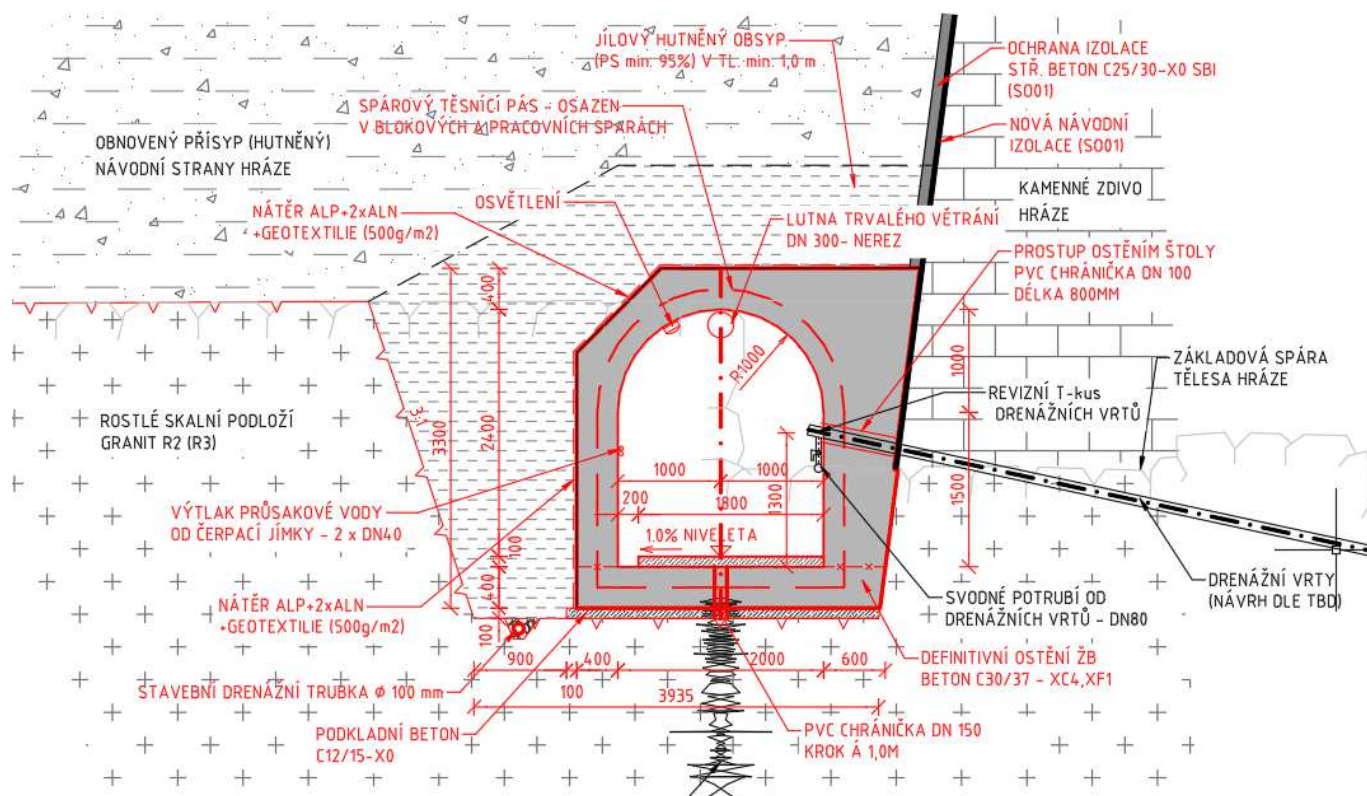
Statické posouzení bylo provedeno v programu Geo5 – MKP

Deformace a varovné stavy

Maximální výpočtem stanovená vertikální deformace ve vrchlíku štoly při napuštění přehradě je 2,4mm. Tvar deformovaného příčného řezu a průběh deformací štoly je ukázán na grafických výstupech.

Na základě spočtených deformací je stanovena hodnota přijatelnosti pro vrchlík štoly deformace 5 mm. *Ve smyslu dle TKP D kapitola 7, podzemní objety.*

H. SCHÉMA KONSTRUKCE



I. VÝPOČET METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ

VYPUŠTĚNÁ PŘEHRADA

Topologie

Projekt

Akce : VD Harcov, zajištění bezpečnosti za povodní

Část : SO 02 Injekční chodba

Popis : Statický výpočet definitivního ostění

Autor : Ing. Petr Šenk

Datum : 7.12.2017

Celkové nastavení výpočtu

Typ úlohy : Rovinná

Typ výpočtu : Napjatost

Tunely : ano

Rozšířené zadávání : ne

Podrobné výsledky : ne

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

Ocelové konstrukce : EN 1993-1-1 (EC3)

Parametry zemín**Třída F8, konzistence tuhá**

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 20,50 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,42$
Modul pružnosti :	$E = 1,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 15,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 5,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 20,50 \text{ kN/m}^3$

Navážka Y (F1, tuhá)

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,35$
Modul pružnosti :	$E = 6,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 29,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 8,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

GT2 - R6/ S3, G3, G4 eluvia žuly

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,35$
Modul pružnosti :	$E = 30,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 31,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 3,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

GT1 - F4 CS, F6 CI fluviální jíly

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 18,50 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,38$
Modul pružnosti :	$E = 12,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 22,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 14,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,00 \text{ kN/m}^3$

GT3 - žula R6-R4

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 19,00 \text{ kN/m}^3$
Poissonovo číslo :	$\nu = 0,30$
Modul pružnosti :	$E = 45,00 \text{ MPa}$
Úhel vnitřního tření :	$\varphi_{ef} = 31,00^\circ$
Soudržnost zeminy :	$c_{ef} = 10,00 \text{ kPa}$
Úhel dilatance :	$\psi = 0,00^\circ$
Obj.tíha sat.zeminy :	$\gamma_{sat} = 19,50 \text{ kN/m}^3$

GT4 - žula mírně zvětřalá R4-R3

Materiálový model :	Mohr - Coulomb
Objemová tíha :	$\gamma = 22,00 \text{ kN/m}^3$

Poissonovo číslo :	ν	=	0,25
Modul pružnosti :	E	=	3000,00 MPa
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	38,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	50,00 kPa
Úhel dilatace :	ψ	=	0,00 °
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	22,50 kN/m ³

GT5 - žula zdravá R2-R3

Materiálový model :	Mohr - Coulomb		
Objemová tíha :	γ	=	26,00 kN/m ³
Poissonovo číslo :	ν	=	0,22
Modul pružnosti :	E	=	30000,00 MPa
Úhel vnitřního tření :	φ_{ef}	=	46,00 °
Soudržnost zeminy :	c_{ef}	=	100,00 kPa
Úhel dilatace :	ψ	=	4,00 °
Obj.tíha sat.zeminy :	γ_{sat}	=	26,50 kN/m ³

Typy kontaktů
ostění - zásyp

Materiálový model :	Mohr-Coulomb		
Smyková tuhost :	K_s	=	10000,00 kN/m ³
Normálová tuhost :	K_n	=	50000,00 kN/m ³
Redukce c :	δc	=	0,80
Redukce μ :	$\delta \mu$	=	0,80
Úhel dilatace :	ψ	=	0,00 °
Pevnost v tahu :	R_t	=	0,000 kPa

ostění - hornina

Materiálový model :	Mohr-Coulomb		
Smyková tuhost :	K_s	=	30000,00 kN/m ³
Normálová tuhost :	K_n	=	50000,00 kN/m ³
Redukce c :	δc	=	0,80
Redukce μ :	$\delta \mu$	=	0,80
Úhel dilatace :	ψ	=	0,00 °
Pevnost v tahu :	R_t	=	0,000 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	-1,20	354,00	2	1,20	354,00	3	1,20	355,70	4	-1,20	355,70
5	0,04	355,30									

Volné linie

Číslo	Typ linie	Způsob zadání	Topologie linie
1	úsečka		Počátek (-1,20; 354,00) [m] , konec (1,20; 354,00) [m]
2	úsečka		Počátek (1,20; 354,00) [m] , konec (1,20; 355,70) [m]
3	úsečka		Počátek (-1,20; 355,70) [m] , konec (-1,20; 354,00) [m]
4	oblouk	poloměr	Počátek (1,20; 355,70) [m] , konec (-1,20; 355,70) [m] , poloměr 1,20 [m] , orientace kladná , úhel ostrý

Zahuštění bodů

Číslo	Umístění	Dosah r [m]	Délka l [m]
1	Volný bod č. 5	5,00	0,20

Generování sítě

Parametry generování sítě

Délka hrany prvků : 1,00 [m]

Vyhlazovat síť : ano

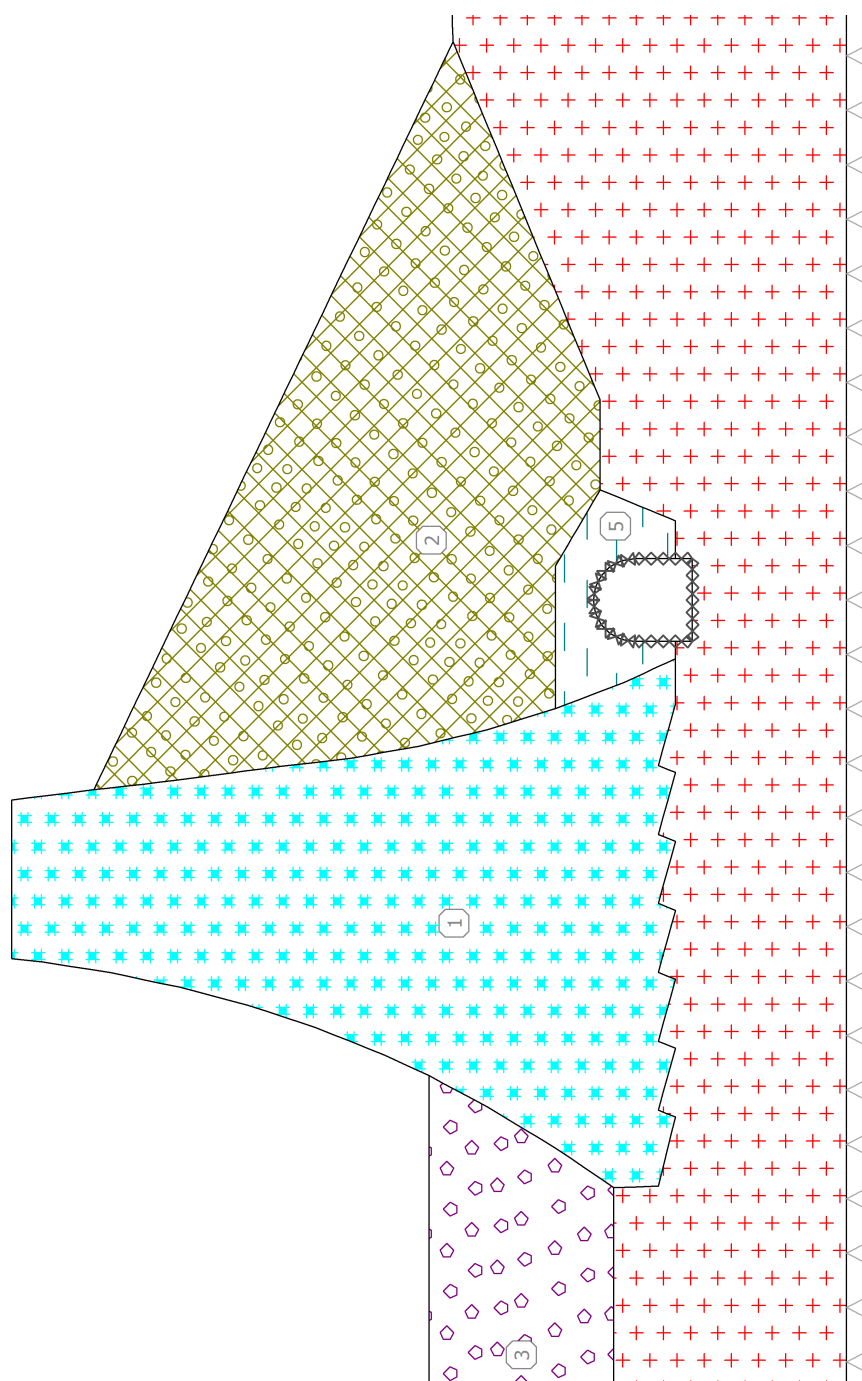
Generovat víceuzlové prvky : ano

Výsledek generování sítě

Síť konečných prvků byla úspěšně vygenerována.

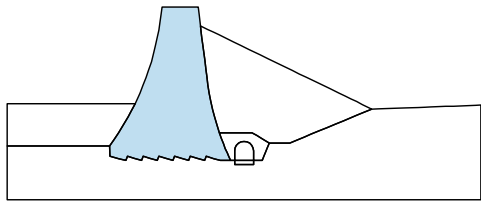

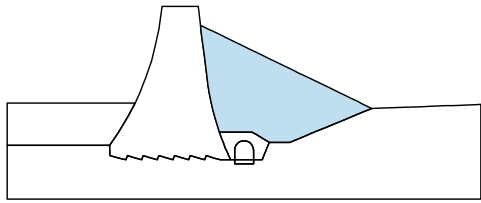
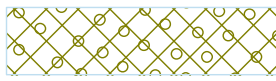
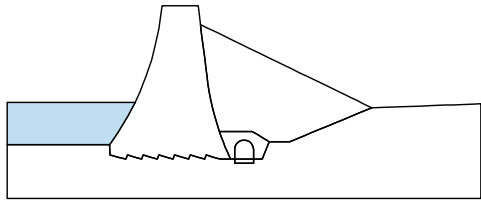

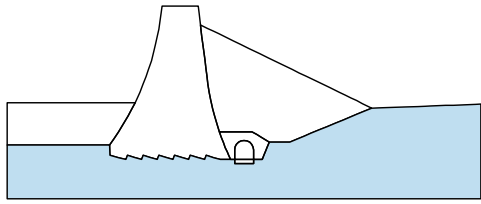

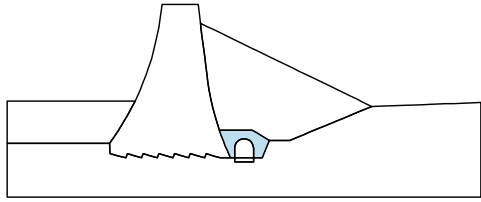

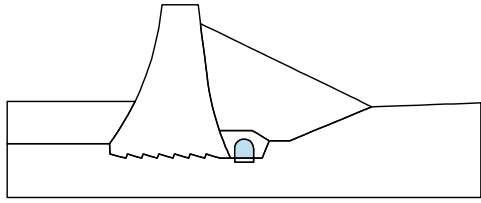
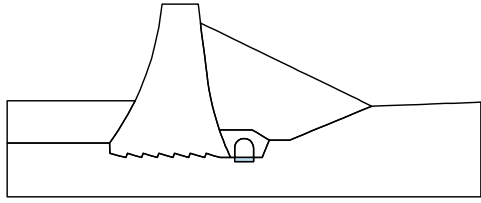
Počet uzlů 5596

Počet prvků 3243 (plošných 2115, nosníkových 282, přechodových 846)



Vstupní data (Fáze budování 2)

Přiřazení a aktivace

Číslo	Oblast	Aktivní / neaktivní	Přiřazená zemina
1		Aktivní	GT4 - žula mírně zvětřalá R4-R3
			
2		Aktivní	Navážka Y (F1, tuhá)
			
3		Aktivní	GT2 - R6/ S3, G3, G4 eluvia žuly
			
4		Aktivní	GT5 - žula zdravá R2-R3
			
5		Aktivní	Třída F8, konzistence tuhá
			
6		Exkavace	Exkavace č. 1 (Exkavace 2 - 1)
			Zbývající působení zeminy: 0,0 %
7		Exkavace	Exkavace č. 1 (Exkavace 2 - 1)
			Zbývající působení zeminy: 0,0 %

Nosníky

Číslo	Nosník		Umístění	Uložení [m]		Uvažova t vlastní tíhu	Průřez / Degradace v aktuální fázi [%]	Materiál / Aktuální působení nosníku [%]	Kontakty	
	nový	změněn ý		Začátek	Konec				vlevo	vpravo
1	Ano		Volná linie č. 1	├─	├─	Ano	1,00 (b) x 0,40 (h) m	C 30/37	(není zadán)	ostění - hornina
2	Ano		Volná linie č. 2	├─	├─	Ano	1,00 (b) x 0,40 (h) m	C 30/37	(není zadán)	ostění - zásyp
3	Ano		Volná linie č. 3	├─	├─	Ano	1,00 (b) x 0,40 (h) m	C 30/37	(není zadán)	ostění - hornina
4	Ano		Volná linie č. 4	├─	├─	Ano	1,00 (b) x 0,40 (h) m	C 30/37	(není zadán)	ostění - zásyp

Číslo	Průřez		Materiál	
	I_y [m ⁴ /m]	A [m ² /m]	E [MPa]	G [MPa]
1	5,33E-03	4,00E-01	31000,00	12917,00
2	5,33E-03	4,00E-01	31000,00	12917,00
3	5,33E-03	4,00E-01	31000,00	12917,00
4	5,33E-03	4,00E-01	31000,00	12917,00

Liniové podpory

Číslo	Liniová podpora		Umístění	Podpěření	
	nová	změněn á		Ve směru X	Ve směru Z
A1	Ano		Linie sítě č. 47	pevné	volné
A2	Ano		Linie sítě č. 17	pevné	volné
A3	Ano		Linie sítě č. 49	pevné	volné
A4	Ano		Linie sítě č. 48	pevné	pevné
A1 až A4 - automaticky generované liniové podpory na okrajích úlohy.					

Voda

Typ vody : Voda není

Nastavení výpočtu

Obecné

Metoda :

Změna matice tuhosti :

Maximální počet iterací pro jeden výp. krok :

Počáteční výpočtový krok :

Tolerance chyby posunutí :

Tolerance chyby nevyrovnaných sil :

Tolerance chyby energie :

Respektovat materiálová rozhraní :

Newton - Raphson

Relaxační faktor výpočtového kroku :

Maximální počet relaxací výpočtového kroku :

Minimální počet iterací pro jeden výp. krok :

Line search

Způsob řešení :

Line search limit - minimum :

Line search limit - maximum :

Plasticita

Tolerance chyby návratu na plochu plasticity :

Maximální počet iterací pro jeden plastický krok :

Newton - Raphson

po každé iteraci

200

0,25

0,0100

0,0100

0,0100

ne

2

2

1

neiterovat

0,100

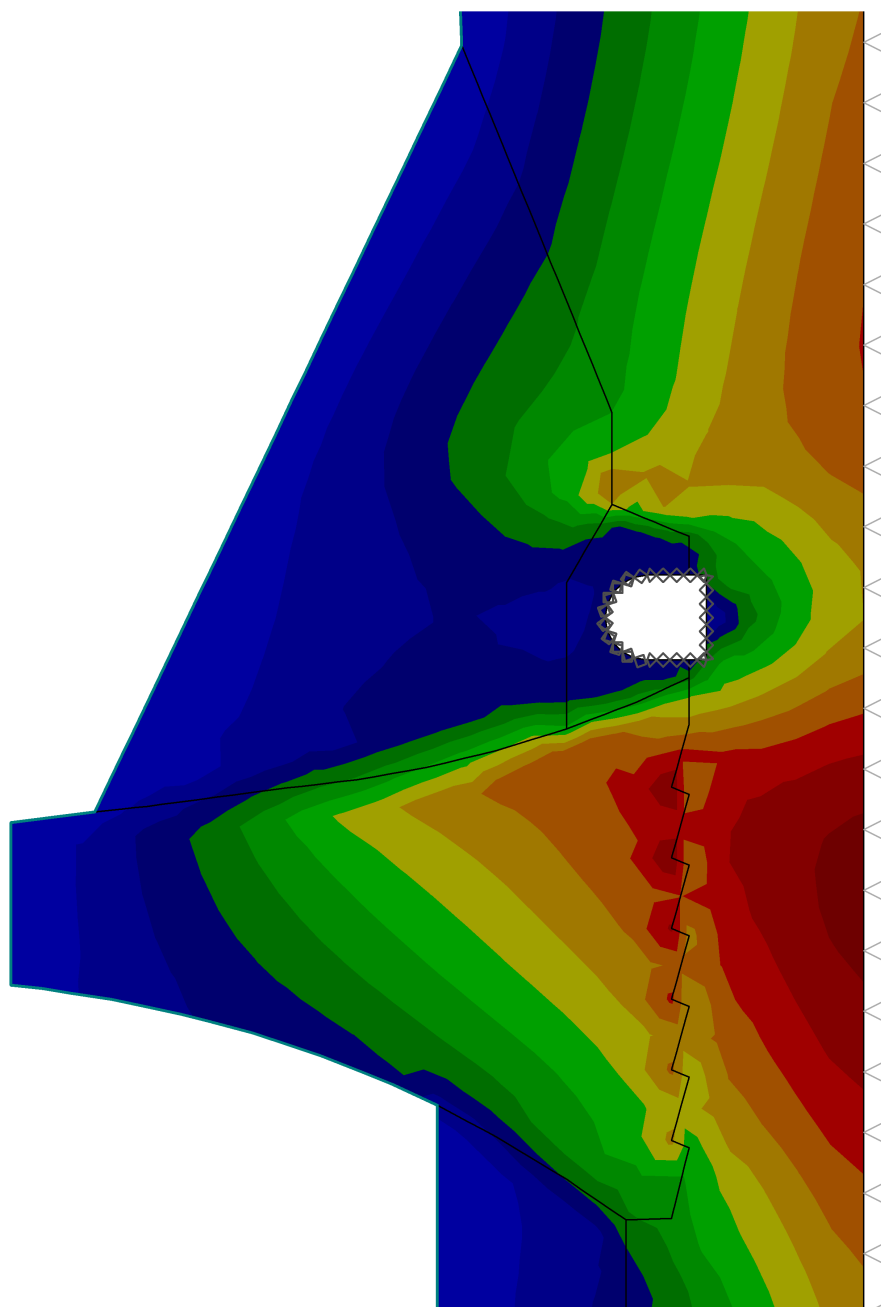
1,000

0,00100

20

Výsledky : celkové; veličina : $\Sigma z_{eff.}$; rozsah : <0,00; 456,34> kPa

0,00
40,00
80,00
120,00
160,00
200,00
240,00
280,00
320,00
360,00
400,00
440,00
456,34



Výsledky (Fáze budování 2)

Výpočet napjatosti skončil úspěšně.

Nastavení výpočtu : standartní

Dosažené zatížení = 100,00 %

Tabulky

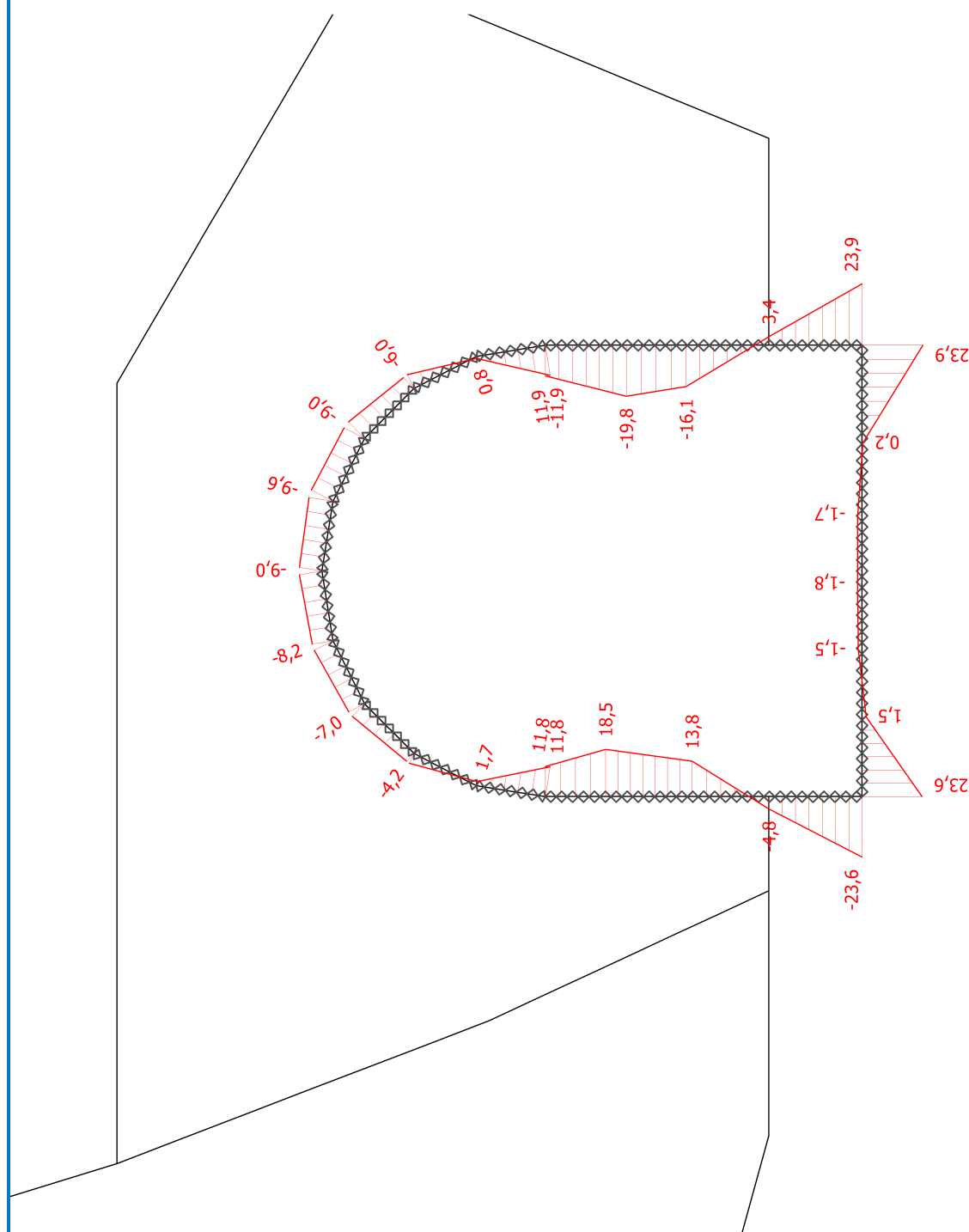
Průběhy na nosnících

Číslo	Souřadnice		D [mm]	N [kN/m]	M [kNm/m]	Q [kN/m]
	x [m]	z [m]				
1	-1,20	354,00	0,0	-27,5	23,6	-80,7
	-0,78	354,00	0,0	-11,2	1,5	-18,1
	-0,42	354,00	0,0	0,5	-1,5	-2,5
	-0,07	354,00	0,0	4,2	-1,8	-0,1
	0,30	354,00	0,0	2,1	-1,7	1,2
	0,68	354,00	0,0	-8,5	0,2	11,0
	1,20	354,00	0,0	-27,3	23,9	77,0
2	1,20	354,00	0,0	-151,0	23,9	-28,4
	1,20	354,50	0,0	-151,5	3,4	-55,2
	1,20	354,94	0,1	-132,8	-16,1	-25,6
	1,20	355,27	0,1	-130,4	-19,8	2,1
	1,20	355,70	0,1	-126,7	-11,9	29,6
3	-1,20	355,70	0,1	-126,1	11,8	-28,8
	-1,20	355,38	0,1	-128,4	18,5	-7,3
	-1,20	354,91	0,1	-131,7	13,8	28,1
	-1,20	354,50	0,0	-151,3	-4,8	53,8
	-1,20	354,00	0,0	-148,9	-23,6	23,9
4	1,20	355,70	0,1	-130,6	11,9	19,7
	1,14	356,07	0,0	-129,8	0,8	23,5
	0,97	356,41	0,0	-129,3	-6,0	12,7
	0,71	356,67	0,0	-125,4	-9,0	4,4
	0,37	356,84	0,0	-120,6	-9,6	-0,4
	0,00	356,90	0,0	-117,7	-9,0	-1,9
	-0,37	356,84	0,0	-118,5	-8,2	-2,5
	-0,71	356,67	0,0	-122,4	-7,0	-4,9
	-0,97	356,41	0,0	-127,0	-4,2	-10,9
	-1,14	356,07	0,1	-128,8	1,7	-21,0
	-1,20	355,70	0,1	-129,8	11,8	-17,5

Název : Výpočet

Fáze : 2

M [kNm/m]



Výpočet napjatosti skončil úspěšně.

Nastavení výpočtu : **standardní**

Dosažené zatížení = 100,00 %

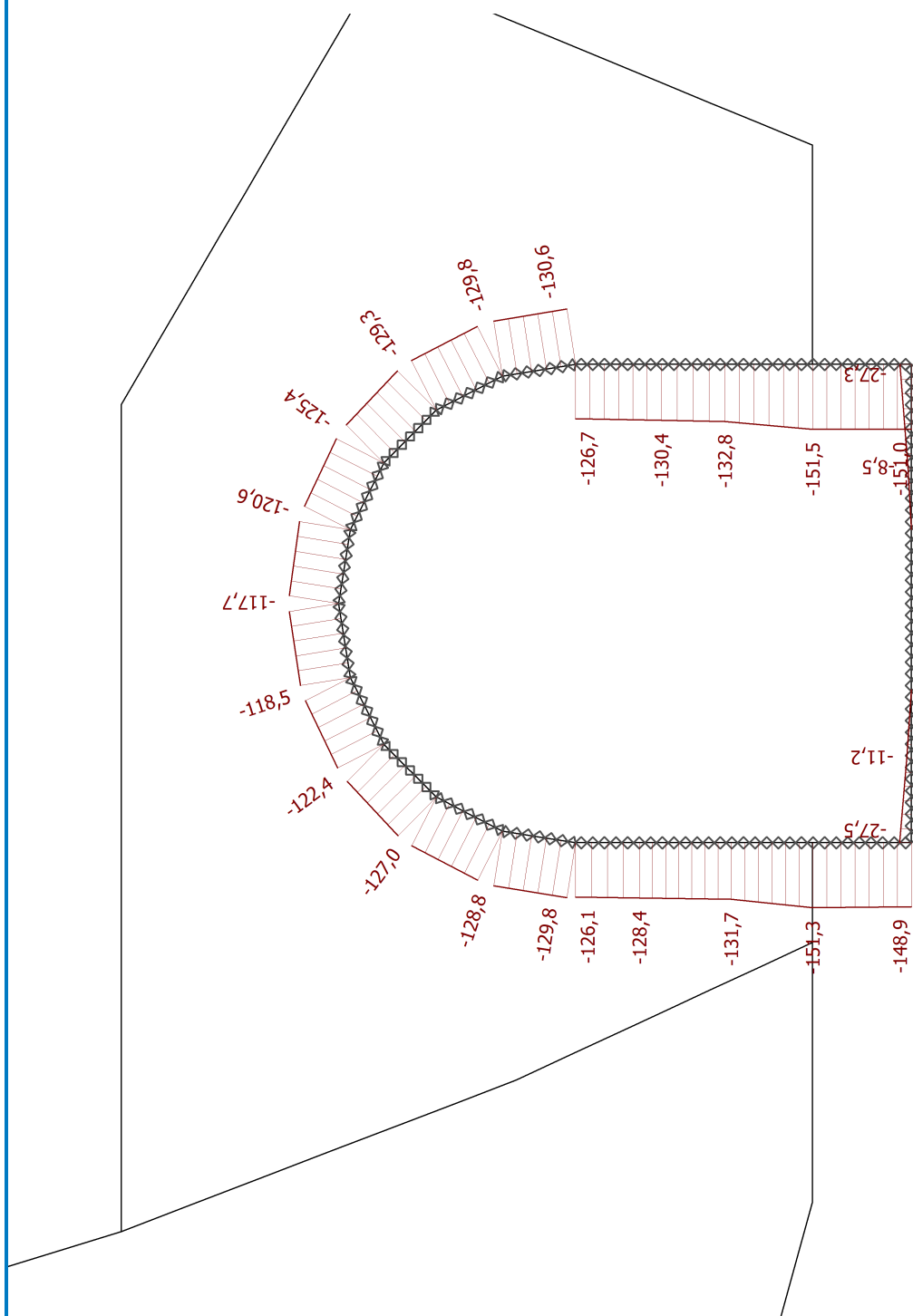
Název : Výpočet

Fáze : 2

Název : Výpočet

Fáze : 2

N+ [kN/m]



Výpočet napjatosti skončil úspěšně.

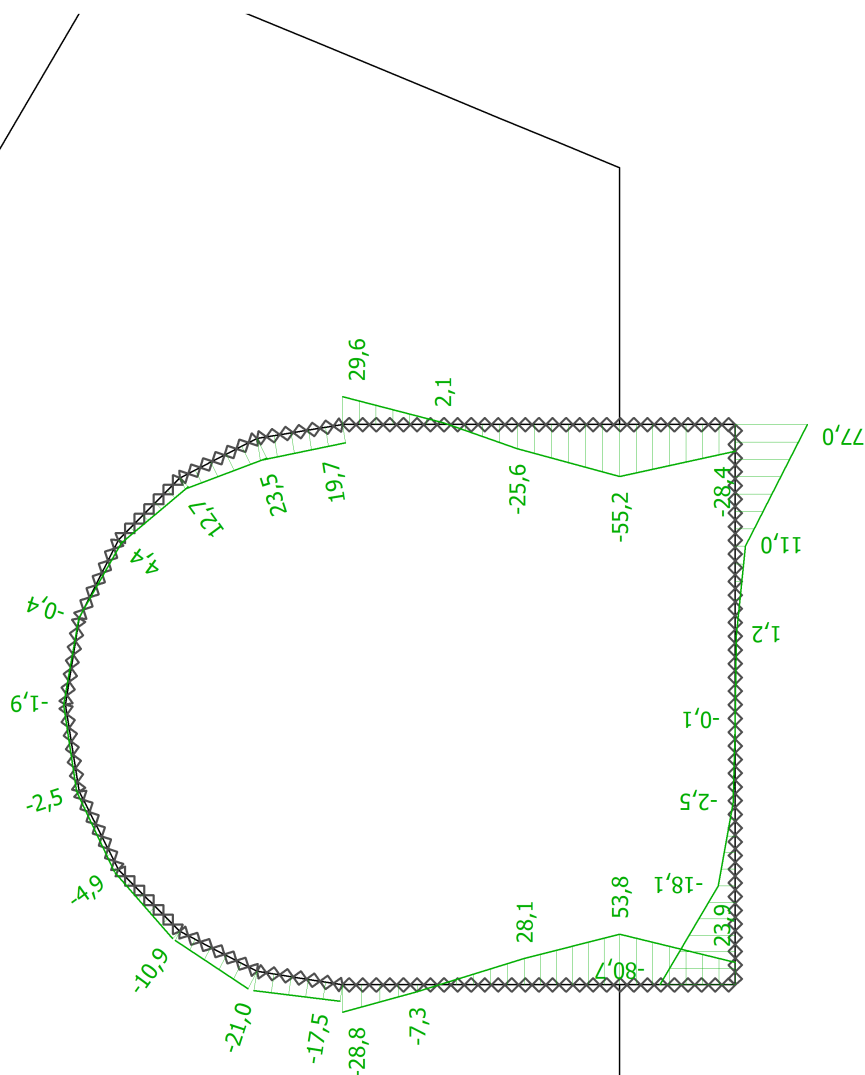
Nastavení výpočtu : **standardní**

Dosažené zatížení = 100,00 %

Název : Výpočet

Fáze : 2

Q [kN/m]

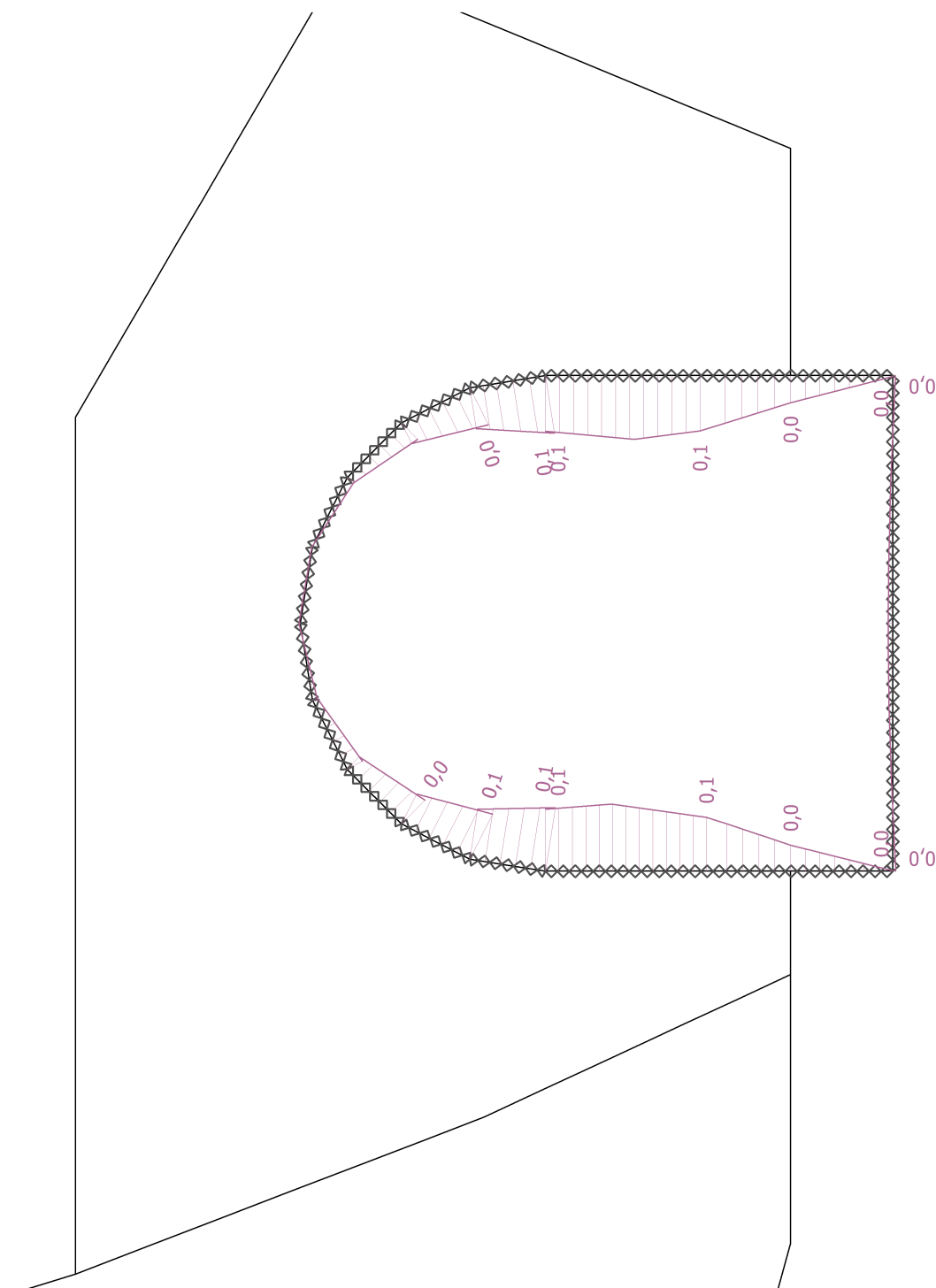
**Výpočet napjatosti skončil úspěšně.**Nastavení výpočtu : **standardní**

Dosažené zatížení = 100,00 %

Název : Výpočet

Fáze : 2

D [mm]



Výpočet napjatosti skončil úspěšně.

Nastavení výpočtu : **standardní**

Dosažené zatížení = 100,00 %

Extrémy**Deformace (extrémy)**

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Deformace x [m]	-1,20	355,38	-0,1	1,20	355,27	0,1
Deformace z [m]	-0,07	354,00	0,0	-1,98	356,56	0,0

Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma z, tot. [kPa]	-4,62	371,07	0,00	-7,82	349,50	456,34
Sigma z, eff. [kPa]	-4,62	371,07	0,00	-7,82	349,50	456,34
Sigma x, tot. [kPa]	-0,07	354,00	-41,94	3,79	356,70	138,09
Sigma x, eff. [kPa]	-0,07	354,00	-41,94	3,79	356,70	138,09
Tau xz [kPa]	2,70	357,75	-69,29	-10,80	355,00	67,02

Přetvoření (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon eq. [%]	29,36	361,48	0,00	-4,62	371,07	23,76
Epsilon eq., pl. [%]	-17,05	356,30	0,00	-4,62	371,07	17,06

Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	-17,05	356,30	0,00

Průběhy na nosnících (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
N [kN/m]	1,20	354,50	-151,5	-0,07	354,00	4,2
M [kNm/m]	-1,20	354,00	-23,6	1,20	354,00	23,9
Q [kN/m]	-1,20	354,00	-80,7	1,20	354,00	77,0

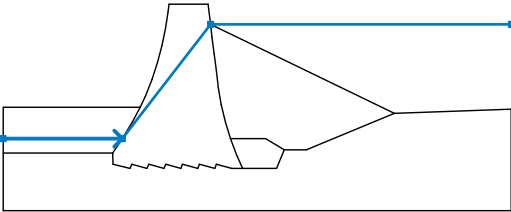
J. VÝPOČET METODOU KONEČNÝCH PRVKŮ

NAPUŠTĚNÁ PŘEHRADA

Vstupní data (Fáze budování 3)

Voda

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-30,00	358,00	-15,90	358,00	-5,50	371,50
		30,00	371,50				

Nastavení výpočtu

Obecné

Metoda :

Newton - Raphson

Změna matice tuhosti :

po každé iteraci

Maximální počet iterací pro jeden výp. krok :

200

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 : standartní

Dosažené zatížení = 100,00 %

Tabulky

Průběhy na nosnících

Číslo	Souřadnice		D [mm]	N [kN/m]	M [kNm/m]	Q [kN/m]
	x [m]	z [m]				
1	-1,20	354,00	2,6	-280,7	122,7	-233,1
	-0,78	354,00	2,4	-279,9	34,6	-168,5
	-0,42	354,00	2,3	-279,9	-12,5	-97,2
	-0,07	354,00	2,2	-279,6	-34,1	-24,7
	0,30	354,00	2,0	-278,6	-28,9	53,5
	0,68	354,00	1,8	-276,6	7,2	140,2
	1,20	354,00	1,6	-273,4	109,7	236,0
2	1,20	354,00	0,0	-255,9	109,7	-257,4
	1,20	354,50	-0,1	-245,2	-3,8	-181,6
	1,20	354,94	-0,2	-241,9	-61,9	-79,8
	1,20	355,27	-0,3	-241,6	-74,8	-0,8
	1,20	355,70	-0,5	-241,2	-54,8	78,6
3	-1,20	355,70	1,1	-235,6	62,0	-69,8
	-1,20	355,38	1,0	-235,5	76,7	-6,4
	-1,20	354,91	0,7	-236,6	56,0	97,8
	-1,20	354,50	0,4	-241,5	-5,1	193,4
	-1,20	354,00	0,1	-246,3	-122,7	265,0
4	1,20	355,70	-0,8	-254,8	54,8	69,0
	1,14	356,07	-1,2	-270,3	18,7	93,8
	0,97	356,41	-1,8	-299,2	-15,1	80,8
	0,71	356,67	-2,2	-321,2	-41,6	56,0
	0,37	356,84	-2,4	-332,7	-56,9	23,5
	0,00	356,90	-2,2	-332,4	-59,2	-10,9
	-0,37	356,84	-1,8	-322,0	-49,0	-41,6
	-0,71	356,67	-1,2	-304,2	-28,5	-64,1
	-0,97	356,41	-0,4	-282,7	-1,1	-78,3
	-1,14	356,07	0,4	-258,7	30,2	-84,2
	-1,20	355,70	0,7	-246,7	62,0	-57,4

Extrémy**Deformace (extrémy)**

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Deformace x [m]	-1,09	357,14	-10,0	-2,26	369,93	13,6
Deformace z [m]	2,02	366,71	-57,8	-12,82	363,97	0,4

Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma _{z, tot.} [kPa]	-8,82	373,90	0,00	-13,78	349,50	497,78
Sigma _{z, eff.} [kPa]	-4,67	359,91	-0,99	-13,78	349,50	412,78
Sigma _{x, tot.} [kPa]	-5,80	373,90	0,72	10,77	349,50	280,72
Sigma _{x, eff.} [kPa]	-0,78	354,00	-73,30	-17,05	356,30	216,63
Tau _{xz} [kPa]	2,70	357,75	-46,86	-15,33	357,10	152,21

Přetvoření (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon _{eq.} [%]	23,64	361,27	0,00	-4,62	371,07	24,94
Epsilon _{eq., pl.} [%]	-17,00	355,00	0,00	-4,62	371,07	20,65

Pórové tlaky (extrémy)

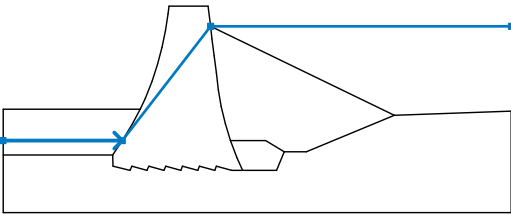
	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	-4,77	349,50	220,00

Průběhy na nosnících (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
N [kN/m]	0,37	356,84	-332,7	-1,20	355,38	-235,5
M [kNm/m]	-1,20	354,00	-122,7	-1,20	354,00	122,7
Q [kN/m]	1,20	354,00	-257,4	-1,20	354,00	265,0

Vstupní data (Fáze budování 4)**Voda**

Typ vody : HPV

Číslo	Umístění HPV	Souřadnice bodů HPV [m]					
		x	z	x	z	x	z
1		-30,00	373,90	-5,80	373,90	30,00	373,90

Nastavení výpočtu**Obecné**

Metoda :	Newton - Raphson
Změna matice tuhosti :	po každé iteraci
Maximální počet iterací pro jeden výp. krok :	200
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 4)**Výpočet napjatosti skončil úspěšně.**Nastavení výpočtu : **standartní**

Dosažené zatížení = 100,00 %

Tabulky

Průběhy na nosnících

Číslo	Souřadnice		D [mm]	N [kN/m]	M [kNm/m]	Q [kN/m]
	x [m]	z [m]				
1	-1,20	354,00	2,6	-312,1	135,7	-260,3
	-0,78	354,00	2,4	-311,4	37,5	-187,5
	-0,42	354,00	2,3	-311,3	-14,8	-107,5
	-0,07	354,00	2,2	-310,9	-38,5	-26,6
	0,30	354,00	2,0	-309,9	-32,5	60,4
	0,68	354,00	1,8	-307,8	8,1	156,6
	1,20	354,00	1,6	-304,6	122,3	262,8
2	1,20	354,00	-0,1	-284,9	122,3	-286,5
	1,20	354,50	-0,1	-274,4	-3,7	-200,8
	1,20	354,94	-0,2	-271,1	-68,0	-88,5
	1,20	355,27	-0,3	-270,8	-82,3	-1,3
	1,20	355,70	-0,5	-270,4	-60,4	86,6
3	-1,20	355,70	1,2	-264,4	67,9	-77,9
	-1,20	355,38	1,1	-264,4	84,3	-7,8
	-1,20	354,91	0,8	-265,5	61,7	107,3
	-1,20	354,50	0,5	-270,5	-5,4	213,1
	-1,20	354,00	0,1	-275,1	-135,7	294,5
4	1,20	355,70	-0,8	-285,2	60,4	75,5
	1,14	356,07	-1,2	-302,1	20,7	102,8
	0,97	356,41	-1,8	-333,6	-16,3	88,4
	0,71	356,67	-2,2	-357,7	-45,3	61,4
	0,37	356,84	-2,4	-370,4	-62,1	26,2
	0,00	356,90	-2,2	-370,5	-64,9	-11,2
	-0,37	356,84	-1,8	-359,4	-54,1	-44,7
	-0,71	356,67	-1,2	-340,2	-31,9	-69,7
	-0,97	356,41	-0,4	-316,6	-1,9	-85,9
	-1,14	356,07	0,4	-290,1	32,5	-93,1
	-1,20	355,70	0,8	-276,6	67,9	-63,7

Extrémy

Deformace (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Deformace x [m]	-1,09	357,14	-10,2	-2,26	369,93	12,5
Deformace z [m]	2,02	366,71	-57,7	-12,82	363,97	0,0

Napětí (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Sigma z, tot. [kPa]	-8,82	373,90	0,00	-12,80	349,50	506,34
Sigma z, eff. [kPa]	-8,82	373,90	0,00	-12,80	349,50	262,34
Sigma x, tot. [kPa]	-5,80	373,90	0,36	-3,00	354,50	318,45
Sigma x, eff. [kPa]	-5,80	373,90	0,36	-3,00	354,50	124,45
Tau xz [kPa]	-1,35	353,49	-48,22	-13,79	358,11	66,17

Přetvoření (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
Epsilon eq. [%]	30,00	361,02	0,00	-4,62	371,07	24,95
Epsilon eq., pl. [%]	-17,00	355,00	0,00	-4,62	371,07	20,66

Pórové tlaky (extrémy)

	Umístění		Max
	x [m]	z [m]	
Pórový tlak u [kPa]	-30,00	349,50	244,00

Průběhy na nosnících (extrémy)

	Umístění		Min	Umístění		Max
	x [m]	z [m]		x [m]	z [m]	
N [kN/m]	0,00	356,90	-370,5	-1,20	355,38	-264,4
M [kNm/m]	-1,20	354,00	-135,7	-1,20	354,00	135,7
Q [kN/m]	1,20	354,00	-286,5	-1,20	354,00	294,5

Liberec, červen 2020

Ing. Martin Kyselák